

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
 ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
 Профиль Защита в чрезвычайных ситуациях  
 Отделение Техносферной безопасности

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы                                                                               |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| <b>Проектирование системы противопожарной защиты в торгово-развлекательных комплексах</b> |  |  |  |  |

УДК 614.841.345:725.7/.8.001.6

Студент

| Группа  | ФИО                        | Подпись | Дата |
|---------|----------------------------|---------|------|
| 3-17Г40 | Кучерина Евгения Сергеевна |         |      |

Руководитель

| Должность    | ФИО           | Ученая<br>степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Ст.преп. ОТБ | Родионов П.В. | -                         |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность  | ФИО           | Ученая<br>степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОЦТ | Лизунков В.Г. | к.пед.н                   |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность     | ФИО            | Ученая<br>степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент ОТБ | Луговцова Н.Ю. | к.т.н.                    |         |      |

Нормоконтроль

| Должность    | ФИО           | Ученая<br>степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Спец. по УМР | Журавлев В.А. | -                         |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Должность                | ФИО            | Ученая<br>степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| И.о. руководителя<br>ОТБ | Солодский С.А. | к.т.н.                    |         |      |

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе  
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

| Код результатов | Результат обучения<br>(выпускник должен быть готов)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1              | Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| P2              | Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| P3              | Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.                                                                                                                                |
| P4              | Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования. |
| P5              | Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| P6              | Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.                                                                                                                                                                |
|                 | <b>Универсальные компетенции</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| P7              | Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| P8              | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| P9              | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.                                                                                                                                                                                                                           |
| P10             | Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| P11             | Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| Институт    | Юргинский технологический институт |
| Направление | Техносферная безопасность          |
| Профиль     | Защита в чрезвычайных ситуациях    |
| Отделение   | Техносферной безопасности          |

**УТВЕРЖДАЮ:**

И.о. руководителя ОТБ

\_\_\_\_\_ С.А. Солодский

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

|                     |  |
|---------------------|--|
| Бакалаврской работы |  |
|---------------------|--|

Студенту:

|         |                             |
|---------|-----------------------------|
| Группа  | ФИО                         |
| 3-17Г40 | Кучериной Евгении Сергеевне |

Тема работы:

|                                                                                    |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Проектирование системы противопожарной защиты в торгово-развлекательных комплексах |                       |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                                        | №12/С от 31.01.2019г. |

|                                           |              |
|-------------------------------------------|--------------|
| Срок сдачи студентами выполненной работы: | 08.06.2019г. |
|-------------------------------------------|--------------|

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к работе</b>                                               | Объект исследования – обеспечение пожарной безопасности посетителей и сотрудников торгово-развлекательного комплекса г. Тайга.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> | 1 Аналитический обзор литературных источников актуальности проведения мероприятий по пожарной безопасности на объектах с массовым нахождением людей.<br>2 Изучение требований нормативно-правовых актов по пожарной безопасности в торговых и развлекательных комплексах.<br>3 Анализ существующей системы пожарной защиты на исследуемом объекте.<br>4 Постановка цели и задач исследования.<br>5 Проектирование усовершенствованной системы автоматической пожарной защиты торгово-развлекательного комплекса г. Тайга |

|                                                                                          |                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                          | 6 Расчет экономического обоснования проводимых мероприятий по ликвидации пожара. |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</b> |                                                                                  |
| <b>Раздел</b>                                                                            | <b>Консультант</b>                                                               |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                          | Доцент ОЦТ<br>Лизунков Владислав Геннадьевич                                     |
| Социальная ответственность                                                               | ассистент ОТБ<br>Луговцова Наталья Юрьевна                                       |
| Нормоконтроль                                                                            | Специалист по УМР<br>Журавлев Василий Александрович                              |

|                                                                                                 |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 07.02.2019г. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|

**Задание выдал руководитель:**

|                       |               |                               |                |             |
|-----------------------|---------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b>      | <b>ФИО</b>    | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Ст. преподаватель ОТБ | Родионов П.В. | -                             |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                            |                |             |
|---------------|----------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                 | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 3-17Г40       | Кучерина Евгения Сергеевна |                |             |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 113 стр., 9 таблиц, 65 источника, 8 рисунков, 5 приложений.

Ключевые слова: Автоматическая система пожаротушения, спринклер, узел управления, гидравлический расчет, пожарная безопасность.

Объект исследования: система пожарной защиты торгово-развлекательного центра «Радуга», город Тайга, Кемеровской области

Цель работы – разработка проекта противопожарной защиты торгово-развлекательного центра «Радуга», город Тайга, Кемеровской области.

В процессе выполнения работы были рассмотрены способы и технологии позволяющие создать безопасные условия пребывания людей в торгово-развлекательных центрах. Были рассмотрены причины возникновения пожаров в торгово-развлекательных центрах.

В результате работы, была спроектирована спринклерная автоматическая система пожаротушения для автомобильной парковки торгово-развлекательного центра «Радуга», город Тайга, Кемеровской области. Так же были выполнены расчеты по созданию системы дымоудаления.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Спринклерные оросители СВВ-12, насос К150-125-315 (P=17 кВт), узел управления УУ-С100/1,6Вз-ВФ.04-01, прибор управления «ПУИ-02С-М1». Объем удаляемого воздуха должен составлять 994 м<sup>3</sup>/ч.

Степень внедрения: начальная.

В дальнейшем планируется предоставить данный проект на рассмотрение специалистам и внедрить его в торгово-развлекательном центре.

## Abstract

Final qualifying work contains 113 pages, 9 tables, 65 sources, 8 figures, 5 applications.

Keywords: Automatic fire extinguishing system, sprinkler, control unit, hydraulic calculation, fire safety.

Object of study: fire protection system of the shopping center "Raduga", the city of Taiga, Kemerovo region

The purpose of the work is to develop a fire protection project for the shopping center "Raduga", the city of Taiga, Kemerovo region.

In the process of doing the work, methods and technologies were considered that allow creating safe conditions for people to stay in shopping centers. The causes of fires in shopping and entertainment centers were considered.

As a result of the work, a sprinkler automatic fire extinguishing system was designed for car parking of the shopping center "Raduga", the city of Taiga, Kemerovo region. Also, calculations were carried out to create a smoke removal system.

The main design, technological and technical and operational characteristics: Sprinkler sprinklers SVV-12, pump K150-125-315 ( $P = 17 \text{ kW}$ ), control unit UU-S100 / 1,6Vz-VF.04-01, control device "PUI- 02C-M1 ". The volume of exhaust air should be  $994 \text{ m}^3 / \text{h}$ .

The degree of implementation: the initial.

In the future, it is planned to provide this project for consideration by specialists and implement it in the shopping and entertainment center.

### Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями

**пожарная опасность:** возможность возникновения и/или развития пожара.

**обеспечение пожарной безопасности:** принятие и соблюдение нормативных правовых актов, правил и требований пожарной безопасности, а также проведение противопожарных мероприятий.

**предупреждение возникновения пожаров:** комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения пожаров, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь в случае их возникновения.

**спринклерный ороситель:** Составляющая системы пожаротушения, оросительная головка, вмонтированная в спринклерную установку.

**спринклерная установка пожаротушения:** устройство, состоящее из водопроводной сети трубопроводов со спринклерными оросителями, размещёнными равномерно над защищаемой площадью.

**бюджетирование:** определение стоимостных значений выполняемых в рамках проекта работ и проекта в целом, процесс формирования бюджета проекта, содержащего установленное распределение затрат по видам работ, статьям затрат, по времени выполнения работ, по центрам затрат или по иной структуре.

## **Обозначения и сокращения**

ЦПС – центр пожарной статистики;

КТИФ – международный технический комитет по предотвращению и тушению пожаров;

СОУЭ – системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

ГЖ и ЛВЖ – горючие жидкости и легко воспламеняющиеся жидкости;

НГ – негорючие;

СТУ – специальные технические условия;

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения;

ПУ – прибор управления;

ЭКМ – электро-контактный манометр;

ПГ – пожарный гидрант;

АДПИ – автономный дымовой пожарный извещатель;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

ПС – пожарная сигнализация;

УПА – установка пожарной автоматики.

## Оглавление

|                                                                                                                          | С. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение                                                                                                                 | 11 |
| 1 Обзор литературы                                                                                                       | 13 |
| 1.1 Статистические сведения по пожарам и гибели людей на торгово-развлекательных объектах                                | 13 |
| 1.2 Проблемы проектирования автоматических установок пожаротушения и систем оповещения                                   | 21 |
| 2 Объект и методы исследования                                                                                           | 24 |
| 2.1 Нормативно-правовая база обеспечения безопасности торгово-развлекательных комплексов                                 | 24 |
| 2.2 Анализ пожарной опасности торгово-развлекательных центров                                                            | 28 |
| 2.3 Автоматические системы противопожарной защиты торгово-развлекательных комплексов                                     | 30 |
| 2.4 Система пожарной безопасности торгово-развлекательного центра                                                        | 35 |
| 2.5 Краткая характеристика объекта                                                                                       | 37 |
| 3 Расчеты и аналитика                                                                                                    | 46 |
| 3.1 Автоматическая пожарная сигнализация                                                                                 | 46 |
| 3.2 Противодымная защита и вентиляция                                                                                    | 59 |
| 3.3 Расчет систем противодымной защиты автомобильной парковки                                                            | 61 |
| 3.4 Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре                                                          | 67 |
| 3.5 Автоматическая установка пожаротушения подземной парковки                                                            | 70 |
| 3.5.1 Назначение установки и основные технические решения                                                                | 70 |
| 3.5.2 Гидравлический расчет автоматической установки пожаротушения подземной парковки                                    | 71 |
| 3.5.3 Определение параметров насосной станции                                                                            | 74 |
| 3.5.4 Алгоритм и порядок работы установки АУПТ                                                                           | 77 |
| 3.6 Вывод по третьей главе                                                                                               | 80 |
| 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                                                        | 81 |
| 4.1 Техничко-экономического обоснование автоматической пожарной сигнализации                                             | 81 |
| 5 Социальная ответственность                                                                                             | 88 |
| 5.1 Описание рабочего места диспетчера опорного пункта пожаротушения. Анализ вредных и опасных производственных факторов | 88 |
| 5.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды                                                            | 90 |
| 5.2.1 Освещенность                                                                                                       | 90 |
| 5.2.2 Микроклимат                                                                                                        | 93 |
| 5.2.3 Шум                                                                                                                | 94 |
| 5.2.4 Вибрация                                                                                                           | 94 |
| 5.2.5 Загазованность и запыленность рабочей зоны                                                                         | 94 |
| 5.3 Анализ выявленных опасных факторов среды                                                                             | 95 |
| 5.4 Охрана окружающей среды                                                                                              | 96 |
| 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности                                                          | 96 |

|                                                          |                               |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Заключение                                               | 99                            |
| Список публикаций студента                               | 101                           |
| Список использованных источников                         | 102                           |
| Приложение А ФЮРА.200.000.001 План подземной парковки    | 109                           |
| Приложение Б ФЮРА.200.000.002 План размещения оросителей | 110                           |
| Приложение В Расчетная схема АУПТ                        | 111                           |
| Приложение Г ФЮРА.200.000.003 Насосная станция           | 112                           |
| Приложение Д Схема электрических соединений              | 113                           |
| Диск CD-R                                                | В конверте на обороте обложки |

## Введение

Актуальность темы дипломной работы обусловлена официальной статистикой пожаров, которая свидетельствует, что неосторожное обращение с огнем на объектах торговли приводит к неутешительным последствиям.

В формулировку «неосторожное обращение с огнем» можно включить курение в торговых помещениях. Хотя, как правило, это повсеместно запрещено, но злостные курильщики из числа обслуживающего персонала или посетителей продолжают это делать в укромных местах, что приводит к еще большей опасности. Разогревание труб паяльной лампой, что бывает в зимнее время. Сжигание старой краски, если это осуществляется открытым пламенем, при производстве ремонта торговых точек. Таким образом, из-за халатности торговые точки теряют миллионы денежных средств.

Деятельность торговых объектов регламентируется нормативно-правовыми актами РФ. Одним из таких документов является Постановление правительства №390 от 25 апреля 2012 г. «О противопожарном режиме».

Оптимальная разработка мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности и успешной эвакуации людей при пожаре в помещениях функциональной пожарной опасности Ф 3.1 на сегодняшний день остается актуальной проблемой. Одним из решений вышеуказанных проблем является установка систем автоматического пожаротушения.

Предназначение установок пожаротушения заключается в ликвидации или локализации пожаров, сохранении материальных ценностей и человеческих жизней. За свою историю системы пожаротушения прошли достаточно долгую эволюцию, в результате чего наиболее эффективным способом борьбы с возгораниями признаны автоматические установки пожаротушения. Подобные установки требуют минимального вмешательства человека в первую очередь на стадии создания и обслуживания, но их запуск и борьба с пожарами осуществляются полностью в автоматическом режиме, что позволяет

максимально исключить человеческий фактор, а также предполагает минимальный риск для имущества и человека в результате возникновения пожара.

Особую роль в вопросах создания таких установок принадлежит проектированию, без чего добиться успешного результата в этом деле невозможно.

Цель работы – разработка проекта противопожарной защиты торгово-развлекательного центра «Радуга», город Тайга, Кемеровской области.

Задачи исследования:

1. Провести обзор литературы по организации пожарной безопасности в торгово-развлекательных центрах;
2. Проанализировать текущее состояние пожарной безопасности на исследуемом объекте;
3. Спроектировать систему противопожарной защиты для торгово-развлекательного центра «Радуга».

## 1 Обзор литературы

### 1.1 Статистические сведения по пожарам и гибели людей на торгово-развлекательных объектах

На территории России в среднем за год фиксируется около 10 тыс. погибших в 150 тыс. случаях возгораний. Формированием статистических сведений и отчетов занимается подразделение МЧС России Научно-исследовательский Институт ФГБУ ВНИИПО [1].

Торговые объекты по классу функциональной пожарной опасности относятся к классу Ф3.1 [2], и имеют определенные особенности, характеризующие их высокий риск пожарной опасности:

- большая площадь объекта недвижимости;
- большой объем товарного запаса у арендаторов;
- массовые скопления людей;
- наличие автотранспорта на парковках и прилегающей территории.

На рис. 1 представлена статистика пожаров в зданиях, сооружениях и помещениях предприятий торговли за 2013-2017 гг.

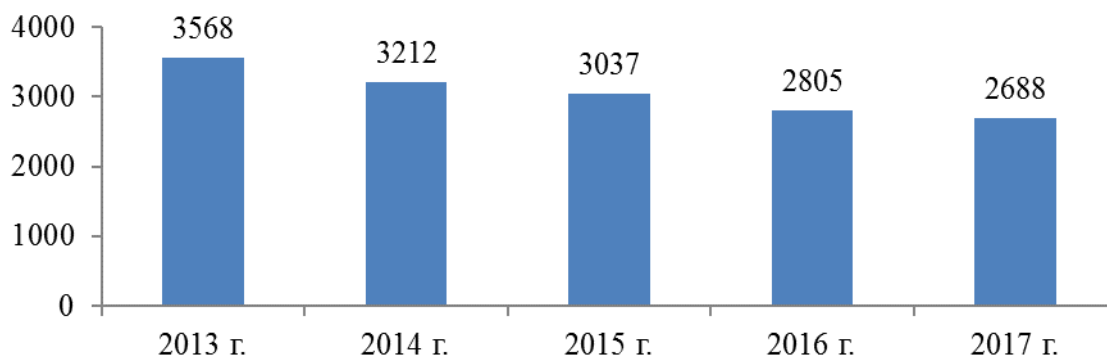


Рисунок 1 – Статистика пожаров на объектах торговли 2013-2017 гг.

Согласно статистическим данным ВНИИПО количество пожаров на объектах торговли с каждым годом снижается. Это связано в первую очередь с ужесточением законодательства в области пожарной безопасности и увеличением проверок предприятий Госпожнадзором.

Но, несмотря на положительную динамику, случаи возгорания в торговых центрах все ещё не редкое явление. Причиной этому служит в первую очередь экономия денежных средств, как владельца, так и арендаторов помещений здания, на системах противопожарной защиты объекта.

Основной причиной возникновения пожаров в зданиях торговли является переоборудование зданий промышленного типа в торговые центры. Ведь если изначально здание, построенное из металлоконструкций, предназначалось для одной цели, то перепланировка его под другой объект опасна, т.к. чаще всего нормы пожарной безопасности не соблюдаются. Опасность пожара обусловлена тем, что металлоконструкции, из которых перестраиваются бетонные торговые центры, не всегда обрабатываются огнеупорным веществом и учитывают особенности ранее возведенного здания [3].

Процентное соотношение погибших на объектах торговли от общего числа погибших за 2013-2017 гг. представлено на рис. 2.

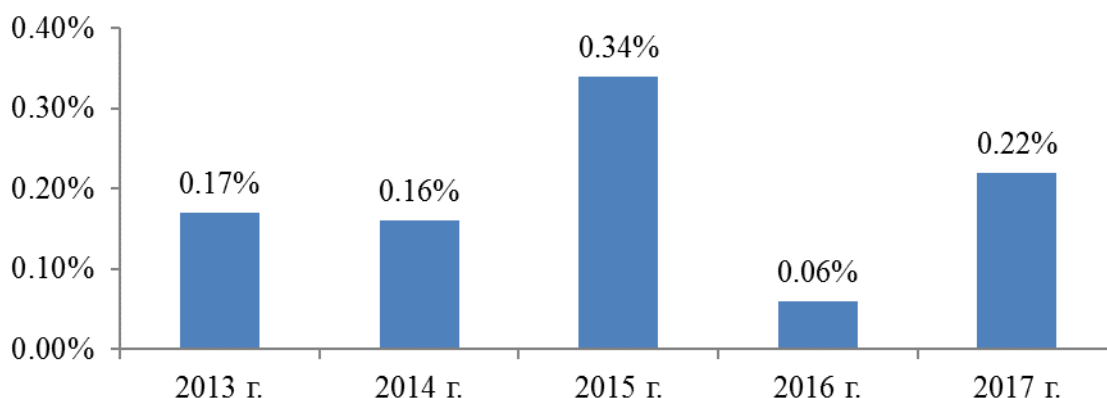


Рисунок 2 – Процентное соотношение погибших на объектах торговли от общего числа погибших за 2013-2017 гг.

Не смотря на высокую частоту возгораний, процент гибели людей при пожарах в ТЦ остается на низком уровне и составляет примерно 0,2% от общего числа погибших при пожарах.

Основной причиной гибели людей на пожаре на территории торговых объектов является отравление токсичными продуктами горения (рис. 3).

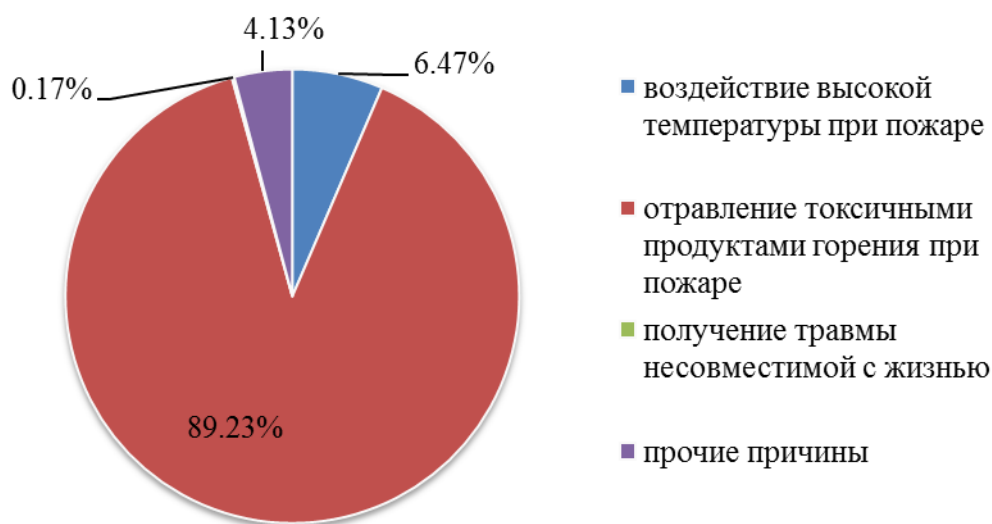


Рисунок 3 – Распределение количества погибших при пожарах людей по основным причинам их гибели на объектах торговли за 2017 г.

Рассмотрим самые крупные пожары, произошедшие в торгово-развлекательных центрах и на объектах с массовым пребыванием людей, за последние 10 лет.

Пожар в ночном клубе «Хромая лошадь», в результате которого погибли 156 человек, более 100 пострадали, начался 5 декабря 2009 года в 01.08. площадь пожара составила 400 кв. м. (общая площадь заведения – 500 кв. м). Эта трагедия произошла в самом популярном клубе Перми 5 декабря 2009 года и считается крупнейшим пожаром в истории страны. В этот день более двухсот гостей праздновали восьмой день рождения любимого заведения. Обслуживали мероприятие сорок человек. В программе мероприятия было шоу с фейерверками, которые, собственно, и послужили причиной пожара. Искры от них заделали довольно низкий потолок, который, как и стены, был отделан

ивовыми прутьями, холстом и пенопластом. Произошло возгорание, огонь просто понесся по помещению. Люди задыхались от токсичного дыма, раскаленные капли пенопласта обжигали тела, началась паника и давка. В результате погибли 156 человек, еще 64 получили тяжкий вред здоровью [4].

Пожар в торговом центре «Пассаж» в Ухте (Республика Коми), в результате которого погибли 25 человек, десять получили травмы произошел 11 июля 2005 года. Согласно заявлению экспертов, причиной пожара стал умышленный поджог. Трагедии, подобные кемеровской, случались в торговых центрах России регулярно, и в последние годы их стало значительно больше. Одна из самых известных произошла 11 июля 2005 года в Ухте (Республика Коми). В результате пожара в торговом центре «Пассаж» погибли 25 человек, десять человек получили ожоги и травмы. Очаг возгорания был возле выхода из торгового центра, а окна здания были закрыты решетками. Из-за этого люди не смогли выбраться и погибли. На месте пожара были обнаружены пластиковые бутылки и сумки со следами горюче-смазочных материалов. Здание торгового центра в результате пожара выгорело полностью [5].

22 января 2011 года в Уфе в результате сильного пожара в пятиэтажном торгово-развлекательном центре «Европа» (проспект Октября, д. 67/2) погибли 35-летний рабочий и 17-летняя школьница, пострадали 15 человек, из них восемь были госпитализированы. Площадь горения составила около 9 тыс. кв. м. Следствие установило, что в одном из помещений торгового центра велись ремонтные работы. Рабочие укладывали пол, когда взорвался газовый баллон. В пожаре погибли два человека - 17-летняя Гузель Булатова, находившаяся в этот момент в солярии и 34-летний рабочий Евгений Жемчугов, который занимался заливкой полов. Еще 15 человек пострадали [6].

Пожар в казанском торговом центре «Адмирал» произошел 11 марта 2015 года. Тогда погибли 19 человек и 61 человек получил ранения. Среди жертв и пострадавших были граждане ряда стран СНГ. Общая площадь возгорания составила 4 тыс. кв. м, к тушению привлекались пожарный поезд и вертолет, из здания были эвакуированы около 200 человек. По данным

следствия, причинами пожара стали использование в качестве торгового центра здания, не предназначенного для этого, а также грубейшие нарушения требований пожарной безопасности. Всего потерпевшими по уголовному делу о пожаре признаны 703 человека, 609 из них предъявили иски о возмещении имущественного ущерба [7].

Согласно заключению экспертов, пожар возник из-за кровельных работ на крыше одноэтажного пристроя в районе входа номер 1. Технической причиной пожара в здании явилось воспламенение пенополиуретана сэндвич-панелей и гидроизоляционных материалов на основе битума от внешнего источника на крыше пристройки.

В ходе расследования также рассматривались такие причины, как короткое замыкание в электропроводке, детонация газового баллона и поджог.

По версии следствия, с 2013 года здание ТЦ незаконно эксплуатировалось без разрешения на ввод в эксплуатацию объекта капитального строительства (реконструкции), с грубыми нарушениями норм противопожарных правил. Так не были оборудованы исправные системы оповещения о пожаре, произведены планировочные решения, существенно затруднявшие эвакуацию людей, а также способствовавшие быстрому распространению задымления и огня.

6 мая 2011 года в Самаре произошло возгорание в магазине «Кооператор» на ул. Нововокзальной, 128. Огонь охватил как помещения магазина, так и часть девятиэтажного жилого дома, в котором тот был расположен. Погибли пять человек, еще 39 человек пострадали, из них 11 были госпитализированы. Общая площадь возгорания составила 2,5 тыс. кв. м, причиной пожара было короткое замыкание в электросети освещения или люминесцентном светильнике [8].

25 декабря 2014 года при пожаре на складских помещениях при крупнейшем оренбургском торговом центре «Армада» (Шарлыкское шоссе, д.1) погибли два человека. Тело 58-летней кладовщицы было обнаружено сотрудниками МЧС во время ликвидации возгорания, еще один пострадавший,

61-летний электрик, скончался от ожогов по дороге в медучреждение. Еще три человека были госпитализированы.

8 декабря 2017 года в городе Раменское при пожаре в торговом центре «Дисконт-центр» (ул. Советская, д. 16) три человека погибли и пять человек пострадали. Площадь возгорания составила 40 кв. метров, из здания были эвакуированы десять человек [9].

5 февраля 2015 года произошел пожар в торгово-развлекательном центре «РИО» на севере Москвы. Площадь возгорания составила 200 квадратных метров.

29 декабря 2014 года в Твери на первом этаже торгового центра «Радость» произошло возгорание. Площадь пожара составила 400 квадратных метров. В результате происшествия пострадали три человека, двоим помощь была оказана на месте, одного госпитализировали.

25 декабря 2014 года в Оренбурге произошло возгорание складских помещений крупнейшего в городе торгового комплекса - молла «Армада» на Шарлыкском шоссе. Во время тушения пожара было обнаружено тело 58-летней женщины с ожогами. Еще один пострадавший – 61-летний мужчина – скончался по дороге в больницу. Пострадали еще пять человек, двое из которых после оказания медицинской помощи были отпущены домой, а трое доставлены в городскую больницу. Площадь пожара составила 400 м<sup>2</sup>.

29 октября 2014 года в городе Сарове Нижегородской области произошел пожар в ТЦ «Атриум». Огонь повредил более 3000 квадратных метров здания. В результате пожара никто не пострадал.

16 августа 2014 года произошел пожар в торговом центре «Аэропорт» в Санкт-Петербурге. Площадь возгорания составила 200 квадратных метров. На месте происшествия работали 112 сотрудников МЧС, были задействованы 30 машин. Для ликвидации пожара спасателям пришлось вскрыть 100 квадратных метров крыши здания. Пострадавших не было.

11 августа 2014 года произошел пожар в торговом центре «Руслан» города Реж Свердловской области. В результате пожара сгорел третий

мансардный этаж здания, где располагался магазин одежды, также затопило во время тушения нижние этажи торгового центра, где находились бутики и офисы. Площадь пожара составила 1200 квадратных метров.

3 мая 2014 года произошел пожар в гипермаркете «Глобус» во Владимире. Возгорание началось в складских помещениях. К приезду пожарных подразделений пожар развился до крупных размеров и окончательно потушить его удалось только к утру следующего дня. Пожаром, площадь которого составила порядка 500 квадратных метров, уничтожены складские помещения комплекса. Удалось избежать распространения огня в торговый зал, покупатели и сотрудники гипермаркета были оперативно эвакуированы. Одному человеку оказана медицинская помощь.

18 марта 2014 года произошел пожар в магазине «Еврострой» на улице Лыняной в Костроме. Эпицентр возгорания находился в центре торгового здания, где располагались стеллажи с обоями и дверями. Пожарным удалось локализовать пожар на площади 350 квадратных метров. Погибших и пострадавших нет.

8 августа 2013 года произошло возгорание крыши двухэтажного торгово-развлекательного комплекса «Фабрика» в Кирове. Пожару был присвоен четвертый ранг сложности из пяти. Его площадь составила 600 квадратных метров. Из здания были эвакуированы 82 человека, погибших и пострадавших не было.

13 июля 2013 года во Всеволожске Ленобласти по адресу: Всеволожский проспект, дом 61 загорелся торговый центр. Были эвакуированы 75 человек. Почти через шесть часов после возгорания, пожарным удалось локализовать пожар. С момента начала пожара его площадь увеличилась в 10 раз – до 300 квадратных метров [10].

6 июля 2013 года в Москве произошел пожар в двухэтажном торговом центре по адресу: Золоторожский вал, 38. Площадь пожара составила 700 квадратных метров. Здание серьезно пострадало. Во время тушения произошло частичное обрушение. В тушении огня были задействованы несколько десятков

пожарных расчетов и два вертолета. Из-за сильного задымления в районе места происшествия для входа и выхода пассажиров была закрыта станция метро Площадь Ильича. В результате пожара никто не пострадал.

2 апреля 2013 года в городе Черемхово Иркутской области в 01 час 39 минут (по МСК) загорелся торговый центр «Октябрь». На момент прибытия первого подразделения пожарных огонь распространился на второй и третий этажи. Площадь пожара составила 1,2 тысячи квадратных метров. Погибших и пострадавших не было.

9 января 2013 года в станице Северская Краснодарского края произошло возгорание в торговом центре. Площадь пожара составила 1,5 тысячи квадратных метров.

Последний самый крупный и резонансный пожар произошел в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» в Кемерово 25-26 марта 2018 г. Пожар продолжался более семи часов, его площадь составила 1600 м<sup>2</sup>.

В ходе пожара произошло обрушение кровли и перекрытий между четвертым и третьими этажами на площади 1500 м<sup>2</sup>. В результате пожара погибло 64 человека, в том числе 41 ребенок. К ликвидации чрезвычайной ситуации было привлечено 840 человек и 195 единиц техники, из них от МЧС России 680 человек и свыше 110 единиц техники, в том числе два воздушных судна [11].

Рассмотрев ряд характерных пожаров на объектах торговли, можно отметить, что при возникновении пожаров в торговых центрах создается огромная опасность для жизни посетителей и обслуживающего персонала, а процесс тушения является трудоемким и затяжным и требует привлечения сил и средств пожарно-спасательного гарнизона по повышенному номеру вызова.

## 1.2 Проблемы проектирования автоматических установок пожаротушения и систем оповещения

Прежде всего, проектирование установок автоматического пожаротушения предполагает разработку ряда важных вопросов, в частности, анализ уровня пожарной угрозы, изучение особенностей объекта, условий его функционирования, а также обоснования необходимости создания системы автоматического пожаротушения. Для всего этого необходимо осуществить следующие операции:

- определение уровня пожарной опасности на объекте;
- проведение анализа конструктивных и технологических особенностей объекта, в первую очередь это касается выяснения степени стойкости к воздействию огня его строительных конструкций;
- вычисление потенциальной скорости распространения пожара по объекту, роста температуры, распространения дыма и так далее;
- оценивание ряда важных особенностей микроклимата объекта – освещенности, температуры, влажности и запыленности.

Проектирование любой инженерной системы, в том числе и автоматического пожаротушения, представляет собой технологически сложный процесс, требующий серьезных усилий, знаний, труда и опыта. При выполнении проектирования автоматического пожаротушения нужно принимать во внимание ряд важнейших моментов, которые непосредственно влияют на получение итогового результата.

Начинать нужно с определения типа здания, на выбор той или иной системы автоматического пожаротушения оказывает серьезное влияние то, о каком именно здании идет речь. Является оно жилым или нет, имеется ли в нем электрооборудование под напряжением или нет, есть ли ценности, техника и прочее. Этот фактор во многом определяет следующий момент, связанный с выбором нужного оборудования, которое будет вести борьбу с пожаром, и огнетушащего вещества. Допустим, для библиотек и архивов лучше всего

подойдут установки газового пожаротушения, для помещений с большим количеством металлических элементов оптимально применять порошковые системы и так далее.

Особое значение имеет следующий момент, связанный с определением температурного режима, ведь использование, к примеру, водяных установок в тех помещениях, где нет отопления, и фиксируется температура ниже нуля, неоправданно в силу элементарных физических причин. В этом случае логичнее будет в ходе проектирования инженерных систем офисов, предприятий, общественных или жилых зданий сделать выбор в пользу порошкового или газового пожаротушения.

В настоящее время необходимость установки АУПТ и АУПС регулируется сводом правил СП 5.13130.2009 [12].

До вступления в силу данного нормативного регламента вопросы безопасности регулировались НПБ 110-03 [13].

Несмотря на обновление нормативной документации, действующие требования СП 5.13130.2009 [14] не претерпели существенных изменений относительно положений НПБ 110-03 [15].

На протяжении порядка 20 лет в России нормативный подход к выбору систем пожарной автоматики АУПТ и АУПС практически не менялся [16].

Возникшая проблема, с учетом научно-технического прогресса, появления новых технологий, оборудования, материалов и новых статистических сведений об эффективности рассматриваемых систем защиты объектов экономики, приводит к недостаточной защищенности некоторых объектов в современных условиях.

Активная противопожарная защита обеспечивается специальными техническими устройствами, к которым относят:

- система пожарной сигнализации;
- система пожаротушения;
- система оповещения и управления эвакуацией при пожаре;
- система наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения;

– система дымоудаления.

На указанные системы специалисты возлагают большие надежды в случае пожара, так как они позволяют оперативно отреагировать на ситуацию и обеспечить своевременную эвакуацию людей.

Стоит напомнить, что при пожаре в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» в г. Кемерово (Российская Федерация) в момент пожара система пожарной сигнализации, система оповещения и управления эвакуацией находились в выключенном состоянии, а системы пожаротушения и дымоудаления вообще отсутствовали. Работающая система вентиляции только усугубляла обстановку – воздушные потоки разгоняли огонь и дым по соседним с игровой зоной помещениям.

Эти грубейшие нарушения многие специалисты оценивают в качестве основных причин гибели 64 человек, в том числе 41 ребенка.

Учитывая значимость систем активной противопожарной защиты следующие разделы посвящены более детальному анализу технического состояния автоматической пожарной сигнализации, противодымной защиты здания, выполнению необходимых инженерных расчетов по проверке системы противодымной защиты, а также совершенствованию системы пожарной защиты торгово-развлекательного центра.

## 2 Объект и методы исследования

Объект исследования – система пожарной защиты торгово-развлекательного центра «Радуга», город Тайга, Кемеровской области.

Предметом исследования является процесс совершенствования системы пожарной защиты торгово-развлекательного центра.

Объект расположен в черте города Тайга. Общая площадь торгово-развлекательного центра составляет 12000 квадратных метров. На территории города Тайги находится 5 торговых центров.

Методы исследования:

- статистический анализ аварий, пожаров в торгово-развлекательных комплексах (ТРК);
- прогнозно-ситуационные исследования на предмет возникновения пожаров и взрывов, связанных с пожарной опасностью рабочей зоны в ТРЦ;
- анализ текущего состояния пожаробезопасности рабочей зоны торговых залов;
- поиск и разработка на основе имеющихся возможностей, способов и методов повышения пожаробезопасности объекта.

### 2.1 Нормативно-правовая база обеспечения безопасности торгово-развлекательных комплексов

Современные торговые (торгово-развлекательные) комплексы, проектируемые сегодня, по сути, являются многофункциональными зданиями, включающими множество помещений различного функционального назначения, среди которых могут быть помещения торговли, общественного питания, досугово-развлекательные, спортивно-оздоровительные, офисные, складские, производственные и другие.

Пожарная опасность торгово-развлекательных центров связана, в первую очередь, с массовым пребыванием людей, большим строительным объёмом и площадью данных объектов, а также нахождением (в т.ч. в пределах одного здания) помещений или группы помещений различных классов функциональной пожарной опасности (например, объекты торговли – Ф3.1; объекты общественного питания – Ф3.2; кинотеатры, концертные залы, клубы – Ф2.1; физкультурно-оздоровительные объекты – Ф3.6; банки, конторы, офисы – Ф4.3; стоянки для автомобилей – Ф5.2 и др.) [17].

Предотвращение возникновения пожара, обеспечение безопасности людей в случае его возникновения, а также создание благоприятных условий для его ликвидации может быть обеспечено только исправным состоянием всех систем и средств противопожарной защиты объекта, соблюдением требований пожарной безопасности и слаженными действиями работников торгово-развлекательного комплекса, которые достигаются в процессе проведения обучения мерам пожарной безопасности и практических тренировок.

Рассмотрим основные нормативные правовые акты и нормативные документы, используемые при проектировании и эксплуатации ТРЦ (ТРК).

Федеральный закон от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» – определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты [18].

Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» – устанавливает минимально необходимые требования к зданиям и сооружениям, в том числе: механической безопасности; пожарной безопасности; безопасности для пользователей зданиями и сооружениями; доступности зданий и сооружений для инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения и др. [19]

Правила противопожарного режима в РФ (Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 г. №390 «О противопожарном режиме») – содержат требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов защиты в целях обеспечения пожарной безопасности [20].

СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» – устанавливает требования к эвакуационным путям и выходам из зданий [21].

СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» – устанавливает общие требования по обеспечению огнестойкости объектов защиты [22].

СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» – устанавливает требования пожарной безопасности к системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах [23].

СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» – определяет объемно-планировочные и конструктивные решения, обеспечивающие ограничение распространения пожара [24].

СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» – устанавливает нормы и правила проектирования автоматических установок пожаротушения и сигнализации [24].

СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» – устанавливает требований к системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, противодымной вентиляции зданий и сооружений [26].

СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности» – устанавливает требования пожарной безопасности к источникам наружного противопожарного водоснабжения [27].

СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» – устанавливает требования к выбору, размещению, техническому обслуживанию и перезарядке переносных и передвижных огнетушителей [28].

СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности» – устанавливает требования пожарной безопасности к системам внутреннего противопожарного водопровода [29].

СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» – устанавливает методы определения классификационных признаков отнесения зданий, сооружений и помещений производственного и складского назначения к категориям по взрывопожарной и пожарной опасности [30].

Наиболее востребованными при проектировании многофункциональных торговых комплексов являются своды правил СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения», СП 160.1325800.2014 «Здания и комплексы многофункциональные [31].

Выбор используемых при проектировании национальных стандартов и сводов правил основывается на классе функциональной пожарной опасности помещений, размещение которых планируется в торговом комплексе.

Таким образом, система стандартизации в области проектирования торговых комплексов в России является достаточно развитой.

## 2.2 Анализ пожарной опасности торгово-развлекательных центров

Для многофункциональных торговых комплексов большую опасность представляют размещаемые в общем объеме и ничем не выгораживаемые торговые и развлекательные объекты, среди которых, как правило, имеются [32]:

- детские развлекательные площадки, где установлены аттракционы с облицовочным декоративным покрытием из пластика, городки и горки с использованием деревянных и пластиковых конструкций, сухие бассейны с наполнением пластиковыми шариками;
- батутные центры, в которых присутствует значительная пожарная нагрузка в виде поролонового или иного синтетического наполнения матов, трюковых ям, обивки стен, оборудования и покрытия пола;
- объекты островковой торговли, которые в целях увеличения прибыли размещают в атриумах и пассажах, – то есть непосредственно на горизонтальных участках эвакуации. Каждый такой островок торговли имеет площадь не более 10 м<sup>2</sup> и не подлежит выделению ограждающими конструкциями [33]. Но в торговых центрах данные островки торговли, содержащие значительное количество пожарной нагрузки, зачастую размещены сплошной линией по центру эвакуационного прохода, между основными магазинами – и в итоге площадь торговли может достигать нескольких сотен квадратных метров.

Пожарная нагрузка на этих объектах, размещенных на путях эвакуации и в местах массового скопления людей, зачастую представлена сильногорючими, легковоспламеняемыми материалами, имеющими высокую дымообразующую способность и чрезвычайную опасность по токсичности продуктов горения.

Большую опасность представляет собой неправильное принятие параметров автоматической пожарной сигнализации, противодымной защиты,

системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, эффективностью работы автоматических установок пожаротушения и возможностью проведения мероприятий по спасению людей.

Среди таких нарушений можно выделить следующие [34]:

- превышение установленной площади пожарного отсека в пределах этажа здания;
- встраивание помещений различных классов функциональной пожарной опасности без нормативного отделения их друг от друга противопожарными преградами с нормируемым пределом огнестойкости;
- превышение установленной высоты здания;
- защита стальных конструкций с приведенной толщиной металла менее 5,8 мм тонкослойными огнезащитными покрытиями в торговых комплексах I-II степени огнестойкости;
- размещение пожарных извещателей автоматической пожарной сигнализации в помещениях с высотой более 20 метров;
- нарушение требований к проектированию системы противодымной защиты в части разделения площадей торгового комплекса на зоны дымоудаления, превышающие 3000 м<sup>2</sup>;
- размещение оросителей системы автоматического пожаротушения на высоте, превышающей 20 метров;
- устройство системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре без разделения здания торгового комплекса на зоны пожарного оповещения;
- размещение лифтов для пожарных без обеспечения доступа на каждый этаж, в каждый пожарный отсек здания в нарушение требований ГОСТ Р 53296-2009 «Установка лифтов для пожарных в зданиях и сооружениях. Требования пожарной безопасности»;
- устройство эвакуационных путей по «условно» защищенным путям (атриумное пространство, коридоры безопасности и пр.);

– встраивание взрывопожароопасных помещений в здание торгового комплекса, среди которых может быть хлебопекарное производство с полным циклом обработки, зарядные аккумуляторов, дизельные электростанции с запасом дизельного топлива, котельные и т. д.

Появлению подобных недостатков, как правило, способствует несколько причин, основными из которых являются участие в проектировании большого количества субподрядных организаций, недостаточная согласованность их действий, отсутствие надлежащего контроля со стороны главного инженера проекта генеральной проектной организации и т. п.

### 2.3 Автоматические системы противопожарной защиты торгово-развлекательных комплексов

Эксплуатация торгово-развлекательных центров, как правило, связана с необходимостью защиты объекта автоматическими системами противопожарной защиты различных видов (система пожарной сигнализации, система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, автоматические установки пожаротушения, система дымоудаления и др.).

Здания торгово-развлекательных центров оборудуются автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией в соответствии с требованиями приложения А СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [35].

Чтобы устанавливаемое оборудование обеспечивало требуемый уровень защиты и работало корректно, перед началом его монтажа проводится проектирование системы пожаротушения. Имея проектную документацию, которая отвечает всем требованиям и нормам законодательства в сфере пожарной безопасности, можно будет приступить к самой установке соответствующего оборудования. Такие системы обязательно будут работать правильно, обеспечивая требуемый уровень защиты.

Основная цель, которую следует воплотить в процессе создания проектной документации, является защита жизни людей в случае возникновения возгораний на объекте. Следующей целью, которую нужно достичь, является минимизация материального ущерба ценностям, хранимым на объекте, а также самому объекту.

Эффективно реализовать перечисленные задачи можно с применением автоматических систем пожаротушения. На сегодняшний день существует много разновидностей этих систем, для каждой из которых отличается и само проектирование (рис. 4).

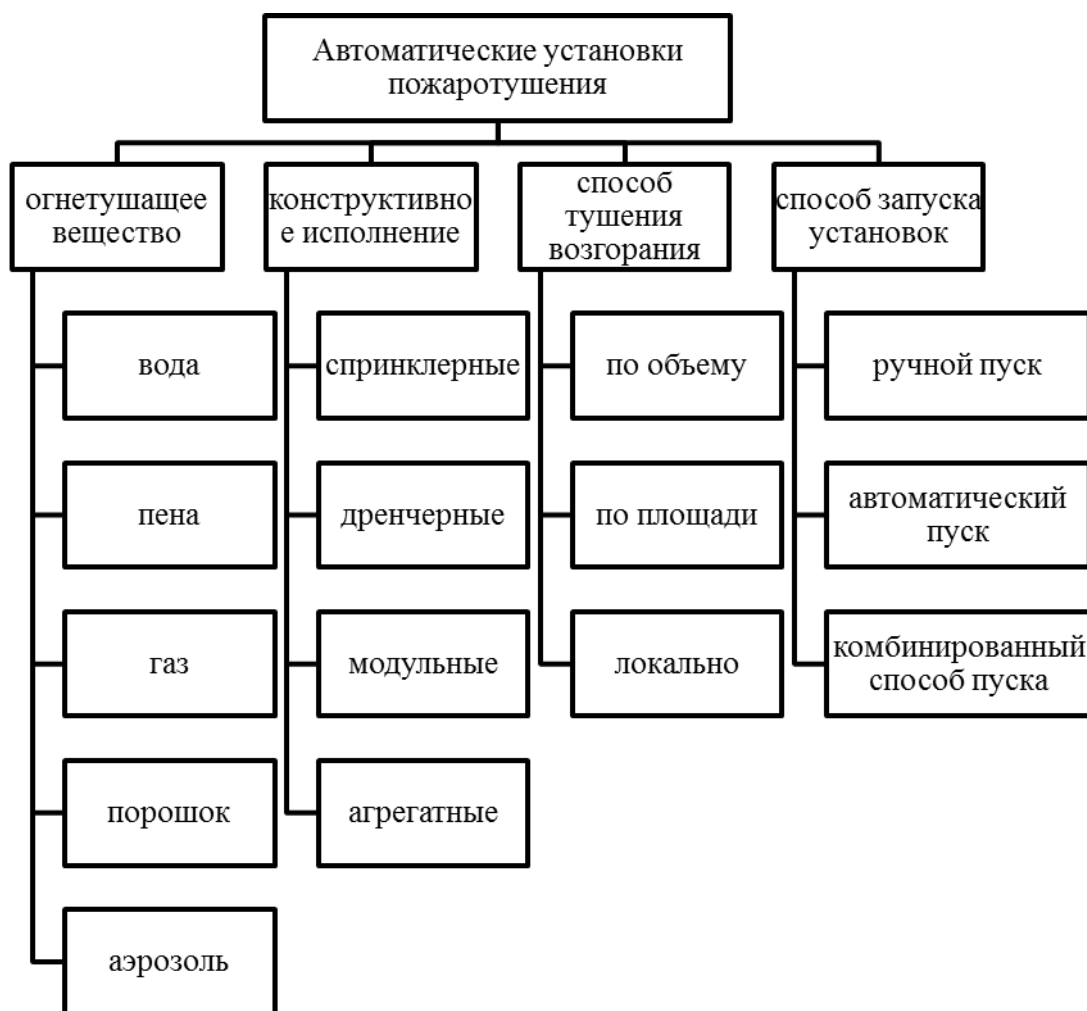


Рисунок 4 – Классификация автоматических систем пожаротушения

Для каждой из них следует учитывать конкретные нюансы, которые впоследствии влияют на функциональность и корректность работы создаваемой противопожарной защиты.

Проектирование систем пожаротушения представляет собой сложный и ответственный процесс составления технической документации для оборудования объекта различными средствами пожарной защиты. Работы по разработке проекта системы пожаротушения такие же важные, как и разработка системы пожарной сигнализации. Поэтому для их выполнения следует обращаться в специальные компании, которые прошли соответствующую проверку, аттестацию и получили лицензию от МЧС, а также допуск к такому типу работ от проектного СРО. Лицензия на проектирование и монтаж систем пожаротушения выдается компании длительностью на пять лет с возможностью ее последующего продления на аналогичный срок.

Установки пожаротушения и сигнализации создают согласно норм и правил проектирования, учитывая общегосударственную и региональную нормативную документацию, действующую на момент создания проекта. Также следует учитывать некоторые инженерно-строительные особенности защищаемых объектов и возможность использования того или иного вещества для борьбы с огнем.

К основным целям проектирования систем противопожарной защиты относятся [36]:

- своевременная нейтрализация всех очагов возгорания до момента достижения критических факторов пожара;
- ликвидация огня до момента превышения предела огнестойчивости конструктивных элементов здания;
- нейтрализация очагов возгорания с минимальным ущербом для материальных ценностей объекта;
- предотвращение опасности, связанной с разрушением технологического оборудования.

План пожаротушения объекта, включаемый в проектную документацию, должен предусматривать, что применяемые установки должны выполнять также и роль сигнализации, оповещающей о возгорании на объекте и передающей сигналы на систему управления эвакуацией персонала.

Тип установки для борьбы с пожаром, способ нейтрализации огня, а также тип огнетушащих веществ должен выбираться проектирующей организацией в соответствии с учетом вероятной пожароопасности, а также физико-химических параметров материалов и веществ, которые могут пребывать внутри помещения, а также оборудования, которое там используется.

Выполняя проектирование пожаротушения следует предусмотреть, что в случае срабатывания установки пожаротушения, должна предусматриваться подача исполнительного сигнала на устройства, отключающие технологическое оборудование, имеющееся на защищаемом объекте.

Нормы проектирования автоматического пожаротушения с применением этих установок предусматривают, что они должны выполнять две функции: локализации возгорания и тушения открытых очагов пламени.

Процедура проектирования системы пожаротушения включает в себя следующие этапы:

- сбор информации о защищаемом объекте;
- составление технического задания;
- выбор метода тушения пожара и огнетушащих веществ;
- подбор оборудования;
- составление самого проекта;
- согласование проектной документации с пожарным надзором МЧС;
- сдача проекта заказчику.

Автоматизированная система пожаротушения для ТРЦ (ТРК) должна включать в состав следующие элементы:

1. Система противопожарной сигнализации;
2. Система оповещения и эвакуации;

### 3. Система автоматического пожаротушения.

Все перечисленные установки управляются с единого приемо-контрольного пункта, который осуществляет управление всеми исполнительными механизмами.

Последовательность его действий примерно следующая:

1. Получив уведомление об обнаружении очага возгорания, включаются система оповещения и аудио-уведомления;

2. Осуществляется отсечение и локализация очага возгорания при помощи водяных завес и противопожарных экранов (штор), параллельно включаются установки дымоудаления и производится отсылка тревожного сигнала на пульт в диспетчерской.

Наиболее технически грамотные системы автоматизированного пожаротушения в торговых комплексах являются гибридными и объединяют несколько типов с одной или несколькими насосными станциями. Область их применения обусловлена спецификой товара, находящегося в подконтрольном секторе.

Дренчерные системы используются для отсекаания пламени в качестве водяных завес, для тушения торговых залов с пищевыми продуктами и товаром, не боящимся воздействия влаги, для ликвидации возгораний на технических этажах и в подземных парковках [37].

Спринклерные установки применяются в отделах со сложной планировкой и обилием небольших помещений [38].

Установки для тушения тонкораспыленной водой рекомендуются к применению в торговых залах, торгующих электроникой и электроаппаратурой, так как использование газовых, порошковых или аэрозольных огнетушащих веществ в общественных местах с большим потоком людей имеет существенные ограничения. Для повышения эффективности в воду могут добавлять различные поверхностно активные или абсорбирующие вещества:

– фаерсорб;

- сульфанола;
- сульфанаты натрия;
- смачиватели, снижающие поверхностное натяжение.

Таким образом, для торгово-развлекательных центров оптимальным вариантом является монтаж спринклерных систем пожаротушения, в которых в качестве огнетушащего вещества используется вода. По сравнению с прочими противопожарными системами, водяные установки не способны причинить вред здоровью людей, которые находятся рядом с ними. К тому же вода обладает ценным свойством: в процессе парообразования она расширяется в объёме более, чем в 1500 раз. Образующееся огромное паровое облако вытесняет воздух, в составе которого присутствует кислород – необходимая составляющая для развития горения. А это значит, что для воды свойствен эффект объёмного тушения, благодаря которому она создаёт все условия для изолирования очага возгорания. Кроме того, вода является дешёвым и доступным материалом, который с помощью спринклерных установок можно легко подать к месту пожара.

## 2.4 Система пожарной безопасности торгово-развлекательного центра

Пожарная безопасность ТРК обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями (рис.5) [39].



Рисунок 5 – Обеспечение пожарной безопасности объекта

Система предотвращения пожара достигается предотвращением

образования горючей среды и (или) предотвращением образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания.

Организационно-технические мероприятия включают в себя:

- организацию пожарной охраны (добровольные пожарные дружины);
- паспортизацию веществ, материалов, изделий, здания в части обеспечения пожарной безопасности;
- привлечение общественности к вопросам обеспечения пожарной безопасности (участие в составе добровольных пожарных формирований);
- организацию обучения работающих правилам пожарной безопасности на производстве, а населения - в порядке, установленном правилами пожарной безопасности;
- разработку и реализацию норм и правил пожарной безопасности, инструкций о соблюдении противопожарного режима и действиях людей при возникновении пожара;
- изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности;
- определение порядка хранения веществ и материалов, тушение которых недопустимо одними и теми же средствами, в зависимости от их физико-химических и пожароопасных свойств;
- нормирование численности людей в ТРК по условиям безопасности их при пожаре;
- разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих и посетителей на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей.

Система противопожарной защиты достигается применением:

- средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;
- автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
- основных строительных конструкций и материалов с нормированными показателями пожарной опасности;

- пропитки конструкций объектов антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных красок (составов);
- устройствами, ограничивающими распространения пожара;
- организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей;
- применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара;
- применением средств противодымной защиты.

Следует отметить, что автоматические системы противопожарной защиты – наиболее эффективные средство борьбы с пожарами. В отличие от ручных устройств они обеспечивают оперативную и результативную локализацию возгораний с минимальным риском для жизни и здоровья. Надежность систем пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации обеспечивается рядом мероприятий, осуществляемых, как при проектировании, так и при непосредственной эксплуатации.

## 2.5 Краткая характеристика объекта

Торгово-развлекательный центр «Радуга» расположен по адресу: Кемеровская область, г.Тайга, ул. 40 лет Октября, 18.

Организационно-правовая форма – Общество с ограниченной ответственностью.

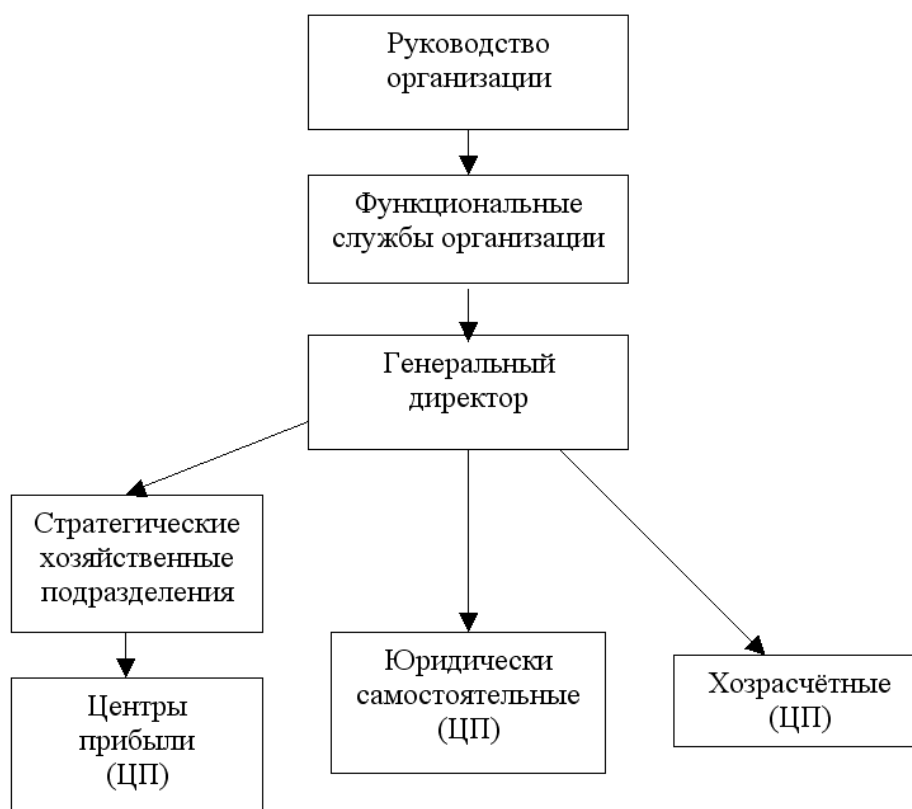


Рисунок 6 – Принципиальная организационная структура управления ТРЦ «Радуга» с использованием концепции стратегического хозяйственного подразделения

Торгово-развлекательный центр состоит из:

- встроенной надземной неотапливаемой автостоянки закрытого типа под зданием на отметке минус 3.90, площадью до 13000 кв. м.;
- предприятий торговли и общественного питания на 3-х этажах центра, с антресолями для размещения торговых, административных, бытовых и технических помещений, площадь этажа на отметках 0.00, 3.600, 7.200 до 26000 кв. м.;
- оздоровительного центра, который включает в себя детский клуб на отм.0.000, фитнес центр на отметке 3.600 и фудкорт на отметке 7.200, с площадью этажа до 2600 кв.м.

Этаж на отметке минус 3.900 включен в число надземных этажей. Основные входы в торгово-развлекательную часть зданий размещены на отметках от минус 3.900 до минус 1.950.

В осях Р-С/3-7 и П-Р/12-15 здания предусмотрены проемы в междуэтажных перекрытиях, в том числе для размещения эскалаторов, траволаторов, пешеходных транспортеров.

В центральной части здания размещается двухсветное помещение с торговыми площадями продовольственного дискаунтера (торговый зал гипермаркета).

Основные характеристики:

- высота здания – до 18 м.;
- этажность здания – 4 этажа, в том числе, встроенной автостоянки 1 этаж, торгово-развлекательной части здания – 3 этажа;
- степень огнестойкости торгово-развлекательного центра – II;
- класс конструктивной пожарной опасности здания – С0;
- здание многофункциональное.

Классы функциональной пожарной опасности групп размещаемых помещений – Ф 3.1 (предприятия торговли), Ф 3.2 (предприятия общественного питания), Ф3.6 – (детский клуб с фитнес центром), Ф 5.1 (технические помещения, обслуживающие здание), Ф 5.2 (автостоянки, технические, кладовые, складские и загрузочные помещения), Ф 4.3 (офисные помещения).

Здание разделено на 6 пожарных отсеков противопожарными стенами 1-го типа и перекрытиями 1-го типа.

Согласно требованиям нормативных документов в области пожарной безопасности проектируемый объект должен быть защищен автоматической пожарной сигнализацией, кроме помещений:

- с мокрыми процессами (душевые, санузлы, охлаждаемые камеры, помещения мойки и т.п.);
- венткамер (приточных, а также вытяжных, не обслуживающих производственные помещения категории А или Б), насосных водоснабжения, бойлерных и др. помещений для инженерного оборудования здания, в которых отсутствуют горючие материалы;

- категории В4 и Д по пожарной опасности;
- лестничных клеток.

Анализ системы пожарной безопасности торгово-развлекательного центра «Радуга» позволяет определить необходимые меры по повышению уровня противопожарной защиты. При этом непосредственный анализ включает следующие этапы:

- анализ предотвращения образования горючей среды в ТРЦ;
- анализ предотвращения образования источника зажигания в горючей среде;
- анализ системы активной и пассивной противопожарной защиты;
- анализ выполнения организационно-технических мероприятий.

Результаты анализа плотности пожарной нагрузки в торгово-развлекательных центрах свидетельствуют, что ее значения колеблется в диапазоне 400-800 МДж/м<sup>2</sup>. Однако в некоторых локальных случаях это значение может многократно увеличиваться до 5000-7000 МДж/м<sup>2</sup>.

В здании одновременно в обращении находится довольно широкий ассортимент веществ и материалов: продукты питания в бумажной, пластиковой упаковке; бытовая химия; текстильная продукция (постельное белье, одежда); обувь; посуда из пластика; канцтовары; электротовары; бумага (картонные коробки); деревянные поддоны и т.д..

Торговая и складская зона характеризуется большим количеством товара и большой плотностью размещения и хранения.

Таким образом, основными горючими материалами в здании торгового комплекса являются: бумага; текстильные изделия; пластик; резина; древесина.

Кроме того, пожарную нагрузку также формируют автомобили, находящиеся на автостоянке ТРЦ.

Анализ показывает, что специальных системных решений и мероприятий, направленных на уменьшение пожарной нагрузки, в ТРЦ не осуществляется. Основная причина – это отсутствие нормативных требований по ограничению пожарной нагрузки. К тому же ограничение пожарной

нагрузки сопряжено с сокращением торговых площадей, что будет сказываться на экономической деятельности центра.

Тем не менее некоторые режимные мероприятия на объекте проводятся:

- использование при строительных и отделочных работах только огнестойких (негорючих) материалов, что подтверждается соответствующими сертификатами;
- применение материалов для отделки стен и потолков с допустимой пожарной опасностью.

В ТРЦ основными источниками зажигания являются:

- тепловое проявление электрической энергии в виде коротких замыканий, больших переходных сопротивлений, перегрузкой сетей и оборудования, пробоем, а также разрядами атмосферного электричества;
- открытый огонь и искры – неосторожное обращение с огнем, нарушение противопожарного режима и регламента проведения огневых работ, курение и т.п.

Для предотвращения образования в горючей среде источников зажигания предусмотрено выполнение следующих мероприятий:

- проектирование, монтаж, эксплуатация электрических сетей, электроустановок и электрических изделий, а также контроль за их техническим состоянием осуществляется в соответствии с требованиями нормативных документов по электроэнергетике;
- в помещениях установлено электрооборудование со степенью защиты оболочек, исходя из класса зон по ПУЭ;
- с целью предотвращения перегрузки и защиты от короткого замыкания силовые и осветительные электрические сети имеют автоматы защиты, что исключает возникновение пожара от указанных факторов;
- соединения токоведущих жил электропроводов выполнены пайкой, опрессовкой, специальными зажимами, что исключает возникновение пожара от перегрева проводов в результате высоких переходных сопротивлений;

– изоляция токоведущих жил электропроводов подвергнута испытаниям на предмет сопротивления с целью определения эффективности защитных свойств.

При эксплуатации электроустановок действующими инструкциями запрещено:

– использовать приемники электрической энергии в условиях, не соответствующих требованиям инструкций заводов изготовителей, или приемники, имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации, могут привести к пожару, а также эксплуатировать электропровода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией;

– пользоваться поврежденными розетками, рубильниками, другими электроустановочными изделиями;

– обертывать электролампы и светильники бумагой, тканью и другими горючими материалами, а также эксплуатировать светильники со снятыми колпаками (рассеивателями), предусмотренными конструкцией светильника;

– пользоваться электроутюгами, электроплитками, электрочайниками и другими электронагревательными приборами, не имеющими устройств тепловой защиты, без подставок из негорючих теплоизоляционных материалов, исключающих опасность возникновения пожара;

– применять нестандартные (самодельные) электронагревательные приборы, использовать некалиброванные плавкие вставки или другие самодельные аппараты защиты от перегрузки и короткого замыкания;

– размещать (складировать) у электрощитов, электродвигателей и пусковой аппаратуры горючие (в том числе легковоспламеняющиеся) вещества и материалы.

Управление освещением осуществляется выключателями по месту и автоматическими выключателями со щитов освещения.

Пассивная противопожарная защита на объекте обеспечивается принятыми объемно-планировочным и конструктивным решениям.

Основные требования к указанным решениям изложены в СП 2.13130.2012, СП 4.13130.2013, СП 154.13130.2013, СП 1.13130.2009. Нарушений технических нормативных правовых актов не выявлено.

При экспертизе объемно-планировочных решений исследовались требования, предъявляемые к:

- этажности;
- площадям этажей, пожарных отсеков;
- разделению отсеков на пожарные секции;
- максимальной площади помещений;
- размещению взрыво- и пожароопасных помещений на этажах;
- высоте этажей и помещений, прежде всего с массовым пребыванием людей;
- размещению помещений другого назначения в здании ТРЦ;
- допустимости и соответствию размещения помещений разного функционального назначения и пожарной опасности смежно друг с другом;
- изоляции подвальных и цокольных этажей, лестничных клеток здания.

При экспертизе конструктивных решений исследованы вопросы:

- необходимости противопожарных стен и зон;
- требуемого количества противопожарных стен для деления здания на пожарные отсеки;
- наличие фундаментов у противопожарных стен;
- пересечение противопожарными стенами строительных конструкций и этажей;
- высота противопожарных стен;
- расстояние между проемами в противопожарных стенах при примыкании одной части здания к другой под углом;
- наличие и устройство вентиляционных и дымовых каналов в противопожарных стенах;

- допустимость и устройство проемов в противопожарных стенах;
- наличие и защита проемов в противопожарных стенах;
- наличие на пересечении стен коммуникациями устройств, предотвращающих распространение горения;
- защита отверстий и проемов в противопожарных стенах;
- необходимость и устройство противопожарных перегородок, перекрытий, их тип;
- пределы огнестойкости и пределы распространения огня перегородок, перекрытий;
- допустимость пересечения перегородками подвесных потолков;
- присутствие в местах пересечения противопожарных перекрытий 1-го типа коммуникациями устройств, предотвращающих распространение горения;
- защита проемов в противопожарных перегородках;
- необходимость устройства, наличие и тип противопожарных дверей, окон, ворот и люков, их пределы огнестойкости;
- присутствие уплотнений в дверных притворах;
- наличие и состояние устройств самозакрывания дверей;
- исправность механизмов открытия окон;
- необходимость устройства и наличие тамбур-шлюзов, открытых тамбуров;
- соответствие пределов огнестойкости элементов тамбур-шлюза;
- размеры тамбур-шлюзов, наличие подпора воздуха, величина подпора.

Активная противопожарная защита обеспечивается специальными техническими устройствами, к которым относят:

- система пожарной сигнализации;
- система пожаротушения;
- система оповещения и управления эвакуацией при пожаре;
- система наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения;

– система дымоудаления.

На указанные системы специалисты возлагают большие надежды в случае пожара, так как они позволяют оперативно отреагировать на ситуацию и обеспечить своевременную эвакуацию людей.

Стоит напомнить, что при пожаре в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» в г. Кемерово (Российская Федерация) в момент пожара система пожарной сигнализации, система оповещения и управления эвакуацией находились в выключенном состоянии, а системы пожаротушения и дымоудаления вообще отсутствовали. Работающая система вентиляции только усугубляла обстановку – воздушные потоки разгоняли огонь и дым по соседним с игровой зоной помещениям.

Эти грубейшие нарушения многие специалисты оценивают в качестве основных причин гибели 64 человек, в том числе 41 ребенка.

При проведении анализа противопожарной защиты исследуемого объекта выяснилось, что организационные мероприятия по пожарной безопасности на объекте руководством и персоналом проводятся формально – «для галочки», что недопустимо для обеспечения общей безопасности. В связи с этим необходимы мероприятия по актуализации систем автоматической защиты объекта от возгораний и защиты сотрудников и посетителей при нештатных ситуациях: задымлениях, возгораниях, пожарах, экстренной эвакуации и т.д.

На основании вышесказанного в следующем разделе будет проведен более детальный анализ технического состояния существующей автоматической пожарной сигнализации, противодымной защиты здания, а также выполнены инженерные расчеты по проверке системы противодымной защиты.

### 3 Расчеты и аналитика

#### 3.1 Автоматическая пожарная сигнализация

Автоматическая пожарная сигнализация (далее – АПС) предназначена для своевременного обнаружения очага пожара и сообщения о месте его возникновения на пост охраны либо в место с круглосуточным пребыванием дежурного персонала, а также включения системы оповещения людей о пожаре и управления инженерным оборудованием здания (отключения общеобменной вентиляции и включения систем противодымной вентиляции).

АПС позволяет обеспечить возможность решения следующих задач:

- контроль обстановки в защищаемых помещениях, защита материальных ценностей, находящихся в них;
- защиту собственных ресурсов системы;
- реализацию необходимых мер по защите жизни и здоровья людей, находящихся в помещениях.

АПС формирует сигнал тревоги о пожаре от автоматических и ручных пожарных извещателей.

Все применяемое оборудование отвечает нормам и требованиям СП5.13130.2009 [1] и имеет сертификаты соответствия и пожарной безопасности.

Проектом предусматривается АПС адресного типа. Построение системы АПС предусматривается на базе интегрированной системы охраны «Орион» производства ЗАО НВП «Болид» (г.Королев). Выбор данного оборудования обуславливается гибкостью и многофункциональностью системы, а также наличием возможности ее расширения до 127 управляемых приборов.

Функции контроля и управления системой выполняет пульт контроля и управления (далее – ПКУ) С2000М, который является главным узлом

управления системой и соединен с автоматизированным рабочим местом (АРМ) – персональным компьютером. ПКУ С2000М и АРМ устанавливаются в помещении опорного пункта пожаротушения на отм.0.000 в осях Ж-И/1-5. Для оборудования данного объекта АПС применяются: контроллеры двухпроводной линии связи С2000-КДЛ (шлейфы АПС), блоки контрольно-пусковые С2000-КПБ (управляющие сигналы систем противопожарной защиты), блоки сигнально-пусковые С2000-СП4(24) (пуск дренчерной завесы в помещениях продовольственного дискаунтера на отм.0.000). Управление всеми приборами в системе производится с пультов С2000М по линии интерфейса RS-485. Установка всех перечисленных приборов, за исключением С2000М, возможна вне помещения охраны на высоте 2,2м от пола либо в ящике для аппаратуры, исключающем доступ посторонних лиц.

Контроллер двухпроводной линии «С2000–КДЛ» анализирует состояние адресных датчиков и расширителей (до 127шт.), включаемых в его двухпроводную линию связи (далее – ДПЛС), передает пульту по интерфейсу информацию об их состоянии.

При появлении, контролируемых адресными извещателями, первичных признаков пожара (дым) контроллер двухпроводной линии «С2000-КДЛ», проводя периодический опрос адресных извещателей двухпроводной линии связи, регистрирует состояние извещателей, формирует и передает по магистрали (интерфейсу) RS-485 сигналы тревожных событий «Внимание», «Пожар» и «Норма» на пульт контроля и управления «С2000М».

Для отображения состояния разделов интегрированной системы безопасности используется АРМ.

ПКиУ «С2000М» осуществляет прием тревожных сообщений от контроллера «С2000-КДЛ». На основе полученной информации, отображает информацию, вырабатывает управляющие команды на соответствующее оборудование (релейные блоки), которые, в свою очередь, выдают сигналы на управление системами противопожарной защиты и инженерным оборудованием объекта защиты.

Приемно-контрольные приборы и другое оборудование применяются в соответствии с требованиями государственных стандартов, нормативных требований в области пожарной безопасности, технической документацией, с учетом климатических, механических, электромагнитных и других воздействий в местах их размещения. Обеспечивается резерв емкости приемно-контрольных приборов не менее 10% от общего количества шлейфов при их числе 10 и более.

Питание приборов осуществляется от резервных источников питания РИП-24 (24В-3А-17) исп.01, которые в свою очередь запитаны от сети переменного тока напряжением 220В, 50Гц. При отключении основного питания автоматически происходит переключение на питание от резервной линии (далее – АВР). Резервированный источник питания обладает защитой от переплюсовки аккумуляторной батареи, защиту от короткого замыкания и перегрузки цепей с полным восстановлением работоспособности после устранения неисправности и наличием дистанционного выхода пропадания сетевого (основного) питания и короткого замыкания цепей.

В защищаемых помещениях проектом предусматриваются к монтажу извещатели пожарные дымовые оптико-электронные адресно-аналоговые ИП 212-34А (ДИП-34А-01-01), а также извещатели тепловые линейные (термокабель) через адресные расширители С2000-АР2 в неотапливаемой автостоянке в соответствии с положениями приложения М СП5.13130.2009. Извещатель адресный пожарный дымовой «ДИП-34А» при превышении «порога запыленности» формирует сигнал «требуется обслуживание». При начальном задымлении в помещениях происходит переход извещателя пожарного дымового адресно-аналогового «ДИП-34А» в состояние «Внимание», а при дальнейшем увеличении концентрации дыма – в состояние «Пожар».

На путях эвакуации (у эвакуационных выходов) и у шкафов пожарных кранов, проектом предусматривается установка извещателей пожарных ручных адресных ИПР513-3А с целью оперативной подачи сигнала о пожаре на пост с

круглосуточным пребыванием дежурного персонала и включения систем противопожарной защиты здания (приложение Н СП5.13130.2009 [1]).

Адресно-аналоговые пожарные извещатели «ДИП-34А», «ИПР513-3А» и адресные расширители С2000-АР2 подключаются с помощью двухпроводной линии связи к контроллеру двухпроводной линии «С2000-КДЛ».

АПС выполняется без права отключения, для обеспечения круглосуточной работы пожарных извещателей.

В местах пересечения кабелями (шлейфами и линиями связи АПС и СОУЭ) противопожарных преград проектом предусматривается применение универсальных сертифицированных кабельных проходок.

Размещение пожарных извещателей производится в строгом соответствии с разделом 13.3 СП 5.13130.2009 [1].

Количество автоматических пожарных извещателей определяется необходимостью обнаружения загораний на контролируемой площади помещений или зон помещений, а количество извещателей пламени – и по контролируемой площади оборудования.

Пульт контроля и управления «С2000М», входящий в состав системы АПС, произведен фирмой ЗАО НВП «Болид» и предназначен для использования в составе системы охранно-пожарной сигнализации на средних и больших объектах. Работает совместно с приемно-контрольными приборами «Сигнал-20», «Сигнал-20П», «С200-4», «Сигнал-20» серия 02, контроллерами двухпроводной линии «С2000КДЛ», приборами приемно-контрольными и управления «С2000-АСПТ», релейными блоками «С2000-КС», блоками индикации «С2000-БИ», контроллерами управления доступом «С2000-2» [2].

Основные функции:

- контроль до 127 приборов, подключенных к пульту по интерфейсу RS-485;
- отображение на жидкокристаллическом индикаторе, регистрация на принтере и протоколирование в энергонезависимом буфере всех происходящих в системе событий;

- сигнализация тревог на встроенном звуковом сигнализаторе;
- объединение шлейфов в разделы;
- управление взятием/снятием и контроль состояния разделов как с пульта, так и с клавиатур;
- разграничения полномочий пользователей на основе системы паролей;
- автоматическое управление релейными выходами Блока «С2000-СП1» в соответствии с состоянием разделов;
- передача происходящих в системе событий блоку индикации «С2000-БИ».

Контроллер двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ» (далее – контроллер), входящий в состав системы передачи извещений «СПИ-2000А» АЦДР.425621.001 интегрированной системы охраны «Орион», предназначен для охраны объектов от проникновения и пожаров путем контроля состояния адресных зон (зон), которые могут быть представлены адресными охранными, пожарными и охранно-пожарными извещателями и/или контролируемыми цепями (далее – КЦ) адресных расширителей (далее – АР), управления выходами адресных сигнально-пусковых блоков, включенных параллельно в двухпроводную линию связи (далее – ДПЛС), выдачи тревожных извещений при срабатывании извещателей или нарушении КЦ АР на пульт контроля и управления «С2000» (ПКУ) (версии 1.20 и выше) или компьютер по интерфейсу RS-485, также для локального управления собственными адресными зонами и централизованным управлением зонами, входящими в состав разделов системы [2].

Возможность работы по интерфейсу RS-485 позволяет использовать контроллер в интегрированной системе охраны «Орион».

Встроенные тактики работы контроллера также позволяют использовать его в инженерных системах (учет расхода ресурсов, управления исполнительными устройствами, терморегулирования).

Конструкция контроллера не предусматривает его использование в условиях воздействия агрессивных сред, пыли, а также во взрывопожароопасных помещениях.

По устойчивости к механическим воздействиям исполнение контроллера соответствует категории размещения 03 по ОСТ 25 1099-83.

По устойчивости к климатическим воздействиям контроллер выпускается в исполнении 3 по ОСТ 251099-83, но для работы при температуре от 243 до 323 К (от минус 30 до +50 °С).

Основные характеристики:

- напряжение питания контроллера от внешнего источника питания постоянного тока – от 10,2 до 28,4 В (например, «РИП-12», «РИП-24» и т.п.).

Количество вводов питания – 2;

- потребляемая мощность контроллером – не более 4 Вт;

- потребляемый ток контроллером при питании от источника с выходным напряжением 12 В:

- а) максимальное значение – не более 400 мА;

- б) типовое значение при отключенных АУ – 80 мА;

- в) типовое значение при подключенных 127 АУ с потреблением 0,5 мА каждое – 160 мА;

потребляемый ток контроллером при питании от источника с выходным напряжением 24 В:

- а) максимальное значение – не более 200 мА;

- б) типовое значение при отключенных АУ – 40 мА;

- в) типовое значение при подключенных 127 АУ с потреблением 0,5 мА каждое – 80 мА.

Контроллер обеспечивает питание всех подключенных АУ суммарным токопотреблением не более 100мА.

Количество адресуемых зон (адресных извещателей и КЦ адресных расширителей, входов адресных счетчиков расхода, выходов реле сигнально-пусковых блоков), подключаемых к контроллеру по двухпроводной линии

связи (информационная емкость), – 127.

Количество подключаемых считывателей электронных ключей TouchMemory, Proximity-карт или PIN-кода с выходным интерфейсом TouchMemory (1-Wire,  $\mu$ -LAN) или Wiegand – 1.

Емкость памяти кодов ключей TouchMemory (Proximity-карт, PIN-кодов) – 512.

Расстояние от контроллера до считывателя – не более 100 м.

Длина двухпроводной линии связи – не более 700 м при сечении жил проводов  $0,75\text{мм}^2$  (диаметр жил не менее 0,9 мм) в режиме максимальной нагрузки в конце линии.

Основные функции блока контрольно-пусковой «С2000-КПБ»:

- управление шестью исполнительными устройствами (световые и звуковые оповещатели, электромагнитные замки, модули порошкового или аэрозольного пожаротушения, видеокамеры и др.) по интерфейсу RS-485;

- контроль исправности цепей подключения исполнительных устройств (отдельно на ОБРЫВ и КЗ);

- защита от включения исполнительных устройств при различных неисправностях блока (например, выходе из строя его элементов);

- контроль массы и давления огнетушащего вещества в установках газового пожаротушения;

- контроль срабатывания модулей пожаротушения;

- передача сообщений по интерфейсу RS-485 на пульт «С2000», ППКУП «С2000-АСПТ» или АРМ «Орион»;

- контроль несанкционированного вскрытия корпуса блока;

- контроль напряжения питания и наличия связи по интерфейсу RS-485;

- встроенная диагностика работоспособности блока;

- световая индикация состояния каждого выхода.

Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный адресно-аналоговый ИП 212-34А «ДИП-34А-01-01» АЦДР.425232.002-01-01 (в дальнейшем – извещатель) применяется в системах пожарной сигнализации и

предназначен для обнаружения возгораний, сопровождающихся появлением дыма в закрытых помещениях различных зданий и сооружений, путем регистрации отраженного от частиц дыма оптического излучения и выдачи извещений «Пожар», «Внимание» или «Норма» в ответ на адресный запрос от пульта контроля и управления (ПКУ) «С2000» или АРМ «Орион» через контроллер двухпроводной линии «С2000-КДЛ». Кроме того, извещатель по запросу пульта сообщает о текущем состоянии, соответствующем уровню задымленности или запыленности дымовой камеры.

На основе этого сообщения оператор пульта может принимать решение о проведении профилактики или ожидании сообщения «Внимание» при появлении дыма в начальной стадии пожара.

Основные технические данные:

- чувствительность извещателя, дБ/м - от 0,05 до 0,2;
  - инерционность извещателя, с - не более 10;
  - степень защиты оболочки - IP 41;
  - напряжение в линии связи, В - от 8 до 10;
  - потребляемый ток, мА - не более 0,5;
  - время технической готовности, с - не более 60;
  - диапазон температур, °С - от минус 30 до +55;
  - относительная влажность воздуха, % - до 93 при +40 °С;
  - масса, кг - не более 0,2;
  - температура транспортировки и хранения, °С - от минус 50 до +50;
- габариты, мм:
- диаметр - не более 100;
  - высота - не более 52.

Извещатель пожарный ручной адресный «ИПР513-ЗА исп.01» АЦДР.425211.002-01 (в дальнейшем – извещатель) применяется в системах пожарной сигнализации и предназначен для охраны объектов от пожаров путем ручного включения сигнала пожарной тревоги при работе в составе комплекса технических средств «Орион» АЦДР.425513.016 ПС. Электропитание и

информационный обмен извещателя осуществляется по двухпроводной линии связи (ДПЛС) контроллера «С2000-КДЛ».

Извещатель рассчитан на непрерывную круглосуточную работу и относится к невосстанавливаемым, периодически обслуживаемым изделиям.

В функции установки автоматической пожарной сигнализации входит выдача сигнала на управление системами инженерного оборудования и противопожарной защиты здания. К ним относятся:

- система автоматического оповещения персонала и службы охраны в случае возгорания в контролируемых помещениях;
- система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- отключение систем общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха (выключение вентиляторов и закрытие огнезадерживающих клапанов);
- включение систем противодымной вентиляции (включение вентиляторов подпора и дымоудаления, открытие клапанов дымоудаления);
- отключение технологического оборудования, в том числе лифтов по следующему алгоритму: после принятия команды о возникновении пожара обеспечивается автоматический переход лифта в режим «пожарная опасность», при котором обеспечивается принудительное движение кабины на назначенный (в данном случае первый) этаж и ее фиксация на данном этаже с открытыми дверями. При возникновении пожара на основном посадочном (в данном случае первом) этаже в качестве назначенного предусматривается второй этаж здания, с которого осуществляется эвакуация. Выбор того или иного этажа в качестве назначенного осуществляется программированием системы автоматической пожарной сигнализации;
- включение дренчерной завесы.

Выдача сигнала на включение вышеуказанных систем противопожарной защиты здания производится с выходных реле блоков С2000-КПБ и С2000-СП4(24). Программирование последовательности выдачи сигналов производится при пуско-наладке оборудования в соответствие с технической документацией на оборудование и действующими нормами и правилами.

Прибор управления техническими средствами оповещения «Танго-ПУ/БП-8» предназначен для построения системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) до 5 типа. Зон оповещения – 8 ; напряжение питания 220В 50Гц; подключаемый блок резервного питания 24В.

Основные технические характеристики:

- напряжение питания –  $(24 \pm 4)$ В;
- максимальный потребляемый ток в дежурном режиме – 60мА;
- максимальный потребляемый ток в режиме «Пожар» – 80мА;
- габаритные размеры «Танго-ПУ/БП-8» не более –  $367 \times 247 \times 70$ мм;
- масса нетто «Танго-ПУ/БП-8» – не более 2кг;
- степень защиты, обеспечиваемая оболочкой IP-41, по ГОСТ 14254;
- средняя наработка прибора на отказ не менее 20000 ч;
- срок службы прибора не менее 10 лет;
- диапазон рабочих температур от +5 до +40<sup>0</sup>С;
- степень жесткости по устойчивости к воздействию электромагнитных помех по ГОСТ 30379 – вторая.

Зональный коммутатор – «Танго-ПУ/ЗК» предназначен для работы в составе систем управления оповещением и эвакуацией совместно с прибором управления «Танго-ПУ/БП-8» и рассчитан на 2 зоны оповещения.

Коммутатор обеспечивает прием управляющих команд от прибора управления и передачу на прибор необходимой информации по цифровой линии передачи данных.

Основные технические характеристики:

- напряжение питания –  $(24 \pm 4)$ В;
- выходных линий управления оповещением и эвакуации – 4;
- максимальный коммутируемый ток каждой линии управления – 5А;
- потребляемый ток:
- в дежурном режиме не более 65 мА,

- в режиме управления, без учета тока потребления нагрузок - не более 210мА;
- габаритные размеры не более – 215×160×50 мм;
- масса нетто не более – 0,9 кг;
- степень защиты, обеспечиваемая оболочкой IP-41 по ГОСТ 14254;
- средняя наработка прибора на отказ не менее 20000 ч;
- срок службы прибора не менее 10 лет;
- диапазон рабочих температур от +5 до +40°C;
- степень жесткости по устойчивости к воздействию электромагнитных помех по ГОСТ 30379 – вторая.

Выносная микрофонная консоль – «Танго-МК-8» предназначена для передачи сигналов микрофона и внешних источников звуковых программ на объектовые приборы оповещения, подключается к прибору управления «Танго-ПУ/БП», имеет встроенный микрофонный усилитель и кнопки выбора зоны трансляции, индикацию включенных выходов, содержит схему с 4-мя дополнительными фонограммами и соответственно кнопки выбора этих фонограмм.

С панели «Танго-МК» можно осуществить трансляцию сигналов микрофона и внешнего источника звуковых программ по любому выходу любого зонального коммутатора, включить дополнительную фонограмму самой микрофонной консоли.

Основные технические характеристики:

- напряжение питания – (24±4)В;
- максимальный потребляемый ток в дежурном режиме – 60мА;
- максимальный потребляемый ток в режиме «Пожар» – 60мА;
- габаритные размеры «Танго-МК-8» без учета микрофона не более – 190×140×55 мм;
- масса нетто «Танго-МК-8» – не более 0,7 кг;
- степень защиты, обеспечиваемая оболочкой, IP-41 по ГОСТ 14254;

- средняя наработка прибора на отказ – не менее 20000 ч;
- срок службы прибора – не менее 10 лет;
- диапазон рабочих температур – от +5 до +40°C;
- степень жесткости по устойчивости к воздействию электромагнитных помех по ГОСТ 30379 – вторая.

Зональные вызывное устройство – «Танго–УВ» предназначено для работы в составе систем управления оповещением и эвакуацией типа СО4 – СО5 совместно с зональным коммутатором «Танго-ПУ/ЗК» и трубкой вызывной «ТАНГО УВ-Т».

Вызывное устройство обеспечивает речевую связь зоны оповещения с диспетчерской.

Основные технические характеристики:

- номинальная выходная мощность динамика 0,25 Вт;
- диапазон эффективно воспроизводимых частот 500 Гц-4000 Гц;
- для вызова диспетчера и ведения разговора «Танго-УВ» имеет вызывную кнопку на передней панели;
- режим связи с диспетчером – полудуплекс;
- габаритные размеры не более – 160×105×35 мм;
- масса не более 0,3 кг;
- средняя наработка на отказ – не менее 20000 ч;
- срок службы – не менее 10 лет;
- диапазон рабочих температур – от плюс 5°C до плюс 40°C;
- степень жесткости по устойчивости к воздействию электромагнитных помех по ГОСТ 30379 – вторая.

Активная колонка – «Танго-ОП5» (оповещатель) содержит встроенный усилитель мощности. Для работы оповещателя необходима подача напряжения питания и речевого сигнала. В оповещателях предусмотрены клеммы для входного сигнала с максимальной (РЕЧ.ВХ.1) и половинной (РЕЧ.ВХ.2) мощностью.

Основные технические характеристики:

- напряжение питания – (18 - 28) В;
- максимальная среднеквадратичная электрическая мощность – 5 Вт;
- максимальный потребляемый ток, не более – 350 мА;
- диапазон воспроизводимых частот: 200 Гц – 10 кГц;
- неравномерность амплитудно-частотной характеристики во всем диапазоне частот, не более – 3 дБ;
- уровень звукового давления на расстоянии 1 м по оси излучателя при максимальной выходной мощности, не менее – 102 дБ;
- эффективное входное сопротивление во всем диапазоне частот, не менее – 25 кОм;
- диапазон рабочих температур: от +5° С до +40° С
- габаритные размеры, не более – 165×115×65 мм;
- масса, не более – 0,5 кг;
- установленный срок службы, не менее – 8 лет;
- степень защиты, обеспечиваемая оболочкой оповещателя – IP-41.

Оповещатели «АСТО-12» планшетного исполнения со светодиодной подсветкой предназначены для визуальных уведомлений. Используются в качестве исполнительного элемента системы оповещения для указания путей эвакуационных выходов, предупреждения об опасности и работе систем пожаротушения и т.п.

Основные технические характеристики:

- напряжение питания – (9 - 14) В;
- максимальный потребляемый ток, не более – 60 мА;
- диапазон рабочих температур – от -10°С до +55°С;
- установленный срок службы, не менее – 10 лет;
- степень защиты оболочки – IP41;
- по устойчивости к электромагнитным помехам – класс жесткости 2.

### 3.2 Противодымная защита и вентиляция

Противодымная защита торгово-развлекательного комплекса включает комплекс решений, обеспечивающих незадымляемость эвакуационных путей, отдельных помещений и здания в целом.

Решения по обеспечению противодымной защиты здания подразделяются на объемно-планировочные, конструктивные и специальные технические.

К объемно-планировочным относят решения, предусматривающие: деление объема здания на пожарные отсеки и секции, изоляцию путей эвакуации от сложных помещений, изоляцию и размещение в плане и по высоте здания помещений с пожаро- и взрывоопасными технологическими процессами.

Конструктивные решения предусматривают применение дымонепроницаемых ограждений конструкций с нормируемым пределом огнестойкости и надежной защитой устраиваемых в них проектов и технологических отверстий, а также применение специальных конструкций для удаления дыма в желаемом направлении: дымовых и вентиляционных шахт, люков, проемов.

Специальные технические решения по противодымной защите зданий предусматривают создание систем дымоудаления с механическим или естественным побуждением.

Целью подраздела является проверка соответствия требований СП 7.13130.2009 Отопление вентиляция и кондиционирование[3] всего комплекса решений, обеспечивающих противодымную защиту здания торгово-развлекательного комплекса, включая установление необходимости наличия в

отдельных помещениях дымоудаляющих устройств (шахт, люков) проверку их площади и конструктивного исполнения элементов конструкции.

Сводные данные экспертизы приводятся в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Экспертиза противодымной защиты здания

| № п/п | Вопросы подлежащие проверке                                          | Требуется по нормам                                                                                                                        | Ссылки на пункты норм | Вывод о соответствии |
|-------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1     | 2                                                                    | 3                                                                                                                                          | 4                     | 5                    |
| 1     | Необходимость устройства и наличие систем дымоудаления из помещений  | Следует предусматривать систему дымоудаления для обеспечения безопасной эвакуации людей из здания при пожаре                               | п. 7.2 [3]            | Соответствует        |
| 2     | Способ удаления дыма из помещения                                    | В многоэтажных зданиях следует предусматривать вытяжные системы с механическим побуждением                                                 | п.7.9 [3]             | Соответствует        |
| 3     | Необходимость устройства и наличие системы дымоудаления из коридоров | Системы вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре следует предусматривать из коридоров длиной более 15 м | п. 7.2, в) [3]        | Соответствует        |
| 4     | Деление коридоров на секции                                          | Коридоры следует разделять противопожарными перегородками 2-го типа на отсеки протяженностью не более 60 м                                 | п.6.1.23 [4]          | Соответствует.       |
| 5     | Необходимость деления здания на дымовые зоны                         | Площадь помещения следует принимать не более 1000 м <sup>2</sup>                                                                           | п. 7.8 [3]            | Соответствует        |
| 6     | Наличие приспособлений для самозакрывания                            | Двери лестничных клеток, ведущие в общие коридоры, двери лифтовых холлов должны                                                            | п. 4.2.7 [5]          | Соответствует        |

| № п/п | Вопросы подлежащие проверке   | Требуется по нормам                                                                                                                                     | Ссылки на пункты норм | Вывод о соответствии |
|-------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1     | 2                             | 3                                                                                                                                                       | 4                     | 5                    |
|       |                               | иметь приспособления для самозакрывания и уплотнения в притворах и не должны иметь запоров, препятствующих их открыванию без ключа                      |                       |                      |
| 7     | Подача воздуха в тамбур-шлюзы | Следует предусматривать в тамбур-шлюзы перед лифтами в подвальных и цокольных этажах и рассчитывать на обеспечение избыточного давления не менее 20 Па. | п. 7.15. [3]          | Соответствует        |

Анализ данных показывает, что в целом мероприятия противодымной защиты и вентиляции на объекте обеспечены.

Противодымная защита автостоянки легковых автомобилей (цокольный этаж) осуществляется путем:

- дымоудаления из автостоянки и рампы;
- подпора воздуха при пожаре в тамбур-шлюзы при выходах из автостоянки в помещения другого назначения, тамбуры лифтов и лестниц.

### 3.3 Расчет систем противодымной защиты автомобильной парковки

Автомобильная парковка была спроектирована, построена и введена в эксплуатацию полтора года назад. Парковка не оборудована системой дымоудаления в связи с чем, требуется рассчитать систему дымоудаления для автомобильной парковки.

Площадь автомобильной парковки составляет 3000 м<sup>2</sup>, т.е. площадь дымовой зоны не более этой величины (п.7.4, [3]). В соответствии с п.7.9 [3] на защищаемую площадь принимается три дымоприемных устройства.

Помещение для автомобильной парковки имеет следующие

характеристики:

- высота помещения для хранения автомобилей -  $H = 3,3 м$ ;
- периметр ограждающих конструкций помещения -  $P_{ок} = 302 м$ ;
- мощность очага пожара при горении одного автомобиля –  $Q_n = 4,5 МВт$ ;
- расчетная температура наружного воздуха в теплый период года (г. Москва) -  $\tau = 26^{\circ}C$  [6];
- доля тепла, отдаваемая очагом горения, ограждающим конструкциям помещения равна -  $\varphi = 0,4$ .

Определяем расход продуктов горения при горении одного автомобиля. Конвективная составляющая мощности очага пожара определяется по формуле:

$$Q = (1 - \varphi) \cdot Q_n, \quad (3.1)$$

$$Q = (1 - 0,4) \cdot 4,5 = 2,7 МВт = 2700 кВт$$

Расход дыма, поступающего с конвективной колонкой в подпотолочный слой, определяем по формуле:

$$G_k = 0,032 \cdot Q^{\frac{3}{5}} \cdot Z, \quad (3.2)$$

$$G_k = 0,032 \cdot 2700^{\frac{3}{5}} \cdot 2 = 7,33 кг / с$$

Температура продуктов горения:

$$t_{ng} = \frac{Q}{C_p \cdot G_k + \alpha \cdot C_{ном} + L_{ок} \cdot (H - Z) \cdot \rho_a} + t_a, \quad (3.3)$$

$$t_{ng} = \frac{2700}{0,09 \cdot 7,33 + 0,012 \cdot 1000 + 302 \cdot 1,3 - 2} + 26 = 81,5^{\circ}C = 355K$$

Плотности продуктов горения и наружного воздуха:

$$\rho_i = \frac{353}{T_i}, \quad (3.4)$$

$$\rho_n = \frac{353}{273 + 26} = 1,181 кг / м^3,$$

$$\rho_{n2} = \frac{353}{355} = 0,994 \text{ кг / м}^3$$

Располагаемый перепад давления:

$$\Delta P_{расч} = g \cdot (H - Z) \cdot (\rho_n - \rho_{n2}) \quad (3.5)$$

$$\Delta P_{расч} = 9,81 \cdot (3 - 2) \cdot (1,181 - 0,994) = 2,4 \text{ Па}$$

Требуемая площадь отверстий дымоудаления:

$$F = \frac{G_{\kappa}}{\mu \cdot \rho_{n2} \cdot 2 \cdot \Delta P_{расч}^{0,5}}, \quad (3.6)$$

$$F = \frac{7,33}{0,64 \cdot 0,994 \cdot 2 \cdot 2,4^{0,5}} = 5,24 \text{ м}^2$$

(принимается три отверстия дымоудаления размерами – 1,0×2,1)

Объемный часовой расход удаляемого дыма:

$$L = 3600 \cdot \frac{G_{\kappa}}{\rho_{n2}}, \quad (3.7)$$

$$L = 3600 \cdot \frac{7,33}{0,994} = 26547 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Для обеспечения эффективного удаления продуктов горения из помещения автомобильной парковки принимаем вытяжную систему противодымной вентиляции с механическим побуждением. Расход воздуха, подаваемого в тамбур-шлюзы, отделяющие помещение автомобильной парковки от помещения иного назначения определяется по зависимости вида [7]:

$$G_r = n \cdot F_{dr} \cdot \sqrt{\frac{20}{S_{dr}}}, \quad (3.8)$$

$$G_r = 2 \cdot 2,7 \cdot \sqrt{\frac{20}{3678}} = 0,398 \text{ кг / с} = 994 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

где  $S_{dr}$  – характеристика удельного сопротивления воздухопроницанию

дверей защищаемого тамбур-шлюза, м<sup>3</sup>/кг;

$n$  – количество дверей защищаемого тамбур-шлюза;

$F_{dr}$  – площадь двери защищаемого тамбур-шлюза, м<sup>2</sup>.

Расчетные значения характеристики удельного сопротивления воздухопроницанию дверей защищаемых тамбур-шлюзов могут быть определены по соотношению вида:

$$S_{dr} = \frac{5300}{\rho_n}, \quad (3.9)$$

$$S_{dr} = \frac{5300}{1,441} = 3678$$

$$\rho_n = \frac{353}{273 - 28} = 1,441 \text{ кг} / \text{м}^3$$

где  $\rho_a$  - плотность наружного воздуха при расчетной температуре  $T_a$ .

Определим параметры вентилятора приточной системы подпоравоздуха в лестничную клетку типа Н2 при открытой двери здания и закрытых дверях лестничной клетки. Порядок расчета приведен в [8-9].

Здание общественное, трехэтажное, лестничная клетка без естественного освещения через остекленные проемыв наружных ограждениях;

Расчетная температура наружного воздуха для зимнего периода года – -28<sup>0</sup>С, скорость ветра 4,9 м/с; температура дыма 300<sup>0</sup>С (573 К).

Исходные данные для расчета: высота этажа 4 м, уровень расположения воздухозаборного отверстия системы подпора в лестничную клетку 12 м; размеры одностворчатых дверей из коридора в лестничную клетку 1,2×2,1 м; выход из здания через одинарный тамбур (две последовательные одностворчатые двери), размеры дверей 1,2×2,1 м, площадь лестничной клетки 20 м<sup>2</sup>; удельная характеристика воздухопроницания закрытых дверей лестничной клетки 2500 л/кг; открыта входная дверь из коридора в лестничную клетку, на всех этажах – закрыты.

Плотность наружного воздуха определяем по формуле:

$$\rho_n = \frac{353}{t_n + 273} = \frac{353}{-28 + 273} = 1,44 \text{ кг / м}^3 \quad (3.10)$$

Плотность воздуха в здании:

$$\rho_e = \frac{353}{t_n + 273} = \frac{353}{16 + 273} = 1,22 \text{ кг / м}^3 \quad (3.11)$$

Наружное давление на наветренном фасаде:

$$P_{HH,i} = 0,8 \cdot \frac{\rho_n \cdot V^2}{2} - g \cdot h_{эм} \cdot i - 1 \cdot \rho_n - \rho_e \quad (3.12)$$

Наружное давление на заветренном фасаде:

$$P_{HЗ,i} = -0,6 \cdot \frac{\rho_n \cdot V^2}{2} - g \cdot h_{эм} \cdot i - 1 \cdot \rho_n - \rho_e \quad (3.13)$$

Давление внутри здания:

$$P_{в,i} = \frac{P_{HH,i} + P_{HЗ,i}}{2} \quad (3.14)$$

Наружное давление на уровне воздухозабора:

$$P_{вз} = -0,6 \cdot \frac{\rho_n \cdot V^2}{2} - g \cdot h_{вз} \cdot \rho_n - \rho_e \quad (3.15)$$

$$P_{вз} = -0,6 \cdot \frac{1,44 \cdot 4,9^2}{2} - 9,91 \cdot 12 \cdot 1,44 - 1,22 = -36,26 \text{ Па}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.2

Таблица 3.2 – Сводный расчет системы вентиляции незадымляемой лестничной клетки

| № этажа       | $P_{HH,I}$ , Па | $P_{HЗ,I}$ , Па | $P_{в,I}$ , Па | $P_{лк,I}$ , Па |
|---------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1             | 13,82           | -10,37          | 1,7            | 33,82           |
| 2             | 5,19            | -19,0           | -6,93          | 42,43           |
| 3             | -3,45           | -27,63          | -15,56         | 51,28           |
| Забор воздуха |                 | -36,26          |                |                 |

Эквивалентная площадь входных дверей здания<sup>^</sup>

$$\mu \cdot f_{\text{ex}} = \frac{1}{1/\left[\mu \cdot f_1^2 + 1/\mu \cdot f_2^2\right]^{0,5}} =$$

$$= \frac{1}{1/\left[0,64 \cdot 1,2 \cdot 2,1^2 + 1/0,64 \cdot 1,2 \cdot 2,1^2\right]^{0,5}} = 1,14 \text{ м}^2 \quad (3.16)$$

Расход воздуха из лестничной клетки в коридор этажа пожара равен нулю.

Расход воздуха через входную дверь здания:

$$G_{\text{ex}} = \mu \cdot f_{\text{ex}} \cdot \left[2 \cdot \rho_n \cdot P_{\text{ЛК},1} - P_{\text{ex}}\right]^{0,5} =$$

$$= 1,14 \cdot \left[2 \cdot 1,44 \cdot 33,82 + 10,37\right]^{0,5} = 12,86 \text{ кг/с} \quad (3.17)$$

Расход воздуха со второго этажа лестничной клетки на первый равен расходу через входную дверь здания. Давление в лестничной клетке на уровне второго этажа определяем по формуле:

$$P_{\text{ЛК},2} = P_{\text{ЛК},1} + 30 \cdot \frac{G_{2,1}^2}{\rho_n \cdot f_{\text{ЛК}}^2} = 33,82 + 30 \cdot \frac{12,86^2}{1,44 \cdot 20^2} = 42,43 \text{ Па} \quad (3.18)$$

Характеристика воздухопроницаемости дверей лестничной клетки:

$$S_{\text{дв}} = \frac{S_{\text{уд}}}{H_n \cdot B_n^{0,5}} = \frac{2500}{2,1 \cdot 1,2^{0,5}} = 1574 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-1} \quad (3.19)$$

Расход воздуха, фильтрующегося через щели дверей из лестничной клетки в внутрь здания на втором этаже, определяем по формуле:

$$G_{\text{д},2} = \left[\frac{P_{\text{ЛК},2} - P_{\text{в},2}}{S_{\text{дв}}}\right]^{0,5} = \left[\frac{42,43 + 6,93}{1574}\right]^{0,5} = 0,177 \text{ кг/с} \quad (3.20)$$

Расход воздуха в лестничной клетке с третьего этажа на второй равен сумме расходов воздуха со второго этажа на первый и расхода воздуха, фильтрующегося через щели дверей на втором этаже:

$$G_{3,2} = G_{2,1} + G_{\text{д},2} = 12,86 + 0,177 = 13,04 \text{ кг/с} \quad (3.21)$$

Давление в лестничной клетке на уровне третьего этажа:

$$P_{ЛК,3} = P_{ЛК,2} + 30 \cdot \frac{G_{3,2}^2}{\rho_n \cdot f_{ЛК}^2} = 42,43 + 30 \cdot \frac{13,04^2}{1,44 \cdot 20^2} = 51,28 \text{ Па} \quad (3.22)$$

Расход воздуха, фильтрующегося через щели дверей из лестничной клетки в внутрь здания на третьем этаже:

$$G_{Д,3} = \left( \frac{P_{ЛК,3} - P_{в,3}}{S_{ов}} \right)^{0,5} = \left( \frac{51,28 + 15,56}{1574} \right)^{0,5} = 0,206 \text{ кг / с} \quad (3.23)$$

Расход воздуха, подаваемого в лестничную клетку, равен сумме расходов воздуха с третьего этажа на второй и расхода воздуха, фильтрующегося через щели дверей на третьем этаже:

$$G_{ЛК} = G_{3,2} + G_{Д,3} = 13,04 + 0,206 = 13,25 \text{ кг / с} \quad (3.24)$$

Объемный часовой расход воздуха (подачу вентилятора) определяем по формуле:

$$Q_{ЛК} = \frac{3600 \cdot G_{ЛК}}{\rho_n} = \frac{3600 \cdot 13,25}{1,44} = 33115 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (3.25)$$

Давление на оголовке лестничной клетки:

$$P_{в} = P_{ЛК,3} - P_{нз,в} = 51,28 + 36,26 = 87,54 \text{ Па} \quad (3.26)$$

### 3.4 Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

Проектом предусматривается четвертый тип системы оповещения и управления эвакуацией (далее – СОУЭ) на базе оборудования «Танго» производства ЗАО НПО «Авангардспецмонтаж» г.Смоленск, включающий в себя речевое (передача специальных текстов) оповещение, установку световых оповещателей «Выход» над дверями эвакуационных выходов и указателей направления движения, а также эвакуационных знаков пожарной безопасности, указывающих направление движения. Проектом предусматривается деление здания торгово-развлекательного центра на 7 зон пожарного оповещения: с 1 по 4 в соответствие с пожарными отсеками автостоянки на отм.-3.900; 5 зона с 1

по 2 этажи (отм.0.000 и +3.900) в осях Ж-С/1-21; 6 зона 3 этаж (отм.+7.800) в осях Ж-С/1-21; 7 зона с 1 по 3 этажи (отм. 0.000,+3.900 и +7.900) в осях А-Е/1-8. Предусматривается обратная связь зон пожарного оповещения с помещением охраны посредством устройства симплексной селекторной связи на базе оборудования «Танго» (пульт селекторной связи с групповым и общим оповещением и переговорные устройства, устанавливаемые около эвакуационных выходов и пожарных кранов).

Включение системы оповещения в автоматическом режиме происходит от срабатывания двух пожарных извещателей.

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре со средствами пожарной сигнализации выполняется без права отключения, с электропитанием по 1-й категории.

В состав системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре входят:

- прибор управления техническими средствами оповещения «Танго-ПУ/БП-8» (на 8 зон);
- зональные коммутаторы – «Танго-ПУ/ЗК» 4 шт. (на 2 зоны оповещения каждый);
- выносная микрофонная консоль – «Танго-МК-8» на 8 зон;
- зональные вызывные устройства – «Танго-УВ» для обеспечения связи зоны оповещения с диспетчерской;
- переговорная трубка диспетчера - «Танго-УВ/Т»
- активная колонка – «Танго-ОП5» – 5Вт
- совместно с приборами системы используются:
- указатели путей эвакуации - оповещатели пожарные серии «АСТО».
- блок резервного питания - ИРПА 124/2-3.

Прибор управления оповещателями предназначен для использования в составе автономной или централизованной системы оповещения людей в целях обеспечения безопасности при возникновении пожара и других чрезвычайных ситуациях.

Прибор обеспечивает:

- запись речевых сообщений на встроенное цифровое устройство с последующей их трансляцией по линиям связи в заданные зоны оповещения по командам оператора или внешних устройств;
- прямую трансляцию речевых сообщений от встроенного или внешнего микрофона, вызывных станций, а также по командам от территориальной автоматизированной системы централизованного оповещения (ТАСЦО) по сигналам ГО и ЧС;
- трансляцию музыкальных и других программ от внешних источников сигналов;
- возможность трансляции речевых, звуковых и световых оповещений;
- контроль исправности линий связи с индикацией неисправности;
- автоматическое переключение электропитания с основного на резервное;
- контроль состояния аккумуляторных батарей;
- блокировку органов управления от несанкционированного доступа.

Включение системы оповещения происходит тремя способами:

- при возникновении возгорания в контролируемых помещениях, происходит появление первичных признаков пожара – дым (тепло), что приводит к срабатыванию автоматической пожарной сигнализации (автоматической установки пожаротушения). Вследствие этого изменяются параметры электростатической цепи шлейфа сигнализации, при этом срабатывает световая сигнализация на ППК, что дублируется внешними световыми и звуковыми оповещателями;
- второй способ: при визуальном обнаружении очага пожара необходимо произвести сработку ручного пожарного извещателя ИПР513-3А путем нажатия, что в свою очередь будет зафиксировано приёмно-контрольным прибором, что так же дублируется внешними световыми и звуковыми оповещателями;

– кроме того, предусматривается ручное включение системы оповещения из помещения с круглосуточным пребыванием дежурного персонала с пульта управления СОУЭ, а также передача сообщений через микрофон.

### 3.5 Автоматическая установка пожаротушения подземной парковки

#### 3.5.1 Назначение установки и основные технические решения

Автоматическая установка водяного пожаротушения предназначена для обнаружения пожара, подачи сигнала тревоги и тушения пожара.

Выбор средств автоматического пожаротушения выполнен с учетом

- пожароопасности технологического процесса;
- способа хранения пожароопасных веществ;
- возможности распространения пожара в защищаемом помещении;
- строительных конструкций;
- источников водоснабжения и электроснабжения;
- архитектурных особенностей здания.
- важности объекта и заданного уровня технико-экономических показателей.

Место выдачи сигнала о пожаре, состояния установки и место установки пульта сигнализации предусмотрено в помещение охраны. В помещении гарантируется наличие дежурного персонала, осуществляющего круглосуточный контроль за техническим состоянием и функционированием установки.

Автоматическая установка пожаротушения включает в себя:

- сети подводящих, питательных трубопроводов;
- насосную станцию установки водяного пожаротушения;
- помещение узлов управления (насосная станция пожаротушения);

- устройства для подключения передвижной пожарной техники;
- комплекс технических средств для управления установкой пожаротушения и внутреннего пожарного водопровода и сигнализации;

Установка запитана от кольцевого водовода Ду 200 мм (2 врезки Ду=200 мм, давление 0,1 МПа). В насосной станции с целью обеспечения требуемого расхода и напора в случае пожара, имеются 2 насоса марки К150-125-315 предприятия ООО ПКП «Энергоснабкомплект», подача 160,9 м<sup>3</sup>/час, напор 0,27 МПа, N двигателя 17,5 кВт.

Установка водяного пожаротушения находится под постоянным давлением 0,4 МПа, создаваемым промежуточной гидропневмоемкостью мембранного типа V=100 л и жокей – насосом «Calpeda» MXN 205 (Q=1,2м<sup>3</sup>, H=54 м вод. ст, N=0,75 кВт), который также используется для компенсации утечки огнетушащего вещества (воды).

В помещении насосной станции подземной автостоянки предусматривается 1 узел управления. Узел управления водяной. Предусматривается установка спринклерных оросителей СВВo12-P68.03, устанавливаемых розеткой вверх. Все чертежи и расчетные схемы указаны в приложениях А-Д.

### 3.5.2 Гидравлический расчет автоматической установки пожаротушения подземной парковки

1. Определим давление на диктующем оросителе. Согласно технической информации на ороситель СВВ-12 и учитывая исходные данные к заданию (интенсивность составляет 0,16дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>\*с) по графику зависимости интенсивности орошения оросителей от давления на защищаемой площади определим, что давление на диктующем оросителе должно составлять 0,35 МПа.

2. Определим количество воды, вытекающей через первый ороситель. Формула из СП5. Коэффициент К берем из технической документации на ороситель:

$$q_1 = 10K\sqrt{P}$$

$$q_1 = 10*0,47*\sqrt{0,35} = 2,78 \text{ л/с} \quad (3.27)$$

3. Определим ориентировочный диаметр трубопровода на участке схемы 1-2:

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{(4*q_1)}{n*w*1000}} = \sqrt{\frac{(4*2,78)}{3,14*3*1000}} = 34,6 \text{ мм} \quad (3.28)$$

Из таблицы СП5 подбираем трубу большего диаметра, DN=40мм ( $K_m=28,7$ ) и учитываем, что данная труба будет во всех местах соединения оросителей.

4. Определим гидравлические потери давления на участке 1-2.

$$h_{1-2} = \frac{l(1-2)*Q_{1-2}^2}{Km} = \frac{3,5*2,78^2}{28,7} = 0,0094 \text{ МПа} \quad (3.29)$$

5. Определим давление воды на оросителе 2:

$$H_2 = H_{\text{дик}} + h_{1-2} = 0,35 + 0,0094 = 0,359 \text{ МПа} \quad (3.30)$$

6. Определим количество воды, вытекающей через второй ороситель:

$$q_2 = 10*0,47*\sqrt{0,359} = 2,818 \text{ л/с}$$

7. Определим расход воды на участке 2-3:

$$q_{2-3} = q_1 + q_2 = 2,78 + 2,818 = 5,598 \text{ л/с}$$

8. Определим гидравлические потери давления на участке 2-3.

$$h_{2-3} = \frac{l(1-2)*Q_{1-2}^2}{Km} = \frac{3,5*5,598^2}{28,7} = 0,0038 \text{ МПа}$$

9. Определим давление воды на оросителе 3:

$$H_3 = 0,359 + 0,0038 = 0,3976 \text{ МПа}$$

10. Определим количество воды, вытекающей через 3 ороситель:

$$q_3 = 10*0,47*\sqrt{0,3976} = 2,964 \text{ л/с}$$

11. Определим расход воды на участке 3-4:

$$q_{3-4} = q_{2-3} + q_3 = 5,598 + 2,964 = 8,562 \text{ л/с}$$

12. Определим гидравлические потери давления на участке 3-4.

$$h_{3-4} = \frac{l(1-2) \cdot Q_{1-2}^2 \cdot K(1-2)}{Km} = \frac{3,5 \cdot 8,562^2}{28,7} = 0,089 \text{ МПа}$$

13. Определим давление воды на оросителе 4:

$$H_4 = 0,3976 + 0,089 = 0,4871 \text{ МПа}$$

14. Определим количество воды, вытекающей через 4 ороситель:

$$q_4 = 10 \cdot 0,47 \cdot \sqrt{0,4871} = 3,28 \text{ л/с}$$

15. Определим расход воды на участке 4-а:

$$q_{4-a} = q_{3-4} + q_4 = 8,562 + 3,28 = 11,842 \text{ л/с} \quad (3.31)$$

16. Определим гидравлические потери давления на участке 4-а.

$$h_{4-a} = \frac{1,75 \cdot 11,842^2}{28,7} = 0,085 \text{ МПа}$$

17. Определим давление воды в точке «а»:

$$H_a = 0,4871 + 0,085 = 0,5726 \text{ МПа}$$

18. В пункте 3 было указано, что диаметр трубопровода в рядке принимаем равным 40мм. Но как видно из расчета выше, пункт 16, гидравлические потери получаются достаточно большими. В связи с чем, рассчитаем для участка 4-а ориентировочный диаметр трубопровода.

Определим ориентировочный диаметр трубопровода на участке схемы 4-а:

$$d_{4-a} = \sqrt{\frac{(4 \cdot 11,842)}{3,14 \cdot 3 \cdot 1000}} = 70,91 \text{ мм}$$

Расход всего рядка 1 составит 22,3195 л/с. Давление 0,3604 МПа.

19. Определим параметры участка «а-с».

Диаметр трубопровода:

$$d_{a-c} = \sqrt{\frac{(4 \cdot 22,3195)}{3,14 \cdot 3 \cdot 1000}} = 97,352 \text{ мм}$$

Из таблицы СП5 подбираем трубу большего диаметра, DN=100 мм ( $K_m=4322$ ).

Гидравлические потери давления:

$$h_{a-c} = \frac{3 \cdot 22,3195^2}{4322} = 0,002 \text{ МПа}$$

Давление воды в точке «С»:

$$H_C = 0,3604 + 0,002 = 0,3624 \text{ МПа}$$

20. Определим расход через рядок 2:

Так как размещение оросителей в рядке №1 идентично расположению оросителей в рядке №2, то расход в рядке можно определить по соотношению:

$$\frac{Qa^2}{Qb^2} = \frac{Ha}{Hb} \quad (3.32)$$

Выводим из формулы значение  $Q_b$ :

$$Q_b = \sqrt{\frac{Qa^2 \cdot Hb}{Ha}} = \sqrt{\frac{22,3195^2 \cdot 0,3624}{0,3604}} = 22,382 \text{ л/с}$$

21. Определим диаметр трубопровода и потери давления на участке С-D-E:

Общий расход воды всей системы равен 44,701 л/с.

$$d_{C-D-E} = \sqrt{\frac{4 \cdot (44,701)^2}{3,14 \cdot 3 \cdot 1000}} = 107,77 \text{ мм.}$$

Из таблицы СП5 выбираем трубу большего диаметра, DN=100мм

Определим гидравлические потери давления:

$$h_{C-D-E} = \frac{15 \cdot 44,701^2}{28690} = 0,01 \text{ МПа}$$

### 3.5.3 Определение параметров насосной станции

Произведя гидравлический расчет системы, осуществим выбор узла управления и питающего насоса.

Выберем узел управления спринклерный с электроприводом марки «УУ-С100/1,6В-ВФ.О4-01» ЗАО «Спецавтоматика».

Из методики расчета СП5 определим потери давления в клапане узла управления:

$$h_{кл} = 0,4626 \cdot 10^{-7} \cdot 1000 \cdot 44,701^2 = 0,011 \text{ МПа}$$

По формуле из методики СП5 определим напор у основного водопитателя, параметр необходим для выбора водяного насоса.

$$\begin{aligned}
 H_{\text{вод}} &= 1,2 \cdot h_{\text{лин}} + h_{\text{кл}} + h_1 + Z - H_{\Gamma} \\
 h_{\text{расп}} &= h_{\text{сети}} - h_{\text{дрен}} = 0,3625 - 0,35 = 0,012 \text{ МПа} \\
 h_{\text{линии}} &= h_{\text{расп}} + h_{\text{подвод}} = 0,012 + 0,01 = 0,022 \text{ МПа} \\
 H_{\text{вод}} &= 1,2 \cdot 0,022 + 0,011 + 0,35 + 0,06 - 0,18 = 0,2694 \text{ МПа}
 \end{aligned}
 \tag{3.33}$$

Расчет параметров водяного насоса.

Далее выбираем водяной насос. Для дальнейшего расчета целесообразнее перевести полученные значения в более удобные единицы измерения: давление на насосе  $H = 26,94$  м.в.с.; подача на насосе  $Q = 160,92$  м<sup>3</sup>/ч

Для подбора насоса необходимо построить Q-H характеристику водяной сети и сравнить её с Q-H характеристикой насоса.

Построение гидравлической характеристики сети начинается с нахождения сопротивления сети.

$$S_{\text{сети}} = ((1,2 \cdot 0,022) + 0,011) / 44,701^2 = 0,0019 \text{ м.в.с.}$$

Зная сопротивление сети, произведем расчет потерь напора для различного расхода. Данные занесем в таблицу 3.3

Таблица 3.3 – потери напора в сети

| Q, л/с                  | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| h <sub>i</sub> , м.в.с. | 0,05 | 0,20 | 0,44 | 0,79 | 1,23 | 1,78 | 2,42 | 3,16 | 4,00 | 4,94 |

При этом, для построения графика, первая точка откладывается с учетом значения давлений водопроводной сети, диктующего оросителя и высоты подводящего трубопровода:

$$H_{\text{вод}} = z + h_1 - H_{\Gamma} = 0,06 + 0,35 - 0,18 = 23 \text{ м.в.с.} \tag{3.34}$$

Определим истинные точки напора для графика Q-H сети путем сложения полученных выше значений потери напора  $h_i$  и  $H_{\text{вод}}$ . Данные занесем в таблицу 3.4:

Таблица 3.4 – Определение точек напора

|                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q, л/с           | 5     | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
| H вод,<br>м.в.с. | 23,05 | 23,20 | 23,44 | 23,79 | 24,23 | 24,78 | 25,42 | 26,16 | 27,00 | 27,94 |

Построим график (рисунок 3.1) по полученным точкам.

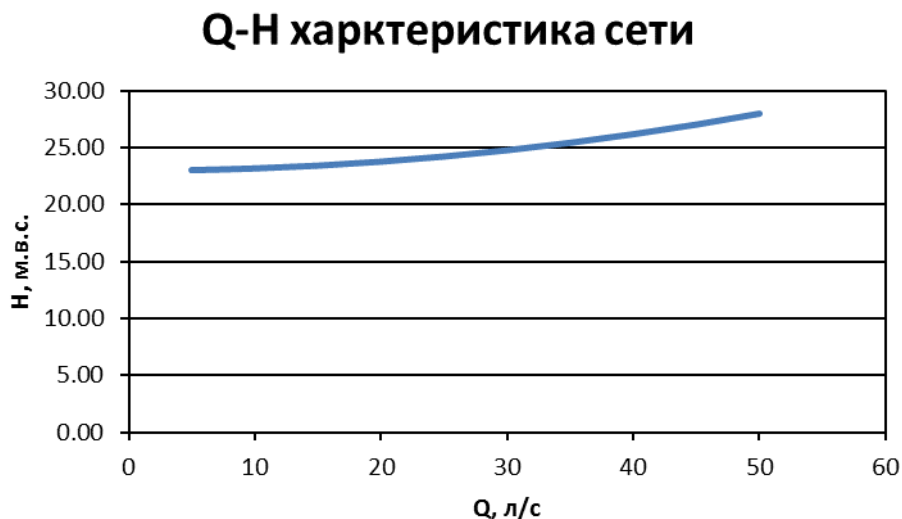


Рисунок 3.1 – Q-H характеристика сети

Определив характеристику гидравлической сети спринклерной системы, произведем подбор насоса. Для создания требуемого напора и давления будет выбран центробежный насос марки K150-125-315 предприятия ООО ПКП «Энергоснабкомплект». На графике (Рисунок 3.2) ниже представлена рабочая характеристика данного насоса и наложенная Q-H характеристика спринклерной сети.

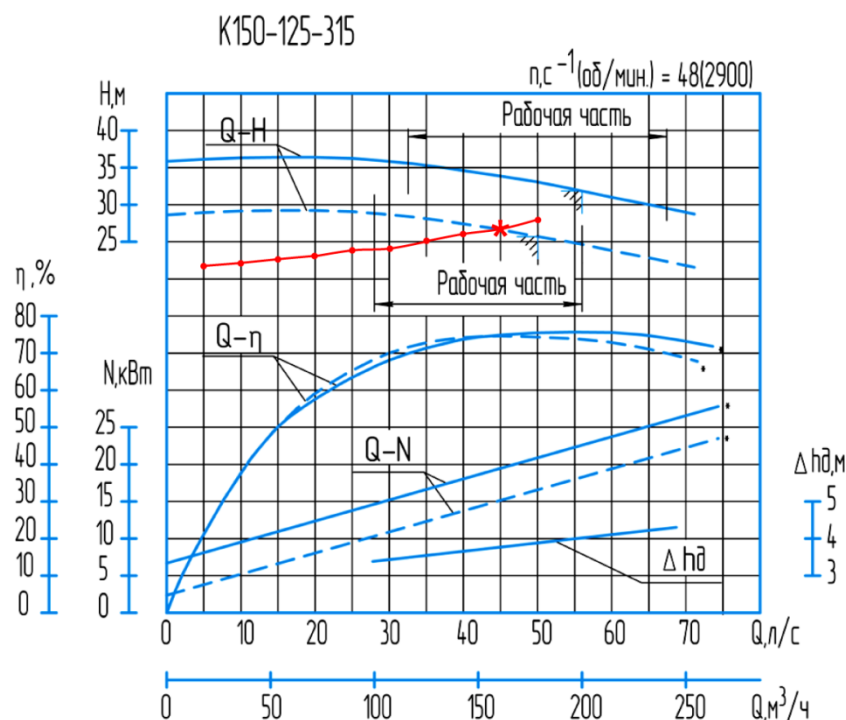


Рисунок 3.2 – характеристики насоса

Как видно на графике, Q-H характеристика спринклерной сети совпала с рабочей зоной насоса (пунктирная кривая). Точка пересечения кривых и будет считаться рабочими параметрами сети. Согласно графику параметры равны: давление 27 м.в.с., подача 45 л/с. Данные параметры полностью сходятся с требуемыми согласно расчету давлению и напору, 26,94 м.в.с. и 44,701 л/с соответственно.

Определим ориентировочную мощность электродвигателя, для работы насоса:

$$N_{\text{двиг}} = 9,8 * 1,1 * \frac{0,045 \cdot 27}{1 \cdot 0,75} = 17,5 \text{ кВт.} \quad (3.35)$$

#### 3.5.4 Алгоритм и порядок работы установки АУПТ

В дежурном режиме распределительный трубопровод спринклерной установки заполнен водой, и находятся под давлением установки повышения давления 60 м.в.ст.

Контроль давления в подводящем трубопроводе осуществляется электроконтактным манометром, который включает насос поддержания

давления. При возникновении пожара в защищаемых помещениях, температура повышается до значения температуры разрушения теплового замка оросителя, один или несколько спринклеров, расположенных над очагом пожара, вскрываются. Вода через вскрывшийся спринклер орошает очаг пожара. При падении давления воды в питающем трубопроводе сигнальный клапан открывается, срабатывает один или два датчика давления PS10, которые включают сигнал «Пожар» и основной насос. Если основной насос не вышел на расчетное давление в течении 10 секунд, автоматически включается резервный насос от сигнализатора давления, установленного на напорном патрубке основного насоса. От потока воды в питающем трубопроводе срабатывает сигнализатор потока той ветви, где произошел пожар.

Предусмотрена подача командного сигнала на:

- отключение вентиляции;
- включение системы оповещения;
- отключение лифтов.

Работа установки прекращается перекрытием задвижки на узле управления в спринклерном центре и отключения питания рабочего насоса.

С окончанием работ по ликвидации последствий пожара необходимо восстановить работоспособность установки. Для этого заменяют вскрывшиеся спринклеры на новые, предусмотренные в резерве, и заправляют оросительную сеть водой.

Решения по автоматизации Система контроля и управления процессом обеспечивает:

- Контроль над параметрами;
- Предупреждение и предотвращение аварийных ситуаций.

Выбор приборов контроля

Контроль давления осуществляется на напорных линиях насосов Н-1, Н-2, Н-3 узлов управления.

Для контроля давления используются манометры электроконтактные ДМ2020, для сигнализации давления – сигнализаторы давления универсальные PS10-2А.

Автоматическое управление. Проектом предусмотрено:

- Автоматическое включение рабочего насоса Н-1 при срабатывании 2-х контактов датчиков давления: PS10-2А;
- Автоматическое включение насоса подкачки Н-3 при падении давления в спринклерных секциях менее расчетного и выключение насоса Н-3 при достижении расчетного давления в секциях;
- Автоматическое выключение насоса подкачки Н-3 при включении одного из насосов Н-1 или Н-2;
- Включение резервного насоса Н-2 по падению давления на напорном трубопроводе при отказе Н-1 в течение 10 секунд;
- Включение системы оповещения;
- Выдача сигналов на отключение общеобменной вентиляции;
- Включение насосов системы противопожарного водопровода;
- Открывание электроздвижек на обводной линии хозяйственно-питьевого водопровода;

Автоматическая сигнализация. Проектом предусмотрено:

- Сигнализация «Пожар» при срабатывании водосигнальных клапанов с расшифровкой сработавшего направления;
- Сигнализация включения основного или резервного насосов;
- Сигнализация включения насоса компенсации утечек Н-3;
- Сигнализация наличия основного и резервного питания на цепях щитов и приборах управления;
- Сигнализация «НЕИСПРАВНОСТЬ» при неисправности любого из приборов и цепей управления.

Приёмная аппаратура и кабельные прокладки.

Для приёма сигналов от устройств системы автоматического водяного пожаротушения применён комплект устройств для управления установкой

автоматического водяного пожаротушения фирмы «ВестКом» (СПб) типа «ПУИ-02С-М1», устанавливаемый в помещении охраны с круглосуточным нахождением дежурного персонала.

В отношении надежности электроснабжения по ПУЭ всё оборудование установки автоматического пожаротушения относится к первой категории электроснабжения.

Все электродвигатели поставляются комплектно с приводными механизмами.

Питание пусковой аппаратуры электродвигателей предусматривается кабелем ВВГнг, приборов и светового указателя «Станция пожаротушения» и «Место подключения пожарных машин» – кабелем ШВВП 2х0,75 в металлорукаве, остальные линии связи между аппаратами – кабелем CQR. Для защиты кабелей от механических повреждений при прокладке кабеля ниже 2,2 м от пола кабели подлежат механической защите.

### 3.6 Вывод по третьей главе

В данной главе работы были рассмотрены основные возможности автоматической сигнализации и систем пожаротушения, а так же системы противодымной защиты и вентиляции. Была проведена экспертиза противодымной защиты исследуемого объекта, которая показала что в целом мероприятия противодымной защиты и вентиляции на объекте обеспечены.

Была рассчитана система противодымной защиты для транспортной парковки. Были определены основные параметры и характеристики для создания системы.

Для не допущения распространения пожара на парковке автотранспорта, была спроектирована и рассчитана спринклерная система автоматическ пожаротушения. Система включает в себя спринклерные оросители (мај СВВ-12), насосную станцию (с насосами марки K150-125-315 ) и системы автоматического (узел управления УУ-С100/1,6В-ВФ.О4-01, прибор приемо-контрольный ПУИ-02С-М1) управления всем оборудованием.

#### 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

##### 4.1 Техничко-экономического обоснованиеавтоматической пожарной сигнализации

Техничко-экономическое обоснование противопожарных мероприятий выполним, воспользовавшись методикой [10].

В качестве оценки эффективности предлагаемых противопожарных решений рассмотрим внедрение автоматической пожарной сигнализации. Успех эвакуационных и спасательных мероприятий во многом зависит от своевременного обнаружения пожара и оповещения людей.

Общественное здание представляет собой 3-этажное здание с цокольным этажом.

Площадь застройки здания – 11759,8 м<sup>2</sup>. Общая развернутая площадь здания – 47039,2 м<sup>2</sup>.

Конструктивное решение здания: несущие и ненесущие конструкции – сборный и монолитный железобетонный каркас. Фундамент монолитный железобетон. Перегородки – кирпичные. Кровля – эксплуатируемая, плоская, утепленная, с внутренними водостоками.

Здание отвечает II степени огнестойкости.

Планировочное решение здания представляет собой набор общественных, административных, бытовых и вспомогательных помещений, имеющих выходы в общие коридоры, ведущие в вестибюль и в лестничные клетки.

Для внутреннего пожаротушения в здании имеется противопожарный водопровод.

Наружное пожаротушение предусматривается от гидрантов городской водопроводной сети.

Выполненное натурное обследование позволило сделать следующие заключения по основным характеристикам пожарной опасности объекта.

Отступлений от проектного решения в конструктивном решении здания при натурном обследовании не обнаружено.

Внешний осмотр несущих и ограждающих строительных конструкций позволяет сделать вывод об их удовлетворительном состоянии.

В здании выполнено устройство подвесных потолков в общих коридорах. За подвесными потолками размещена электропроводка.

Здание оснащено первичными средствами пожаротушения.

Здание оборудовано автоматической пожарной сигнализацией.

Статистическая величина вероятности возникновения пожара для торгово-развлекательных комплексов составляет  $0,97 \times 10^{-6}$  1/м<sup>2</sup> в год (по данным, приведенным в [10]).

Пожарная нагрузка в помещениях здания является однородной и состоит из мебели, бумаги, тканей, ковровых покрытий, оргтехники и т.п.. Конструктивную пожарную нагрузку составляют заполнения проемов, отделка стен, полы, электропроводка.

В результате обследования здания и расчетов составлена сводная таблица 4.1 с указанием величины пожарной нагрузки в помещениях (помещения разделены на несколько основных видов).

Таблица 4.1 – Таблица сводных значений пожарной нагрузки

| № пп | Наименование помещений            | Пожарная нагрузка, МДж/м <sup>2</sup> |
|------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1    | Торгово-развлекательные помещения | 500-600                               |
| 2    | Бытовые помещения и комнаты       | 250                                   |
| 3    | Подсобные помещения и мастерские  | 900                                   |
| 4    | Тренажерные                       | 400                                   |
| 5    | Столовая                          | 450                                   |
| 6    | Продовольственные цеха            | 250                                   |
| 7    | Раздевалки                        | 350                                   |
| 8    | Кладовые                          | 750                                   |
| 9    | Венткамеры                        | 150                                   |
| 10   | Электрощитовая                    | 180                                   |

| № пп | Наименование помещений            | Пожарная нагрузка, МДж/м <sup>2</sup> |
|------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 11   | Офисные и обслуживающие помещения | 500                                   |

В процессе эксплуатации объекта в течение его срока функционирования возможно возникновение загораний, которое или ликвидируется, или переходит из начальной стадии в развитой пожар. В существующем здании возможны следующие случаи:

возникшее загорание ликвидируется первичными средствами пожаротушения, площадь пожара не более 4 м<sup>2</sup>;

загорание обнаруживается системой автоматической сигнализации, сигнал о пожаре поступает в пожарную охрану и за время до 15 мин пожарные подразделения приступают к началу тушения до развития пожара на большой площади;

автоматическая пожарная сигнализация не срабатывает по какой-либо причине, пожарные подразделения прибывают после развития пожара на значительной площади.

Стоимость 1 м<sup>2</sup> объекта составляет:

в 1-м варианте –6860руб/м<sup>2</sup> (при оборудовании автоматической пожарной сигнализацией);

во 2-м варианте –6858руб/м<sup>2</sup>(при отсутствии автоматической пожарной сигнализации);

в том числе стоимость оборудования в здании –3430руб/м<sup>2</sup>.

Определяем составляющие математического ожидания годовых потерь при тушении пожара первичными средствами по формуле:

$$M \Pi_1 = J \cdot F \cdot C_m \cdot F_{пож} \cdot (1 + k) \cdot p_1, \quad (4.1)$$

$$M \Pi_1 = 0,97 \cdot 10^{-6} \cdot 47039,2 \cdot 3430 \cdot 4 \cdot (1 + 0,9) \cdot 0,79 = 940 \text{ руб.}$$

где  $J$ – вероятность возникновения пожара, 1/м<sup>2</sup> в год;

$F$ – площадь объекта, м<sup>2</sup>;

$C_m$ –стоимость оборудования в здании,руб/м<sup>2</sup>;

$F_{пож}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м<sup>2</sup>;

$k$ – коэффициент, учитывающий косвенные потери;

$p_1$ – вероятность тушения пожара первичными средствами пожаротушения.

При своевременном прибытии подразделений пожарной охраны в пределах 15 мин принимаем условие, что развитие пожара возможно в пределах одного помещения или между помещениями, разделенными перегородками с пределом огнестойкости не более 0,25 ч. Обрушения основных строительных конструкций в здании II степени огнестойкости не происходит, возможен только переход пожара в смежное помещение. Площадь пожара в этом случае определяется линейной скоростью горения и временем до начала тушения.

Площадь пожара за время тушения привозными средствами определим по формуле:

$$F'_{\text{пож}} = n \cdot v_{\text{л}} \cdot B_{\text{св.г.}}^2, \quad (4.3)$$

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \cdot 0,5 \times 15^2 = 176,6 \text{ м}^2$$

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

$B_{\text{св.г.}}$  – время свободного горения, мин;

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных подразделениями Государственной противопожарной службы, прибывшими по сигналу системы автоматической пожарной сигнализации и начавшими тушение в течение 15 мин, рассчитываем по формуле:

$$M \Pi_2 = J \cdot F \cdot C_m \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \cdot 0,52), \quad (4.2)$$

$$M \Pi_2 = 0,97 \cdot 10^{-6} \cdot 47039,2 \cdot 6860 \cdot 176,6 \cdot (1 + 0,9 \cdot (1 - 0,79) \cdot 0,95 \cdot 0,52) = 10895 \text{ руб.}$$

где  $F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами;

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

$p_2$ – вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения;

$C_m$ —стоимость 1 м<sup>2</sup> объекта по первому варианту, руб/м<sup>2</sup>.

Вероятность тушения пожара привозными средствами  $p_2$  определяется в зависимости от нормативного расхода воды на наружное пожаротушение (табл. 2, [10]).

Учитывая однородность горючей нагрузки, наихудшим вариантом развития пожара принимается пожар в одном из помещений, в котором содержится наибольшее количество пожарной нагрузки – 900 МДж/м<sup>2</sup>.

В помещении возможен объемный пожар, регулируемый вентиляцией.

Рассчитываем продолжительность пожара по формуле:

$$t = \frac{P \cdot A_i}{6285 \cdot A \cdot \sqrt{h}}, \quad (4.3)$$

$$t = \frac{900 \times 16,5}{6285 \times 4 \cdot \sqrt{1,8}} = 0,44$$

где  $P_i$ — пожарная нагрузка, приведенная к древесине, кг;

$A$ —площадь проемов помещений, м<sup>2</sup>;

$h$ — высота проемов, м<sup>2</sup>;

$n_{cp}$ — средняя скорость выгорания древесины, кг/м<sup>2</sup>·мин;

$n_i$ — средняя скорость выгорания веществ и материалов, кг/м<sup>2</sup>·мин.

По графику рис. 6 [10] в зависимости от продолжительности пожара и проемности помещения определяем эквивалентную продолжительность пожара для конструкций перекрытия. Она составляет 1,8 ч. Предел огнестойкости перекрытия здания составляет 0,75 ч. Следовательно  $t_{экв} > \Pi_0$  и в результате пожара возможно обрушение перекрытия и переход горения с этажа на этаж.

Предполагается, что в течение 30 мин происходит свободное развитие пожара по площади, после чего прибывшие подразделения Государственной противопожарной службы локализуют горение, однако еще через 15 мин пожара происходит обрушение перекрытия.

В результате свободного распространения горения в течение 30 мин и с учетом перехода горения в смежные помещения, возможного обрушения конструкций перекрытия через 45 мин, распространения горения по всей

площади этажа, площадь пожара составит:

$$F''_{\text{пож}} = \pi \cdot Y_n \cdot B_{\text{св.г}}^2, \quad (4.4)$$

$$F''_{\text{пож}} = 3,14 \cdot 0,5 \times 30^2 \cdot 2 = 1413 \text{ м}^2$$

Для описанного варианта развития пожара величина ожидаемых годовых потерь составит:

$$M \Pi_3 = J \cdot F \cdot C_m \cdot F''_{\text{пож}} \cdot [1 + k \cdot (1 - p_1 - 1 - p_1 \cdot p_2)],$$

$$M \Pi_3 = 0,97 \cdot 10^{-6} \cdot 47039,2 \cdot 6860 \cdot 1413 \cdot [1 + 0,9 \cdot (1 - 0,79 - 1 - 0,79 \cdot 0,95)] = 8824 \text{ руб} \quad (4.5)$$

Таким образом, математическое ожидание годовых потерь от пожаров на объекте при условии оборудования автоматической системой пожарной сигнализации составит:

$$M \Pi = M \Pi_1 + M \Pi_2 + M \Pi_3, \quad (4.6)$$

$$M \Pi = 940 + 10895 + 8824 = 20659 \text{ руб}$$

При нерабочем системе автоматической пожарной сигнализации или ее отсутствии сообщение о возникновении пожара может увеличиться до 30 мин.

Площадь пожара в этом случае составит:

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \cdot 0,5 \times 30^2 = 706,5 \text{ м}^2$$

Стоимость 1 м<sup>2</sup> здания с его содержимым в этом случае составляет 6560 руб.

С учетом этого ожидаемые годовые потери от таких пожаров составят:

$$M \Pi_2 = 0,97 \cdot 10^{-6} \cdot 47039,2 \cdot 6858 \cdot 706,5 \cdot [1 + 0,9 \cdot (1 - 0,79 \cdot 0,95 \cdot 0,52)] = 43575 \text{ руб.}$$

$$M \Pi_3 = 0,97 \cdot 10^{-6} \cdot 47039,2 \cdot 6858 \cdot 1413 \cdot [1 + 0,9 \cdot (1 - 0,79 - 1 - 0,79 \cdot 0,95)] = 8821 \text{ руб}$$

$$M \Pi = 940 + 43575 + 8821 = 53336 \text{ руб}$$

Рассчитываем значение показателя уровня пожарной опасности для здания.

Для существующего состояния здания (без сигнализации):

$$Y_{по} = \frac{53336}{47039,2 \cdot 6858} = 1,65 \text{ коп} / 100 \text{ руб}$$

При наличии системы автоматической пожарной сигнализации:

$$Y_{по} = \frac{20659}{47039,2 \cdot 6860} = 0,64 \text{ коп} / 100 \text{ руб}$$

Рассчитываем интегральный экономический эффект  $I$  при норме дисконта 10%.

$$R_t = 53336 - 20659 = 32677 \text{ руб}$$

Капитальные затраты, связанные с оборудованием автоматической пожарной сигнализацией всего комплекса составят 94000 руб.

Расчетные данные сведем в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Сводные расчетные данные

| Год осуществления проекта | $R_t$ | $З$ | $Д$  | Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта<br>$(R_t - З_t) \times Д$ |
|---------------------------|-------|-----|------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1                         | 32677 |     | 0,91 | 29736,07                                                                         |
| 2                         | 32677 | 500 | 0,83 | 26706,91                                                                         |
| 3                         | 32677 | 500 | 0,75 | 24132,75                                                                         |
| 4                         | 32677 | 500 | 0,68 | 21880,36                                                                         |
| 5                         | 32677 | 500 | 0,62 | 19949,74                                                                         |
| 6                         | 32677 | 500 | 0,56 | 18019,12                                                                         |
| 7                         | 32677 | 500 | 0,51 | 16410,27                                                                         |
| 8                         | 32677 | 500 | 0,47 | 15123,19                                                                         |
| 9                         | 32677 | 500 | 0,42 | 13514,34                                                                         |
| 10                        | 32677 | 500 | 0,38 | 12227,26                                                                         |

Интегральный эффект при расчете за период 10 лет составляет:

$$I = 197700 - 94000 = 103700 \text{ руб}$$

$$I = \sum_{i=1}^n R_t - З_t \cdot Д_i - K_n, \text{ а } T \text{ принято сроку службы АУПС.}$$

Вывод: экономический эффект от внедрения АУПТ составит 103700 руб.

## 5. Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места диспетчера опорного пункта пожаротушения. Анализ вредных и опасных производственных факторов

Опорный пункт пожаротушения (далее – пожарный пост) – специальное помещение объекта с круглосуточным пребыванием дежурного персонала, оборудованное приборами контроля состояния и управления средствами пожарной автоматики.

В соответствии с требованиями [1] к помещению предъявляются следующие требования:

- помещение пожарного поста должно располагаться, как правило, на первом или цокольном этаже здания. Допускается размещение указанного помещения выше первого этажа, при этом выход из него должен быть в вестибюль или коридор, примыкающий к лестничной клетке, имеющей непосредственный выход наружу здания;

- расстояние от двери помещения пожарного поста или помещения с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство, до лестничной клетки, ведущей наружу, не должно превышать, как правило, 25 м.

Помещение пожарного поста или помещение с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство, должно обладать следующими характеристиками:

- площадь, как правило, не менее 15 м<sup>2</sup>;
- температура воздуха в пределах от 18 °С до 25 °С при относительной влажности не более 80%;
- наличие естественного и искусственного освещения, а также аварийного освещения, которое должно соответствовать [11];

Освещенность помещений:

- при естественном освещении – не менее 100 лк;

- от люминесцентных ламп – не менее 150 лк;
- от ламп накаливания – не менее 100 лк;
- при аварийном освещении – не менее 50 лк;
- наличие естественной или искусственной вентиляции согласно [3];
- наличие телефонной связи с пожарной частью объекта или населенного пункта.

В данных помещениях не должны устанавливаться аккумуляторные батареи резервного питания, кроме герметизированных.

В помещении дежурного персонала, ведущего круглосуточное дежурство, аварийное освещение должно включаться автоматически при отключении основного освещения.

Фактический пожарный пост располагается на первом этаже в осях 1 – 2 и Ж – И, его площадь составляет 25 м<sup>2</sup>.

Расстояние от двери помещения пожарного поста до лестничной клетки, ведущей наружу, равно 80 м, что выше минимального значения.

На посту предусматривается искусственное и аварийное освещение от люминесцентных ламп, а также телефонная связь с пожарной частью населенного пункта.

При проведении исследования установлены следующие вредные и опасные факторы, которые могут воздействовать на диспетчера опорного пункта пожаротушения[12]:

- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- несоответствующие параметры микроклимата;
- повышенная напряженность электрического поля.

Согласно [11, 13] результаты аттестации рабочего места дежурного персонала представлены в таблицах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1 – Параметры микроклимата

| Период года | Температура воздуха, С° |            | Относительная влажность, % |            | Скорость движения воздуха, м/с |              |
|-------------|-------------------------|------------|----------------------------|------------|--------------------------------|--------------|
|             | фактическая             | допустимая | фактическая                | допустимая | фактическая                    | допустимая   |
| Холодный    | 22                      | 18         | 30                         | 60         | 0,4                            | не более 0,3 |
| Теплый      | 25                      | 20         | 30                         | 40         | 0,2                            | 0,3          |

Таблица 5.2 – Освещенность

| Освещенность, лк |            | Коэффициент пульсации, % |            |
|------------------|------------|--------------------------|------------|
| фактическая      | допустимая | фактическая              | Допустимая |
| 200              | 200        | 10                       | 15         |

## 5.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

### 5.2.1 Освещенность

Недостаточная освещенность рабочего места влияет на многие основные процессы жизнедеятельности организма, нарушает обмен веществ и снижает устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Характеристика зрительных работ оценивается наименьшим или эквивалентным размером объекта различения. В нашем случае в условиях наблюдения монитора компьютера, световых табло с периодическим откликом на телефонные звонки, работы с документации, чтением, написанием, объект различения равен 0,3 – 0,5 мм (толщина символа на экране), разряд зрительной работы – III; подразряд зрительной работы – г (экран); контраст объекта различения с фоном – большой; характеристика фона – светлый. Минимальная освещенность – 200 лк (табл.1, [11]).

Полученная величина освещенности корректируется с учетом коэффициента запаса, так как со временем происходит снижение освещенности

или яркости осветительной установки вследствие загрязнения и невозстанавливаемого изменения, отражающих и пропускающих свойств оптических элементов осветительных приборов, спада светового потока и выхода из строя источников света, а также загрязнения поверхностей помещения.

В соответствие с табл. 3 [11] в рассматриваемом помещении коэффициент запаса будет составлять 1,4, причисле чисток светильников– 1 раз в год.

В помещении диспетчерского пункта – искусственное освещение, которое передается через люминесцентные лампы. Геометрические параметры помещения 6,8×3,7×2 м.

Тип люминесцентных ламп - открытый двухламповый светильник типа ОД – для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запыленности мощность ламп 2×40 Вт. Количество светильников – 6 шт.

Наиболее выгодное соотношение расстояния между светильниками и высотой подвеса светильника над рабочей поверхностью:

$$\lambda = \frac{L}{h}, \quad (5.1)$$

где  $L$  – расстояние между лампами, м;

$h$  – высота подвеса лампы над рабочей поверхностью, м.

Высота подвеса лампы над полом равна 2 м.

Величина  $\lambda$  для люминесцентных ламп типа ОД будет составлять 1,3. Следовательно, расстояние между светильниками:  $L = 2 \cdot 1,3 = 2,6$  м.

Исходя из размеров помещения ( $A = 6,8$  м,  $B = 3,7$  м), размеров светильников типа ОД (люминесцентный светильник промышленный) ( $A = 0,35$  м,  $B = 0,45$  м), расстояния между ними, определяем, что число светильников в ряду составляет 2,6 м.

Для расчета общего равномерного искусственного освещения используем метод светового потока. Световой поток  $\Phi$  лампы, обеспечивающий требуемую освещенность, определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta}, \quad (5.2)$$

где  $E$  – минимальная освещенность, лк;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент запаса;

$n$  – число ламп в помещении;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, зависящий от типа ламп;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока, который показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность (в долях единицы). Величина этого коэффициента зависит от типа светильника, коэффициента отражения стен  $\rho_{\text{ст}}$  (70 %), коэффициента отражения потолка  $\rho_{\text{пот}}$  (60 %), коэффициента отражения рабочей поверхности или пола (30 %) и индекса помещения  $i$ , согласно [11].

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot A + B}, \quad (5.3)$$

$$i = \frac{25,16}{2 \cdot 6,8 + 3,7} = 1,2$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения, м;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$h$  – высота подъема лампы над рабочей поверхностью, м.

Величину коэффициента использования светового потока принимаем равной  $\eta = 0,56$  [14].

Коэффициент неравномерности освещения для люминесцентной лампы, принимается равным  $Z=1,1$ .

Исходя из вычисленных параметров, получаем:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,4 \cdot 25,16 \cdot 1,1}{2 \cdot 6 \cdot 0,56} = 1730$$

$$\frac{\Phi_1 - \Phi}{\Phi_1} \times 100\% = \frac{1800 - 1730}{1800} \times 100\% = 3,9\%$$

Входит в диапазон от -10 до +20%.

Таким образом, световой поток соответствует требованиям.

Освещение в помещении пожарного поста находится в пределах норм требования технических нормативных правовых актов.

## 5.2.2 Микроклимат

Параметрами, определяющими микроклимат на рабочем месте являются температура воздуха; относительная влажность воздуха; скорость его движения – в м/с. От микроклимата рабочей зоны в значительной мере зависят самочувствие и работоспособность человека.

Нормирование параметров микроклимата осуществляется в соответствии с требованиями [13] с учетом энергозатрат работающих, временного выполнения работ, периодов года.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [15] могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, приведенные в табл. 5.3.

Таблица 5.3 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата

| Период года | Категория работ | Температура воздуха, С° | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Допустимые  |                 |                         |                            |                                |
| Холодный    | Ia              | 19–26                   | 75                         | 0,1–0,2                        |
| Теплый      | Ia              | 20–29                   | 55                         | 0,2                            |
| Оптимальные |                 |                         |                            |                                |
| Холодный    | Ia              | 20–22                   | 60–40                      | 0,1                            |
| Теплый      | Ia              | 21–23                   | 60–40                      | 0,2                            |

Из таблицы 5.3 следует, что параметры микроклимата в помещении по замерам физических факторов соответствуют нормам. В холодный и теплый периоды года наблюдаются повышенные значения температуры воздуха, так как повышенная температура имеет важное значение для пребывания работников на пожарном посту.

### 5.2.3 Шум

Основными источниками шума внутри зданий и сооружений различного назначения являются машины, механизмы, средства транспорта и другое оборудование.

На рабочем месте есть вероятность возникновения непостоянного шума из-за работы персонального компьютера, строительных и дорожных работ на улице и шума от оборудования, находящегося в помещении.

Работа на пожарном посту относится к труду, связанному с постоянным приемом информации, выполнением преимущественно умственной работы, что представляет собою уровень звука, равный 50дБА согласно ГОСТ 12.1.003-83 [16].

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для высококвалифицированной работы, требующей сосредоточенности, административно-управленческой деятельности, измерительных и аналитических работ, составляют 60дБА.

### 5.2.4 Вибрация

Нормативные требования к вибрации определены документами общегосударственного значения СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в жилых помещениях и общественных зданий [17], ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования» [18].

В помещении пожарного поста отсутствуют источники вибрации.

### 5.2.5 Загазованность и запыленность рабочей зоны

Воздух рабочей зоны производственного помещения должен соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям по параметрам микроклимата, содержанию вредных веществ (газа, пара, аэрозоли) и частиц пыли, приведенным в ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [19].

Уровни загазованности и запыленности рабочей зоны находятся ниже значений, при которых не требуется применение средств защиты органов дыхания.

В помещении пожарного поста отсутствуют источники загазованности и запыленности воздуха.

### 5.3 Анализ выявленных опасных факторов среды

Помещение пожарного поста является условно потенциально опасным, так как содержит элементы электрооборудования, при неисправности которых возможны электротравмы, возникновение пожароопасных ситуаций в помещении и оборудовании.

Неисправность в системе искусственного освещения может стать причиной нарушения требований охраны труда.

Также следует отметить значительное удаление пожарного поста от эвакуационного выхода наружу здания, чем нарушены требования [1]. Указанное обстоятельство может привести к появлению дополнительного риска для диспетчера пожарного поста при возникновении пожароопасной ситуации.

Для обеспечения безопасности обслуживания электроустановок в диспетчерской применяют защитное отключение и ежедневный осмотр электропроводок.

Возникновение пожара может произойти вследствие высокой нагрузки на электрооборудование, нарушении требований пожарной безопасности, курении в помещении.

Для обеспечения пожарной безопасности на рабочем месте предусмотрен порошковый пятилитровый огнетушитель.

Для повышения уровня пожарной безопасности предлагается обратить внимание на строгое соблюдение требований противопожарного режима согласно [20]:

- назначение ответственного за пожарную безопасность помещений предприятия;
- использование только исправного оборудования;
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- рациональное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Для защиты от террористических угроз на объекте используется строгий контрольно-пропускной режим с системой видеонаблюдения.

#### 5.4 Охрана окружающей среды

Рабочее место диспетчера пожарного поста не оказывает негативное влияние на окружающую среду в виду отсутствия производственных процессов.

#### 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствие с трудовым законодательством [21] организация обеспечения безопасности труда возложена на заместителя руководителя

торгово-развлекательного центра по административно-хозяйственной части. Он проводит инструктаж по охране труда на рабочих местах. Общую ответственность за организацию работ по охране труда несет непосредственно руководитель торгово-развлекательного центра, а в его отсутствие – главный инженер.

В соответствии с трудовым законодательством режим труда и отдыха предусматривается с учетом специфики труда работающих, в первую очередь обеспечивается оптимальный режим работающих.

Нормальная продолжительность рабочего времени не превышает 40 ч в неделю. Основным режимом работы является пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями. При пятидневной рабочей неделе продолжительность ежедневной работы определяется правилами внутреннего трудового распорядка или графиками сменности, составляемыми с соблюдением установленной продолжительности рабочей недели и утверждаемыми администрацией по согласованию с профсоюзным комитетом.

Помещение обеспечено искусственным освещением, хорошо отапливаемо и проветриваемое.

При отделке интерьера используются материалы пастельных цветов, имеющих матовую фактуру. Пол покрыт гладкими, нескользящими материалами, которые обладают антистатическими характеристиками.

Проведя анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте, можно уверенно утверждать, что в помещении пожарного поста соблюдаются все требования нормативных правовых актов, что является подтверждением безопасности данного места работы. Явных и видных нарушений на рабочем месте не выявлено, угрозы для жизни и здоровья людей не наблюдается.

К обслуживанию установки АПС допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Прохождение инструктажа отмечается в журнале. Монтеры связи, обслуживающие систему пожарной сигнализации

должны быть обеспечены защитными средствами, прошедшими соответствующие лабораторные испытания.

Монтажные и ремонтные работы в электрических сетях и устройствах (или вблизи них), а также работы по присоединению и отсоединению проводов должны проводиться только при снятом напряжении. Все электромонтажные работы, обслуживание электроустановок, периодичность и методы испытаний защитных средств должны выполняться с соблюдением «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» [22].

Регламенты технического обслуживания установки должны быть разработаны в соответствии с инструкциями заводов – изготовителей с учетом требований РД 25964-90 [23].

Нормативы численности персонала учитывают выполнение работ по техническому обслуживанию и плановому техническому ремонту системы оповещения объекта, организацией, эксплуатирующей эти установки. Работы по техническому обслуживанию и текущему ремонту выполняют монтеры связи не ниже 5-го разряда.

Численность монтеров связи для технического обслуживания и текущего ремонта системы пожарной сигнализации учитывает необходимые затраты времени на все составляющие элементы установок.

Проведение указанных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту спроектированной системы АПС, с целью обеспечения их надежной и безотказной работы на объекте осуществляют два монтера связи 5-го разряда.

## Заключение

Объем необходимых требований, которые диктуют противопожарные нормы, правила пожарной безопасности к торгово-развлекательным центрам огромен, но из него можно выделить два главных направления противопожарной защиты.

Первое – это инженерно-техническое обеспечение здания торгово-развлекательного комплекса, которое включает наличие установок автоматической пожарной сигнализации, систем противодымной защиты, систем оповещения и управления эвакуацией, систем противопожарного водоснабжения, обеспечение необходимым числом огнетушителей.

Второе – это меры по обеспечению противопожарного режима, содержанию путей, выходов эвакуации в свободном состоянии, легко открывающемся изнутри, а также грамотное обучение работников действиям при возникновении возгорания, задымления, по эвакуации покупателей из торговых залов, зрителей из кинозалов, посетителей игровых центров, комнат, особое внимание уделяя сопровождению детей, пожилых граждан.

Только комплексное решение проблемы может обеспечить безопасность как посетителей, покупателей, так и работников торгово-развлекательных организаций.

Прошло более года со дня страшной трагедии, случившейся в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» в г. Кемерово (Российская Федерация), где 25 марта 2018 года в результате чудовищного пожара погибли 64 человека, в том числе 41 ребенок.

Причиной произошедшей трагедии стали, как меры первой, так и второй групп [22]:

- недостаточное количество эвакуационных выходов с этажей;

- недостаточная ширина коридоров и лестничных клеток;

отсутствие проемов для удаления дыма и проведения аварийно-спасательных работ;

размещение детских зон в торговом центре выше второго этажа;

в момент пожара система пожарной сигнализации и система оповещения и управления эвакуацией находились в выключенном состоянии, а системы пожаротушения и дымоудаления вообще отсутствовали.

Также специалисты отмечают грубые нарушения в обеспечении мероприятий режимного характера:

закрытые на момент пожара лестничные клетки и их использование для хранения горючих веществ и материалов;

отсутствие знаний и навыков у обслуживающего персонала, как правильно действовать в условиях пожара.

Указанные факты подчеркивают важность вопроса комплексного обеспечения системы безопасности, а не отдельных ее элементов.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы удалось достичь ранее поставленной цели, путем выполнения поставленных задач:

1. Проведен обзор литературы по организации пожарной безопасности в торгово-развлекательных центрах;

2. Проанализировано текущее состояние пожарной безопасности на исследуемом объекте;

3. Спроектирована система противопожарной защиты для торгово-развлекательного центра «Радуга».

### Список публикаций студента

1. Кучерина Е. С. Комплекс мероприятий по повышению противопожарной безопасности в образовательных учреждениях / Е. С. Кучерина; науч. рук. П. В. Родионов // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 22-24 ноября 2018 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – [383-386].

## Список использованных источников

1. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 103 с.
2. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа. Рекомендации, утвержденные начальником ФГУ ВНИИПО МЧС России. – М.: – 2004, – 64 стр.
3. СП. 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 41 с.
4. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2013. – 186 с.
5. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 43 с.
6. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. – М.: Минрегион России, 2012. – 108 с.
7. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: Метод. Рекомендации к СП 7.13130.2013. – М.: ВНИИПО, 2013. – 58 с.
8. Есин В. М., Панов М. В., Сидорук В. И., Токарев В. Н. М 54 Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Пожарная безопасность в строительстве». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. – 27 с.
9. Рекомендации по расчету систем противодымной защиты зданий различного назначения. – М.: ВНИИПО, 1983. – 18 с.

10. МДС 21-3.2001 Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97\*. – М.: ОАО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ», 2001. – 44 с.
11. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 – М.: ИПК Издательство стандартов, 2011. – 18 с.
12. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.
13. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://base.garant.ru/4173106/> Дата обращения: 24.04.2019 г.
14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
15. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>. Дата обращения: 24.04.2019 г.
16. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением февраль 2002) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 23 с.
17. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 47 с.
18. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 38 с.
19. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования (с Изменением январь 2000) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 12 с.

20. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 07.03.2019) «О противопожарном режиме» // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902344800>. Дата обращения: 24.04.2019 г.

21. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ (принят ГД ФС РФ 21.12.2001) (ред. от 01.04.2019) [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/). Дата обращения: 24.04.2019 г.

22. Приказ Министерства энергетики РФ от 13.01.2003 N 6 (ред. от 07.03.2019) «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901839683>. Дата обращения: 24.04.2019 г

23. РД 25964-90 Система технического обслуживания и ремонта автоматических установок пожаротушения, дымоудаления, охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Организация и порядок проведения работ // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004838>. Дата обращения: 24.04.2019 г

24. Булва, А.Д. Эвакуация и поведение людей при пожаре на объектах с массовым пребыванием: анализ факторов, условий, рекомендации [Электронный ресурс]: Охрана труда и социальная защита: научный, производственно-практический журнал. – 2018 №7 (43). Библиотечка (электронное приложение).

25. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

26. Свод правил СП 2.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»

27. Свод правил СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре»

28. Свод правил СП 6.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование»

29. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2018, – 125 с.: ил. 42.
30. Пожар в Ухте. [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <https://ria.ru/20050712/40890967.html>
31. Пожар в ТРК «Европа». [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <https://www.liveinternet.ru/users/reyltymarket/post148498687/>
32. Пожары, теракты и катастрофы (1999-2018 гг.). [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <https://kprf.ru/ros crisis/174416.html>
33. Крупные пожары в ТРЦ и клубах России. [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <http://loveopium.ru/katastrofy/krupnye-pozhary-v-torgovyh-centrax-i-klubax-rossii.html>
34. ТРК «Зимняя вишня». [Электронный ресурс] URL: Режим доступа – <https://info24.ru/news/zimnyaya-vishnya-god-posle-odnogo-iz-samyh-strashnyh-pozharov-v-istorii-rossii.html>
35. НПБ 110-03 от 18.06.2003 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией».
36. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
37. СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».
38. СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».
39. СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности».

40. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
41. Пожарная безопасность : учебник для вузов / Под ред. Л. А. Михайлова. – М.: Академия, 2013. – 223 с.
42. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 103 с.
43. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа. Рекомендации, утвержденные начальником ФГУ ВНИИПО МЧС России. – М.: – 2004, – 64 стр.
44. СП. 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 41 с.
45. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2013. – 186 с.
46. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. - М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 43 с.
47. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. – М.: Минрегион России, 2012. – 108 с.
48. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: Метод. Рекомендации к СП 7.13130.2013. – М.: ВНИИПО, 2013. – 58 с.
49. Есин В. М., Панов М. В., Сидорук В. И., Токарев В. Н. М 54 Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Пожарная безопасность в строительстве». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. – 27 с.

50. Рекомендации по расчету систем противодымной защиты зданий различного назначения. – М.: ВНИИПО, 1983. – 18 с.
51. МДС 21-3.2001 Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97\*. – М.: ОАО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ», 2001. – 44 с.
52. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 – М.: ИПК Издательство стандартов, 2011. – 18 с.
53. ГОСТ 12.0.003-74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». – М.: ИПК Издательство стандартов, 1974. – 35 с.
54. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://base.garant.ru/4173106/>. Дата обращения: 24.04.2019 г.
55. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
56. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>. Дата обращения: 24.04.2019 г.
57. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением февраль 2002) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 23 с.
58. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 47 с.
59. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 38 с.

60. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования(с Изменением январь 2000) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 12 с.

61. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 07.03.2019) «О противопожарном режиме» // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902344800>. Дата обращения: 24.04.2019 г.

62. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ (принят ГД ФС РФ 21.12.2001) (ред. от 01.04.2019) [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/). Дата обращения: 24.04.2019 г.

63. Приказ Министерства энергетики РФ от 13.01.2003 N 6 (ред. от 07.03.2019) «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901839683>. Дата обращения: 24.04.2019 г

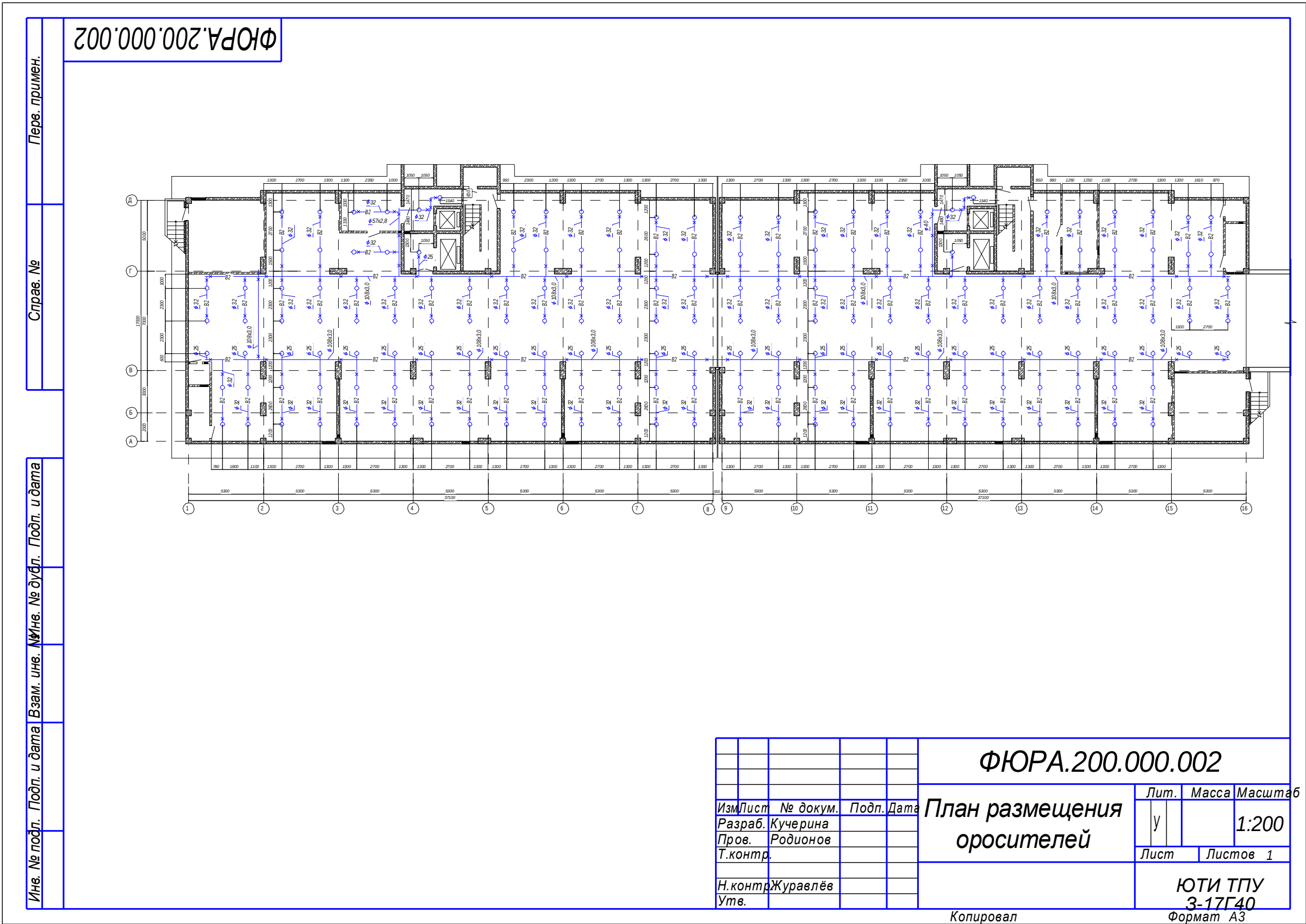
64. РД 25964-90 Система технического обслуживания и ремонта автоматических установок пожаротушения, дымоудаления, охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Организация и порядок проведения работ // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004838>. Дата обращения: 24.04.2019 г

65. Булва, А.Д. Эвакуация и поведение людей при пожаре на объектах с массовым пребыванием: анализ факторов, условий, рекомендации [Электронный ресурс]: Охрана труда и социальная защита: научный, производственно-практический журнал. – 2018 №7 (43). Библиотечка (электронное приложение).

## План подземной парковки



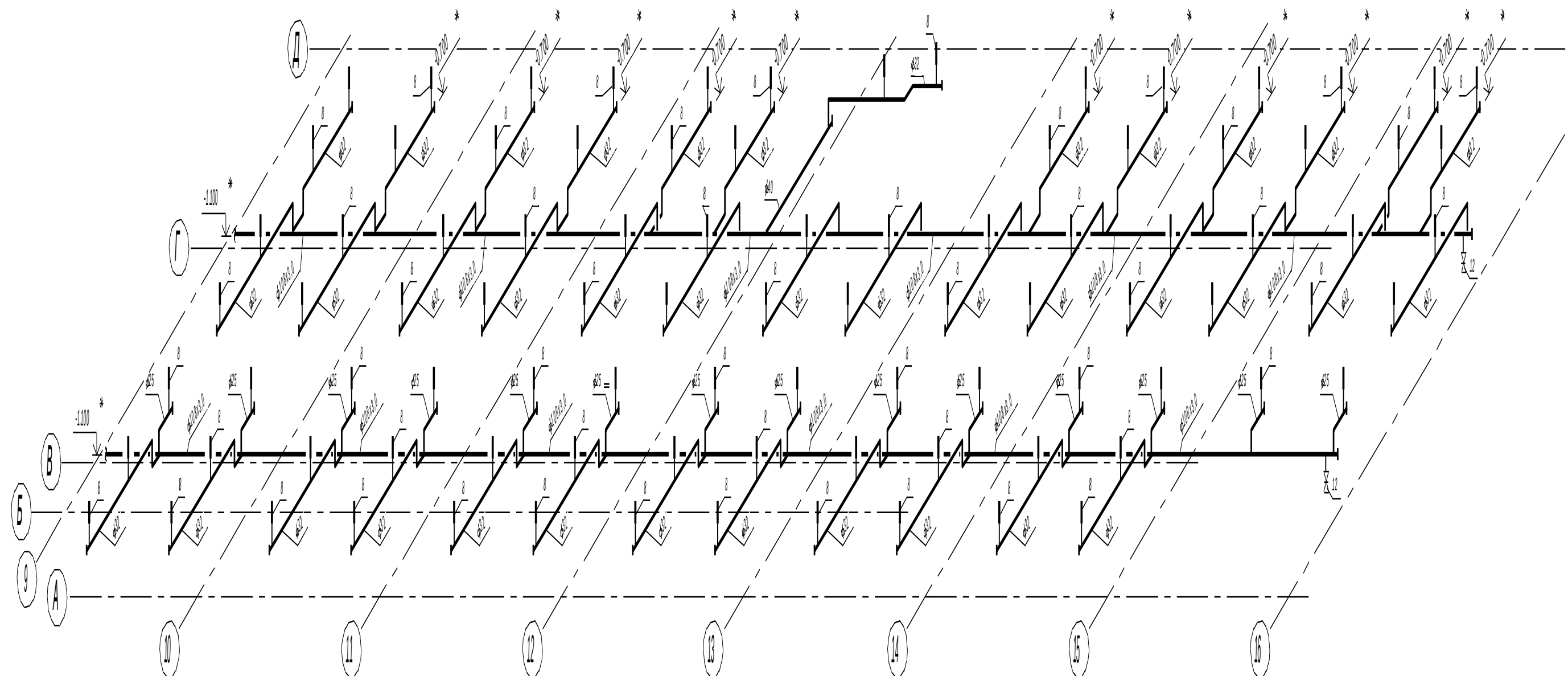
Приложение Б  
(Обязательное)  
План размещения оросителей



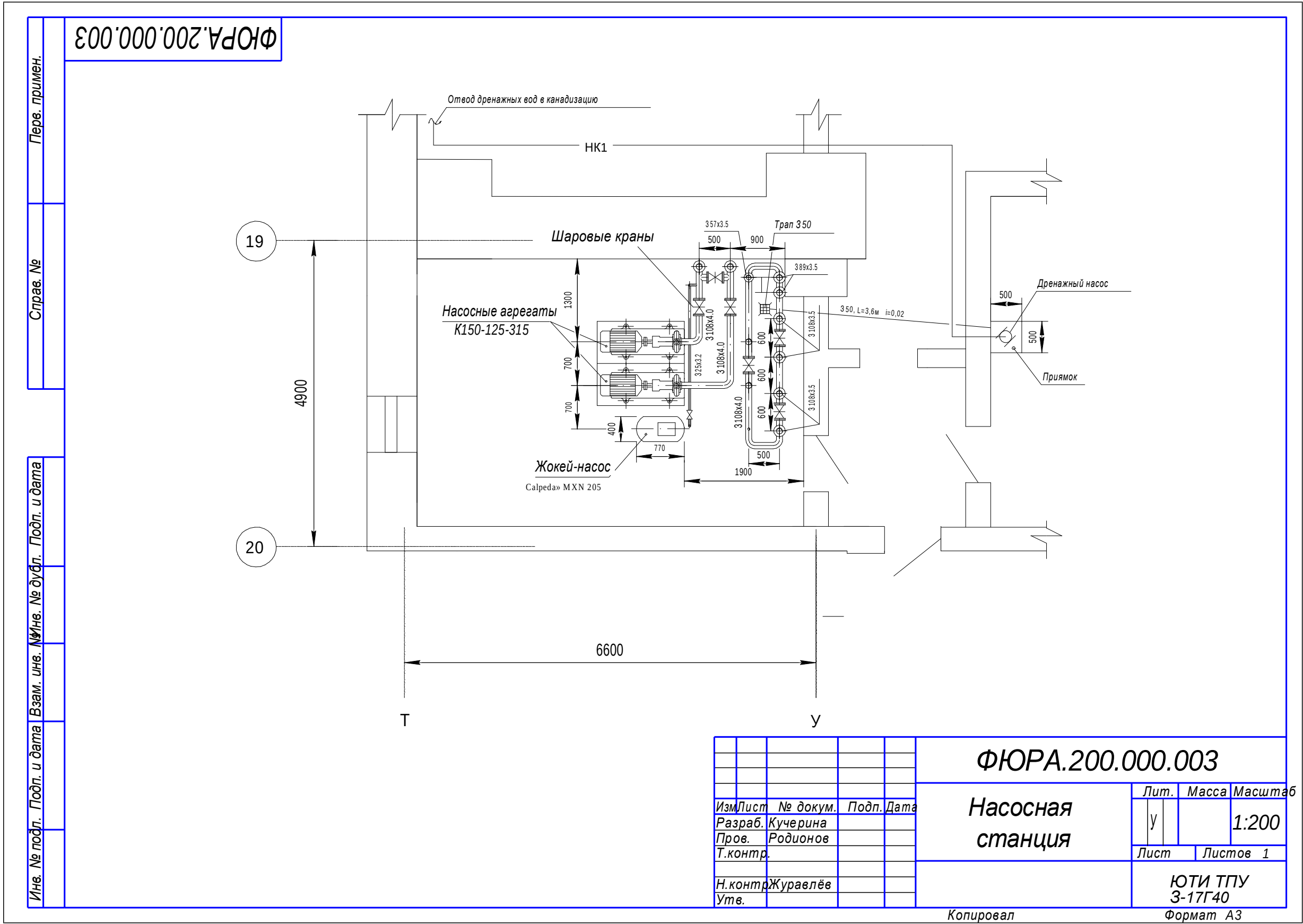
# Приложение В

(Обязательное)

## Расчетная схема АУПТ



Приложение Г  
(Обязательное)  
Насосная станция



# Приложение Д (Обязательное) Схема электрических соединений

