

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Анализ эффективности выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности и гидравлический расчет систем противопожарного водоснабжения

Студент

А.В. Антипов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.Г. Алтынбаев

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2021

## Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы): «Анализ эффективности выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности и гидравлический расчет систем противопожарного водоснабжения».

Объект исследования – ТЦ «Малина».

Общий объем работы, страниц машинописного текста 47, рисунков 6, таблиц 7.

В первом разделе изучаются теоретические основы обеспечения пожарной безопасности. Во втором разделе рассматривается оперативно-тактическая характеристика ТЦ «Малина». В третьем разделе проводится анализ эффективности выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности.

В четвертом разделе проводится анализ системы противопожарного водоснабжения. В пятом разделе проводится проверочный гидравлический расчет систем противопожарного водоснабжения.

В шестом разделе рассматривается охрана труда в ТЦ «Малина». В седьмом разделе рассматривается охрана окружающей среды и экологическая безопасность в ТЦ «Малина». В восьмом разделе дается оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

По результатам исследования рекомендована водяная установка автоматического пожаротушения тонко-распылительной водой для улучшения пожарной безопасности в ТЦ «Малина».

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, требования пожарной безопасности, противопожарное водоснабжение, технические средства обеспечения пожарной безопасности.

## Содержание

Введение.....	3
1 Теоретические основы обеспечения пожарной безопасности .....	4
2 Объект защиты и ее характеристика.....	8
3 Анализ эффективности выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности .....	11
3.1 Выполнение требований нормативных документов по пожарной безопасности в ТЦ «Малина» .....	11
3.2 Разработка мероприятий, направленных на улучшение пожарной безопасности в ТЦ «Малина» .....	12
4 Анализ системы противопожарного водоснабжения.....	18
5 Проверочный гидравлический расчет систем противопожарного водоснабжения .....	24
6 Охрана труда.....	27
7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	32
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	35
Заключение .....	42
Список используемых источников.....	45

## Введение

Пожары причиняют существенный финансовый вред, приводят к травматизму и смерти людей [4].

К основным задачам в сфере пожарной безопасности, подлежащих решению, можно отнести: повышение эффективности действий подразделений пожарной охраны, а также повышение эффективности профилактических противопожарных мероприятий и мер, принимаемых гражданами и организациями для защиты материальных ценностей от пожара. Соблюдение требований пожарной безопасности на добровольной основе, гражданами и организациями, имеют важную социально-экономическую значимость в области пожарной безопасности [5].

Цель нашей работы: анализ эффективности выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности и гидравлический расчет систем противопожарного водоснабжения на примере ТЦ «Малина».

Для выполнения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- изучить теоретические основы обеспечения пожарной безопасности;
- рассмотреть оперативно-тактическую характеристику ТЦ «Малина» в том числе: общие сведения об объекте, сведения о характеристиках электроснабжения, вентиляции и отопления, противопожарное водоснабжение, данные о системе противопожарной защиты объекта, данные о пожарной нагрузке;
- провести анализ эффективности выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности;
- провести анализ системы противопожарного водоснабжения;
- провести проверочный гидравлический расчет систем противопожарного водоснабжения;
- рассмотреть охрану труда в ТЦ «Малина»;

- рассмотреть охрану окружающей среды и экологическую безопасность в ТЦ «Малина»;
- дать оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

В бакалаврской работе решаются вопросы касавшиеся безопасности технологических производств и процессов, инженерной защиты окружающей среды и пожарной безопасности.

Исходные данные к бакалаврской работе: результаты исследования технической документации, статистические данные, нормативно-правовые акты.

При выполнении работы были использованы современные законодательные и нормативно-технические базы, электронные ресурсы, обработка информации компьютерными технологиями.

## **1 Теоретические основы обеспечения пожарной безопасности**

Пожарную безопасность можно определить, как состояние объекта, где исключается вероятность появления, а также формирования пожара, и, кроме того, гарантируется защита людей, а также вещественных ценностей от его влияния.

Процесс, при котором целью является сокращение вероятности появления пожара, и минимизация вреда от последствий пожара называется обеспечением пожарной безопасности.

Настоящим Федеральным законом устанавливаются единые законные, финансовые также общественные основы предоставления в Российской Федерации пожарной безопасности, регулируются в данной сфере отношения среди органов регионального самоуправления, органов государственной власти, учреждений, организаций и других юридических лиц, вне зависимости от их организационно-правовых конфигураций и форм имущества, кроме того среди социальных организаций, индивидуальных бизнесменов, официальных лиц, граждан Российской Федерации, заграничных граждан и лиц без гражданства [10].

В целях Настоящего Федерального закона используются соответствующее определения:

- пожарная безопасность - положение безопасности личности, собственности, сообщества, а также страны от пожаров;
- пожар - неуправляемое горение, наносящее финансовый вред, ущерб жизни и самочувствию людей, интересам сообществ и страны;
- условия пожарной безопасности - специализированные условия общественного или технического характера, определенные в целях предоставления пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными бумагами либо уполномоченным муниципальным органом;

- несоблюдение условий пожарной безопасности - неисполнение либо неразумное осуществление условий пожарной безопасности;
- пожарный режим - условия пожарной защищенности, устанавливающие принципы действия людей, процедура компании производства либо нахождения территорий, строений, зданий, комнат учреждений, а также иных объектов в целях предоставления пожарной безопасности и т.д. [10].

Системы пожарной безопасности объектов содержат в себе совокупность событий:

- по предупреждению пожара;
- по оперативному обнаружению также уведомлению о пожаре;
- по результативному использованию основных средств также приборов пожаротушения;
- по обеспечению безопасной эвакуации людей при пожаре;
- по предупреждению распространения пожара;
- по увеличению противопожарной стабильности строений, а также построек;
- по формированию пожарной защиты объекта;
- по обеспечению эффективного тушения пожара;
- по распределению обязательств, сопряженных с выполнением условий пожарной безопасности;
- по обучению мерам пожарной безопасности сотрудников;
- по организации контролирования исполнения условий пожарной безопасности [19].

Система обеспечения пожарной безопасности выполняет основные функции [19]:

- нормативное правовое урегулирование также реализация муниципальных мер в сфере пожарной безопасности;
- формирование пожарной защиты и организация ее работы;
- создание также реализация мер пожарной защищенности;

- осуществление прав, обязательств также ответственности в сфере пожарной безопасности;
- осуществление охранно-пожарной пропаганды также подготовка жителей мерам пожарной защищенности;
- помощь работы добровольных пожарных, вовлечение жителей к обеспечению пожарной защищенности;
- научно-промышленное предоставление пожарной безопасности;
- информативное обеспечение в сфере пожарной безопасности;
- реализация федерального правительственного пожарного наблюдения также иных ревизорских функций согласно обеспечению пожарной защищенности;
- изготовление пожарно-технического продукта;
- осуществление работ также предоставление услуг в сфере пожарной защищенности;
- лицензирование работы в сфере пожарной безопасности, а также доказательство соответствия продукта и услуг в сфере пожарной безопасности;
- ликвидация пожаров, также осуществление спасательно-аварийных работ;
- учёт пожаров;
- формирование особого охранно-пожарного порядка [19].

Обеспечение пожарной безопасности на социальных участках, к которым принадлежат также торгово-развлекательные функциональные комплексы, где постоянно находиться большое количество людей, посетители с детьми, решившие посетить кинозалы, а также игровые центры, считается первостепенной задачей в профилактике пожаров, исследованию мероприятий по безопасной эвакуации людей [14].

Помимо этого, руководителю или арендатору необходимо разработать декларацию пожарной безопасности и представить в подразделение пожарного надзора [14].



Для отвечающего за пожарную безопасность объекта, кроме обучения сотрудников, ведения набора документации согласно охранно-пожарным мероприятиям, существует еще немало обязательств:

- создание согласно классу пожароопасности инструкций для помещений;
- наблюдение за состоянием противопожарной охраны, СОУЭ, систем пожаротушения; охранно-пожарного инвентаря, в том числе сборку пожарных шкафов, кранов, щитов с портативными огнетушителями;
- снабжение предостерегающими табличками дверей пожароопасных комнат, символами пожарной безопасности абсолютно всех помещений;
- производство, расположение уголков пожарной безопасности в более посещаемых, проходных участках объекта, расположение поэтажных проектов эвакуации в случай пожара.

В соответствии с Федеральным законом «О пожарной безопасности» важной функцией государства является обеспечение пожарной безопасности. При невыполнении требований пожарной безопасности руководители предприятий и организаций могут быть привлечены к административной и даже уголовной ответственности» [10].

## 2 Объект защиты и ее характеристика

В качестве объекта нашего исследования рассмотрим ТЦ «Малина».

Адрес ТЦ «Малина»: Самарская область, г. Тольятти, ул. Спортивная 4в. Территория ТЦ «Малина» имеет размеры 84 54 м, таким образом площадь 4890 м<sup>2</sup>.

Здание ТЦ «Малина» трехэтажное. На первом этаже расположен торговый зал, пиццерия. На втором этаже расположено офисное помещение и ресторан. На рисунке 1 указан генеральный план расположения объекта на местности.

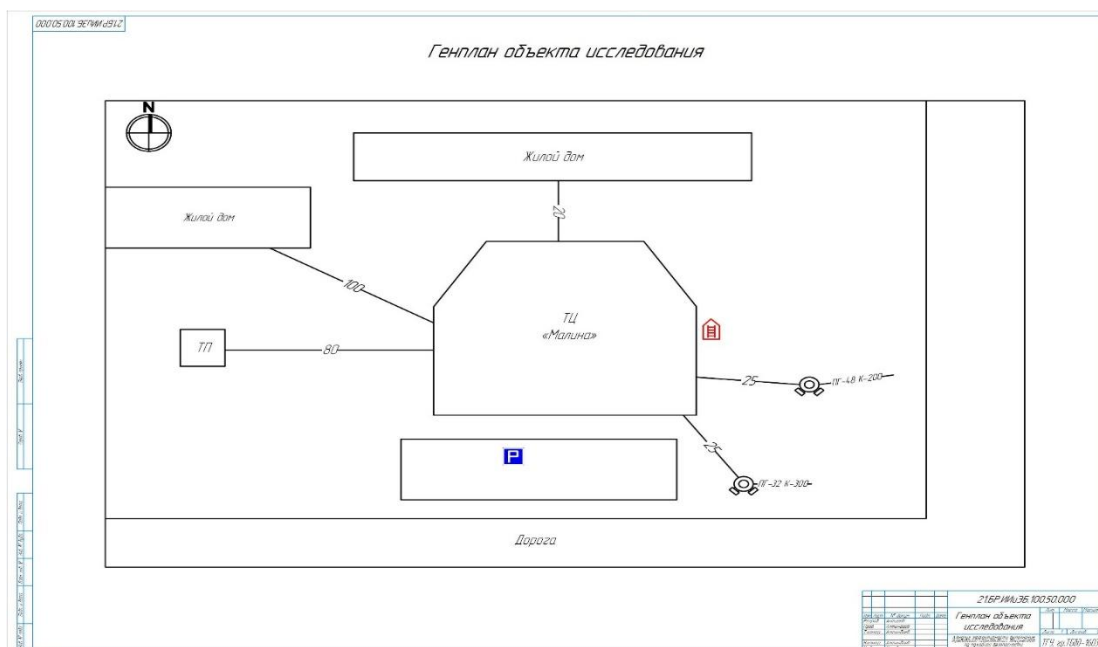


Рисунок 1 – План расположения ТЦ «Малина» на местности

Здание ТЦ «Малина» относится к 4.1 классу функциональной опасности и к классу СО конструктивной опасности. Здание II степени огнестойкости, конструкции непожароопасные, пределом огнестойкости:

- Не менее REI 90: наружные стены;
- Не менее REI 45: перегородки;
- Не менее REI 60: лестничные клетки и перекрытия.

Стены здания выполнены из кирпича. Полы покрыты плиткой. Керамзитобетон используется в качестве утеплителя. Проемы: филенчатые двери и двустворные окна. Отделка стен - покраска, побелка и штукатурка.

Данные о пожарной нагрузке: наибольшая пожарная нагрузка в торговом зале и составляет 30-50 кг/м<sup>2</sup>. Радиоактивных и химических веществ, веществ, вступающих в реакцию с водой, нет. Сосудов под давлением нет.

Задымление, возможные зоны: если нарушена целостность оконных стекол - оконные проемы, а также через лестничные клетки всех этажей.

Возможное возникновение пожара: в местах наиболее интенсивного воздействия конвективных потоков и излучения пламени.

В случае возникновения пожара, огонь может распространиться через двери и окна, затем через коридор и смежные помещения. Но коридоры выполнены из негорючих и не пожароопасных материалов: отделка полов – плитка, отделка потолка и стен – краска водоэмульсионная. При возникновении пожара возможно обрушение лестничных проемов, кровли, перекрытия между этажами и т.д.

В здании ТЦ «Малина» электричество подается от трансформаторной подстанции, напряжение 220-380 В. Отключить электричество можно на первом этаже через электрощитовую, либо обратиться к дежурному ОАО «Электросеть».

Практически во всех помещениях здания ТЦ «Малина» предусмотрена вентиляция естественная, в пиццерии используется приточно-вытяжная с механическим побуждением. Отопление здания центрально-водяное.

Обнаружение пожара обеспечивается за счет дымовых, тепловых и ручных извещателей, а именно ИП 212-87, ИП 103-5/4 и ИПР-ЗСУ соответственно.

На объекте отсутствует автоматическая система пожаротушения, противодымная защита. Дымоудаление механическое.

В ТЦ «Малина», в кабинете охраны предусмотрен прибор охранно-

пожарной сигнализации: АРМ «Орион», представленный на рисунке 2.

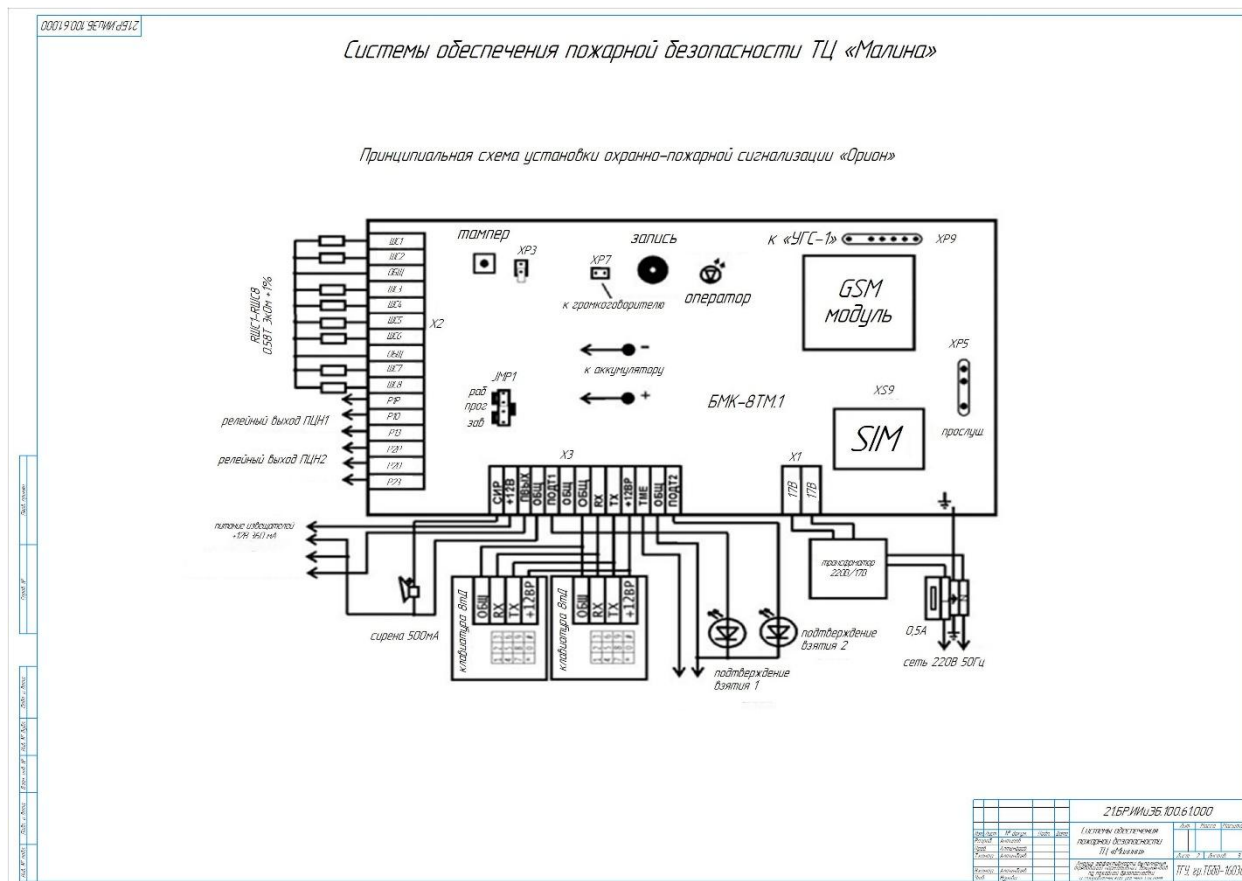


Рисунок 2 – Принципиальная схема установки охранно-пожарной сигнализации «Орион»

Таким образом, мы рассмотрели общие сведения об объекте, сведения о характеристиках электроснабжения, вентиляции и отопления, противопожарное водоснабжение, противопожарная система защиты объекта, данные о пожарной нагрузке.

### **3 Анализ эффективности выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности**

#### **3.1 Выполнение требований нормативных документов по пожарной безопасности в ТЦ «Малина»**

Существуют определенные требования пожарной безопасности, которыми должен руководствоваться каждый сотрудник ТЦ «Малина», если обнаружен пожар, появился запах гари или произошло задымление и т.д. Данные требования включены в план действий сотрудников, в котором необходимо:

- оповестить службу пожарной охраны сразу после обнаружения пожара (следует охарактеризовать местоположение, место появления пожара и собственную фамилию);
- оповестить руководителя и других сотрудников;
- провести эвакуацию людей и вещественных ценностей;
- если это необходимо - выключить электричество;
- при необходимости;
- перейти к тушению пожара средствами пожаротушения;
- проинформировать прибывшее подразделение пожарной охраны о сложившейся обстановке.

В таблице 1, указаны действия, принимаемые персоналом при возникновении пожара.

Таблица 1 - План действий персонала при возникновении пожара

Действия	Описание действия	Ответственный
Сообщить о пожаре	Если обнаружен пожар или его признаки, заметивший пожар звонит в пожарную охрану и сообщает необходимую информацию: фамилию, адрес и т.д. После чего, ставит в известность руководителя и оповещает персонал	Первый человек обнаруживший пожар

## Продолжение таблицы 1

Действия	Описание действия	Ответственный
Эвакуация	Люди выводятся наружу через выходы и коридоры, сразу после обнаружения пожара. Те, кому угрожает опасность, эвакуируются в первую очередь	Охрана, ответственные за обеспечение пожарной безопасности
Эвакуация материального имущества	В первую очередь выносятся материальные ценности из помещения, где возник пожар. Из других помещений имущество необходимо выносить согласно спискам, составленным в соответствии с обстановкой пожара.	Персонал
Пункты размещения эвакуированных	В зависимости от времени, людей размещают: днем - на прилегающей территории, ночью – в соседних зданиях. Также проводится сверка по спискам эвакуированных	Ответственные за обеспечение пожарной безопасности
Отключение электрической энергии	Если тушение пожара производится водой и проведена эвакуация людей, электрик отключает электроэнергию для того, чтобы пожарная охрана могла выполнить дальнейшие действия по тушению пожара	Электрик
Тушение пожара	В первую очередь для тушения пожара используются огнетушители и все имеющиеся средства пожаротушения	Расчет ДПД
Встреча пожарного подразделения с руководителем	Информирование руководителем объекта об очаге пожара, о принятых мерах для ликвидации пожара и эвакуации руководителя тушения пожара по прибытии пожарного подразделения	Руководство объекта

В ТЦ «Малина» отсутствуют СИЗ. Для эвакуации посетителей и персонала снаружи здания использовать пожарные лестницы ручные, а также автолестницы.

### **3.2 Разработка мероприятий, направленных на улучшение пожарной безопасности в ТЦ «Малина»**

В подразделе 3.1 мы выявили, что в ТЦ «Малина» отсутствует автоматическая система пожаротушения. Поскольку торговый центр является местом скопления большого количества людей, можно рассмотреть в качестве рекомендации установку автоматического пожаротушения.

Рассмотрим существующие виды автоматических установок и выберем наиболее подходящую для ТЦ «Малина».

Автоматические средства пожаротушения классифицируются на:

- пенные и водяные,
- аэрозольные,
- порошковые,
- газовые [18].

Водяные конструкции пожаротушения используются более обширно. В состав пенных установок пожаротушения входят различные пенообразователи и смачиватели с добавлением воды. Водяные установки можно подразделить на три вида, которые различаются способом орошения огнетушащим составом: [18]:

- дренчерные конструкции снабжаются оросителями, выводящими воду на значительную площадь. Поскольку вода способна причинить большой ущерб, как и пламя, подобные конструкции не применяются в складах и иных объектах, на которых имеется угроза порчи вещественных ценностей;
- спринклерные конструкции отличаются наиболее высокой точностью, так как действуют исключительно над источником возгорания, а не во всем помещении одновременно;
- тушение тонкораспыленной водой, не выпускают при срабатывании поток воды, а формируют в помещении водяной пар. При тушении подобным методом снижается второстепенный вред.

Водяные конструкции не подойдут для тушения помещений, где расположено оборудование под напряжением, а кроме того многих материалов и веществ, которые вода способна испортить. Пенные системы могут давать пену различной кратности, также их допускается применять с целью тушения электроники, однако второстепенный вред срабатывания подобных конструкций также весьма велик.

Последующим шагом в формировании технологий пожаротушения уже

после применения воды и пены стало формирование порошковых систем пожаротушения и огнетушителей. Равно как и другие системы, они имеют все шансы существовать как независимыми, так и концентрированными.

Систематизация подобных систем базируется на используемых методах тушения пожаров порошковыми огнетушащими средствами. Таким образом можно рассмотреть:

- концепции объемного порошкового пожаротушения, формирующие плотный туман порошка согласно всему пространству защищаемого здания;
- концепции поверхностного порошкового пожаротушения, оберегающие только лишь конкретное спецоборудование, стеллаж с вещественными ценностями, или иной предмет;
- концепции местного порошкового пожаротушения, которые наставлены на защиту конкретного места в местности здания по причине значительной пожарной угрозы либо риска потери вещественных ценностей. Это может быть отсек сохранения готового продукта либо размещения научно-технического оснащения на складе, в цеху или других комнатах.

Порошковое тушение может использоваться с целью ликвидации возгораний электроники, но кроме того множества иных предметов, материалов и элементов [18]. К минусам подобного способа можно отнести:

- неосуществимость его использования в комнатах с непрерывным присутствием людей (пигмент весьма токсичен);
- большая опасность порчи собственности (пигмент входит в реакцию с многочисленными веществами, оставляет следы);
- необходимость после срабатывания продолжительной уборки (небольшие частички порошка весьма сложно достать с щелей и убрать с всех затронутых поверхностей).

Принцип действия систем аэрозольного пожаротушения - формирование на защищаемом объекте сферы, в которой невозможно



горение. Аэрозолеобразующий огнетушащий структура (АОС) - это особая конденсированное соединение горючих компонентов и окислителей с целевыми и научно-техническими добавками.

При запуске системы состав сгорает, после, подается на защищаемый объект в виде аэрозоля, мелкие частички которого остужают плоскости и формируют непригодные для горения условия по всему помещению. Подобная система обладает обширным спектром рабочих температур, с целью применения в комнатах со огромной кубатурой, также потребует наименьшего технологического обслуживания.

К минусам аэрозольных конструкций относятся [18]:

- проблемы в проектирования и проведении монтажа. Это связано с тем, что в подаваемом аэрозоле могут пребывать не прогоревшие частички АОС, которые могут спровоцировать загорание;
- неосуществимость перезарядки концепции. Уже после запуска конструкции блок-корпус с зарядом огнегасящего элемента следует поменять на новый;
- ядовитость, а также угроза повторного вреда. Вдыхать испарения аэрозоля запрещено, и уже после срабатывания системы следует осуществлять тщательную влажную уборку.

Таким образом, из упомянутых автоматических систем пожаротушения более оптимальная для ТЦ «Малина» - водяная. Согласно сопоставлению, с другими охранно-пожарными системами, водяные конструкции не способны нанести ущерб самочувствию людей, которые находятся вблизи с ними. Вода обладает значимым качеством: в ходе парообразования она раздается в размере более, чем в 1500 раз. Возникающее большое паровое облако выгоняет воздух, в составе которого имеется кислород – требуемая составная часть для формирования горения. Это означает, что для воды присущ эффект большого тушения, вследствие которого она образует все условия для изолирования источника возгорания. Помимо этого, вода считается недорогим и легкодоступным материалом, который с поддержкой

спринклерных конструкций возможно легко подать к участку пожара. Проанализируем таблицу 2, где представлены водяные системы пожаротушения, отличающиеся по виду оросителей.

Таблица 2 – Водяные системы пожаротушения

Характеристика	Спринклерная	Дренчерная	Тонкораспылительная
Принцип действия	Если наблюдается повышение температуры вблизи спринклера, стеклянная ампула разрушается. Вода, находящаяся под давлением, подается к спринклеру по трубопроводу, попадает на розетку спринклера и распыляется равномерно над очагом возгорания [18]	При появлении признаков возгорания, чувствительные датчики отправляют сигнал на пульт управления. Если порог значений превышают ранее запрограммированный, пульт управления передает для включения насосной станции команду. После чего, жидкость передается по трубам к дренчерам и помещение орошается	При срабатывании датчиков дыма, подается сигнал от прибора АПС на запуск устройства газового баллона. Вода под действием газа-вытеснителя поступает к трубопроводу из резервуара, затем к оросителям в зоне защиты от пожара. Смесь газа и воды в виде водяного тумана распыляется [16]
Площадь тушения	Там, где превышен порог температуры	По всей территории	Непосредственно в зону горения [16]
Преимущества	Система действует избирательно, поскольку включается там, где сработал тепловой замок	Подача жидкости происходит без участия человека, так как заранее запрограммировано. Неоднократное использование. Быстрая реакция на огонь или задымление	Защита людей, минимизация ущерба, нанесенного объекту; малый вес и диаметр труб, удобна в эксплуатации. Тушение пожара водой в краткие сроки
Недостатки	Необходимо перезаряжать устройство после срабатывания; вероятность ложного срабатывания, поскольку система может среагировать на дым [18]	Большой расход пены и воды, высокая скорость распыляемого вещества; дренчерная система срабатывает и в тех местах, где нет возгорания	Для работы такого типа пожаротушения нужно использовать дополнительное оборудование – специальные системы водоподготовки

Проанализировав данные из таблицы 2, можно сделать вывод, что тонкораспылительный ороситель имеет больше преимуществ, по сравнению с дренчерным или спинклерным. Автоматическая система водяного пожаротушения тонкораспылительной водой эффективнее тем, что можно проводить эвакуацию из помещений, поскольку водяной туман для дыхания людей не опасен, в отличие от дренчерных или спринклерных систем пожаротушения, повреждение содержимого помещений минимальное [16].

Рассмотрим схему системы водяного пожаротушения тонкораспылительной водой, представленную на рисунке 3.

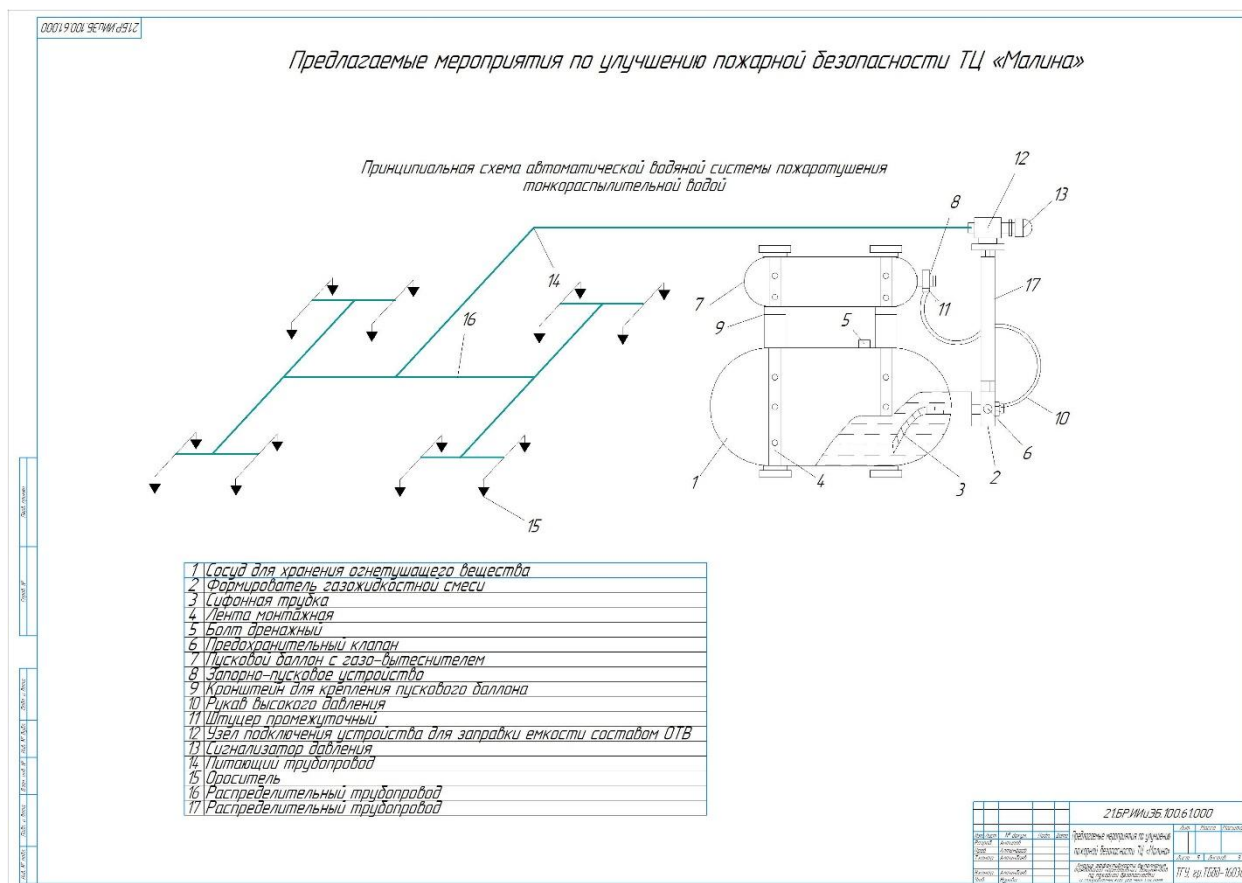


Рисунок 3 – Принципиальная схема установки автоматической системы водяного пожаротушения тонкораспылительной водой

Таким образом, применение тонкораспылительных систем пожаротушения эффективнее при тушении пожара в ТЦ «Малина».

#### **4 Анализ системы противопожарного водоснабжения**

Для забора воды из естественных источников, очищения, подъема ее на высоту, сохранения резервов воды, а также подачи ее к участкам пользования используется система водоснабжения, которая определяется как совокупность инженерно-промышленных построек [13].

На протяжении нормативного периода тушения пожара под необходимым давлением используется противопожарное водоснабжение, при обеспечении необходимой надежности деятельности всего комплекса водопроводных построек. Помимо этого, противопожарный водопровод подразделяют на систему внешнего и внутреннего пожаротушения. С целью отбора воды с внешнего водопровода в нем устанавливают гидранты пожарные на дистанции от 100 до 150 м.

Пожарный трубопровод (внешний и внутренний) считается одним из особо значимых компонентов системы противопожарного водоснабжения [13].

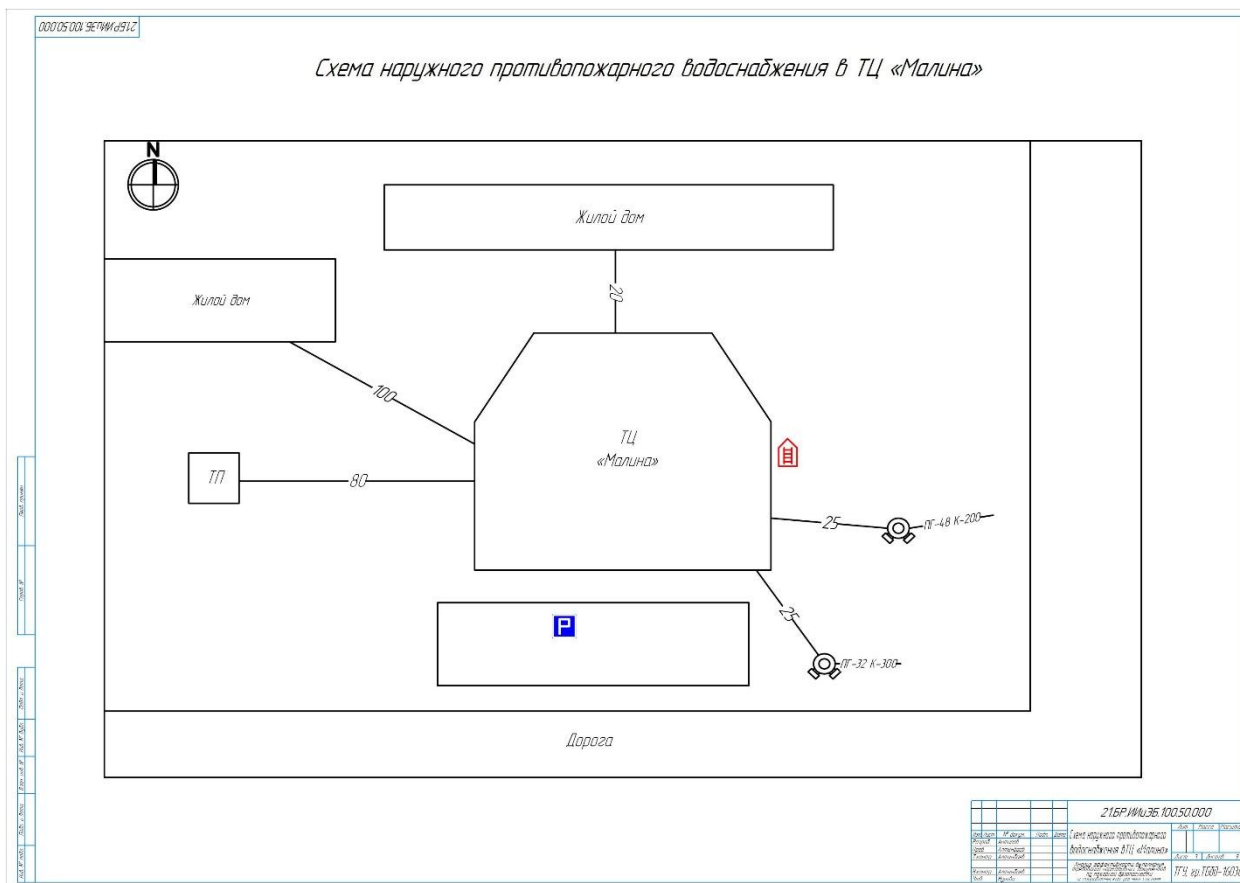
Чаще всего, линия противопожарного водопровода создают кольцевой, обеспечивая этим наиболее высокую безопасность водообеспечения. При этом для любой кольцевой сети производятся два ввода (зоны присоединения к предшествующей сети). Тупиковые сети - разветвленные, в которой с любого участка сети вплоть до места подачи воды существует только единственный путь.

Водоотдача зависит от вида водопроводных сетей, различают тупиковую и кольцевую, помимо этого водоотдача зависит от напора воды и диаметра труб. В таблице 3 показана водоотдача водопроводных сетей.

Таблица 3 - Водоотдача водопроводных сетей на объекте ТЦ «Малина»

Напор в сети, м	Вид водопроводной сети	Водоотдача, л/с, при диаметре трубы, мм						
		350	300	250	200	150	125	100
10	Кольцевая	130	115	85	65	55	40	25
	Тупиковая	65	55	40	30	25	20	10
20	Кольцевая	195	170	115	90	70	60	30
	Тупиковая	90	80	55	45	30	25	14
30	Кольцевая	235	205	145	110	80	70	40
	Тупиковая	110	95	70	55	40	35	17
40	Кольцевая	280	235	185	130	95	85	45
	Тупиковая	140	110	80	60	45	40	21
50	Кольцевая	325	265	200	145	105	90	50
	Тупиковая	160	120	90	70	50	45	24
60	Кольцевая	380	290	225	163	110	95	52
	Тупиковая	190	140	110	80	55	47	26
70	Кольцевая	440	330	255	182	130	105	58
	Тупиковая	210	160	125	90	65	50	29
80	Кольцевая	500	370	287	205	140	115	64
	Тупиковая	250	180	140	100	70	55	32

Рассмотрим наружную систему водоснабжения на объекте ТЦ «Малина», представленную на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Схема наружного противопожарного водоснабжения ТЦ «Малина»**

Таким образом, снаружи здания есть два пожарных гидранта, более подробно описанные в таблице 4.

**Таблица 4 – Наружное противопожарное водоснабжение**

Характеристика	Гидранты	
	ПГ-32	ПГ-48
Расстояние до ТЦ «Малина, м	25	25
Диаметр, мм	300	300
Давление, атм	4	4
Q сети, л/сек	235	130
Тип сети	Кольцевая	Кольцевая

В случае отключения воды в водопроводе города, заправить пожарную машину можно в ближайшем пожарном водоеме на территории ДС «Волгарь», объем водоема составляет 1500 м<sup>3</sup>.

Схема внутреннего водоснабжения представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Схема внутреннего водоснабжения ТЦ «Малина» на первом этаже

В таблице 5 указана информация о внутреннем водоснабжении в здании.

Таблица 5 – Внутреннее водоснабжение ТЦ «Малина»

Расположение	Кол-во ПК	Q, л/сек	Насосы повысители
1 этаж	17	42,5	-
2 этаж	2	5	-

В целях эффективного применения пожарных источников водоснабжения в пожарах и предоставления стабильной готовности, должно обеспечиваться осуществление последующих первостепенных мероприятий [17]:

- регулярный надзор состояния источников водоснабжения;
- обеспечение условий эксплуатации противопожарного водоснабжения в весенне-летний и осенне-зимний период;
- проверка водопроводных сетей на водоотдачу, а также формирование действий согласно сведениям водоотдачи;
- четкий подсчет всего противопожарного водоснабжения;
- формирование своевременной связи с водопроводными услугами города, областей и объектов.

В свою очередь, обслуживающая компания ОАО «ТЕВИС» обязана:

- содержать водоисточники в исправном техническом состоянии и на ежедневной основе производить контроль;
- обновлять или по необходимости заменять указатели местонахождения источников противопожарного водоснабжения;
- своевременно предоставлять всю необходимую информацию по наличию, количеству и расположению пожарных водоисточников;
- в случае выявления неисправностей пожарных водоисточников сообщить диспетчеру ЦППС номера и адреса неисправных водоисточников, а также номера и адреса ближайших исправных водоисточников;
- сообщать телефонограммой на ЦППС об окончании работ по ремонту пожарных водоисточников;
- во всех случаях при снижении давления, отключении водопроводных линий или авариях на водопроводах, информировать диспетчера ЦППС, указав при этом номера и адреса



расположения пожарных гидрантов, попадающих в зону отключения;

- при технологической возможности (при наличии отдельного трубопровода), при отключении водопотребителей за неуплату, не допускать отключение систем наружного водоснабжения и противопожарной защиты;
- решение по демонтажу пожарных водоисточников принимать после согласования с «31 ПСО ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Самарской области»;
- организовать сезонную проверку источников НПППВ два раза в год: при подготовке к весенне-летним этапам в период с 1 апреля по 20 мая, при подготовке к осенне-зимнему в период с 1 сентября по 20 октября [14];
- по окончании сезонной проверки провести выборочное испытание участков водопроводной сети на водоотдачу по необходимости [14].

Таким образом, мы рассмотрели водоотдачу в ТЦ «Малина», схему противопожарного водоснабжения: внутреннего и наружного.

## 5 Проверочный гидравлический расчет систем противопожарного водоснабжения

Гидравлический расчет дренчерной или спринклерной включает в себя:

- расход воды;
- сравнение удельного расхода;
- определение диаметра труб и необходимого напора.

На рисунке 6 представлены данные суточного потребления воды в ТЦ «Малина».

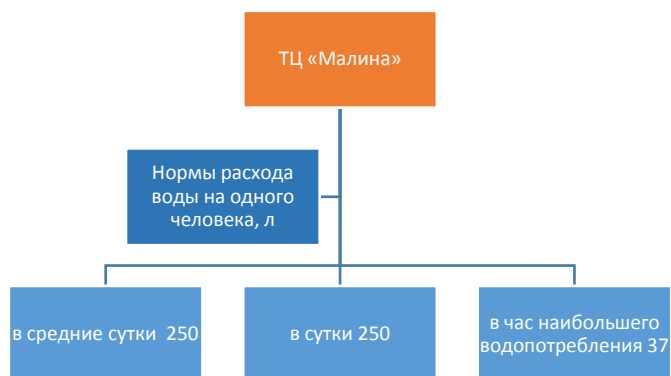


Рисунок 6 - Суточное потребление воды в ТЦ «Малина»

Возьмем значение нормы расхода воды в сутки наибольшего водопотребления, примерное количество работников в здании в сутки - сто, получим формулу (1):

$$Q = \frac{N \cdot q}{24}, \quad (1)$$

где  $q$  – норма максимального водопотребления на одного человека, л/с;

$N$  – расчетное число работников в здании, чел.

Таким образом, рассмотрим формулу (2):

$$Q = \frac{100 \cdot 37}{24} = 25 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (2)$$

Рассмотрим торговый зал для того, чтобы определить какой расход воды требуется для тушения пожара. Пожарная нагрузка: материал из которого выполнены стены и перегородки – кирпич. Имеются стеллажи с товаром, изделия из пластика, одежда, столы и стулья. Территория ТЦ «Малина» имеет размеры 84 54 м, площадь 4890 м<sup>2</sup>. Потолок и стены выполнены краской (водоэмульсионной), покрытие пола - керамическая плитка.

Принимаем:  $V_{л}$  равную 1 м/мин,  $I_{тр}$  равное 0,1 л/с на квадратный метр.

$S_{пж.}$  равна 38,5 м<sup>2</sup>, так как угловая форма площади пожара и  $R < h$ .

Таким образом, определим сколько потребуется на тушение пожара воды, формула (3):

$$Q_{тр.} = S_{туш.} \times J_{мр.} = 38,5 \times 0,15 = 5,7 \text{ л/с.} \quad (3)$$

Таким образом, определим какое число стволов необходимо для тушения пожара, формула (4):

$$N = \frac{Q_{тр.}}{q} = \frac{5,7}{3,7} = 1 \text{ (ПЛС-20)}. \quad (4)$$

На защиту помещений и на тушение пожара потребуется три ствола РСК-50, поскольку на защиту межэтажного перекрытия первого этажа и кровли по одному стволу РСК-50, на защиту второго этажа - один ствол РСК-50.

Таким образом, зная количество стволов для тушения пожара, проведем расчет расхода воды на защиту и тушение пожара, формулы (5), (6), (7):

$$Q_{защ. РСК-50} = N \cdot q = 3 \cdot 3,7 = 11,1 \text{ л/с,} \quad (5)$$

$$Q_{\text{туш. ПЛС-20}} = N \cdot q = 1 \cdot 19 = 19 \text{ л/с}, \quad (6)$$

$$Q_{\text{тр.общ.}} = 19 + 11,1 = 30,1 \text{ л/с}. \quad (7)$$

Зная диаметр труб противопожарного водопровода - 300 мм, водоотдачу труб - 235 л/с (Qф) и давление в кольцевой сети – 4 атм, можно сделать вывод, что Qтр меньше, чем Qф, а именно 30,1 л/с меньше, чем 235 л/с. Таким образом, объект будет обеспечен водой во время тушения пожара.

Таким образом, можно определить диаметр трубы по формуле (8):

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}, \quad (8)$$

где Q – расчетный расход, м<sup>3</sup>/сут;

v – скорость движения воды на участке, 1,5 м/с.

Диаметр труб на участке с максимальным расходом 25 м<sup>3</sup>/сут. = 0,3 л/с, рассмотрим формулу (9):

$$d = \sqrt{((4 \cdot 0,3)/(3,14 \cdot 1,5))} = 16 \text{ мм} \quad (9)$$

Таким образом, мы провели гидравлический расчет систем водоснабжения, который показал, что экономнее использовать трубы диаметром 16 мм.

## 6 Охрана труда

Организация пожарной безопасности, охрана труда – это широкая сфера работы компании, в которой реализуется существенное количество мер. Для того чтобы классифицировать сведения об их исполнении, следует гарантировать документальную фиксацию выполненных действий. Помимо этого, немаловажно принимать во внимание то, что наличие бумаг в области пожарной безопасности - неотъемлемое условие, принятое на уровне закона [8]. Для того чтобы гарантировать осуществление данных норм, фирма должна оформить:

- распоряжение о назначении лица, отвечающего за пожарную защищенность компании, либо уполномоченного отделения или центра, который станет заниматься исполнением подобных обязательств;
- проекты эвакуации отдельно для каждого этажа;
- журнал инструктажей согласно пожарной безопасности для работников компании;
- удостоверение о прохождении подготовки, а также аттестации согласно плану пожарно-технологического минимума для этих сотрудников, которые должны изучить данный материал [8];
- указания согласно пожарной безопасности;
- местные нормативные бумаги, характеризующие единые принципы деятельности фирмы в данной области, к примеру, положение о компании обязательного противопожарного порядка на ее объектах, а также зонах.

В соответствии с функционирующим законодательством, отвечающим за службу охраны труда, а также пожарную безопасность фирмы, считается управляющий компании. Но, он способен предоставить собственные возможности в данной сфере работникам, которые прошли профессиональную подготовку и также обладают требуемыми знаниями для

организации обязательных работ: инженеру по охране труда и пожарной безопасности, либо профессионалу по ОТ. При таких условиях функцией управляющего компании становится надзор его деятельности [8].

Руководящая структура компании совместно с управляющим разрабатывает принципы согласно охране труда и пожарной безопасности, на базе функционирующих законодательных действий, уже после чего ведется подготовка работников и сотрудников объекта в плане применения ключевых требований.

Функционирующее законодательство устанавливает несколько мер, которые должен осуществлять любой работодатель с целью достижения необходимой степени пожарной безопасности собственной компании, и кроме того, трудящегося в ней персонала. В перечень подобных мер вступают:

- создание концепции пожарной безопасности в фирме с учетом данных ее научно-технического цикла, но кроме того существующих ресурсов согласно достижению безопасности сотрудников;
- управление документооборота в данной сфере с соблюдением определенных нормативов;
- спецоборудование территорий, рабочих зон, помещений фирмы первичными средствами пожаротушения, и кроме того, механическими системами реагирования на загорание или задымление;
- установление системы финансирования противопожарных мер, введение их в экономический план фирмы в любой календарный год;
- организация подготовки сотрудников компании в сфере пожарной безопасности в соответствии с указом № 645;

- надзор исправности оснащения, состояния компонентов электросети в компании с целью предотвращения форс-мажорных обстановок, которые могут определить появление возгорания [8].

Осуществление мер согласно обеспечению пожарной безопасности, считается значимой проблемой любой компании, так как несоблюдение данных условий способно спровоцировать основательные жертвы среди работников фирмы, а также ее посетителей, но кроме того способно послужить причиной большого материального убытка.

Таким образом, необходимо гарантировать:

- выполнение условий функционирующего законодательства. Работники фирмы должны понимать принципы по охране труда и пожарной безопасности, а также осуществлять их в собственном повседневном труде [8];
- чистоту комнат и территории компании, отсутствие мусора, что может послужить материалом для горения, также загромождать дорогу эвакуации;
- использование огнестойких материалов при постройке и внутренней отделке объектов;
- конструкцию огнезащитных препятствий, отделяющих отдельные сектора и помещения друг от друга;
- спецоборудование противопожарных щитов, оснащенных важными основными средствами пожаротушения, со определенной частотой;
- установку пожарных гидрантов, предоставление беспрепятственного допуска к ним и сохранение их в рабочем техническом состоянии;
- конструкцию механических систем сигнализации, уведомления, эвакуации, дымоудаления также пожаротушения;
- надзор исправности абсолютно всех разновидностей электрооборудования, применяемого в компании, в том числе промышленные станки и механизмы, в частности бытовую и

офисную технику. Подобную технику зачастую не расценивают как опасность пожарной безопасности компании, но короткое замыкание либо иная поломка такого рода техники зачастую становится фактором больших пожаров.

В добавок к основным мерам, фирме понадобится уделить внимание профилактике влияния небезопасных условий, которые значительно повышают угрозу появления пожаров. Для того чтобы найти решение данной проблемы, следует осуществить соответствующие шаги:

- организовать зоны для курения, оснащенные механической техникой, снижающей угрозу возгорания;
- осуществить регулярный надзор за соблюдением законов исполнения огневых, а также других разновидностей пожароопасных трудов;
- гарантировать непрерывный надзор за работой оснащения, характеризующееся высокими рисками возгорания из-за применения горючих жидкостей и материалов, значительной температуры эксплуатации либо иных условий.

Пожарная безопасность на производстве и защита труда неосуществима в отсутствие компании подготовки сотрудников фирмы в данной сфере. Они должны понимать порядок безопасного исполнения задач, позволяющий уменьшить опасность возгорания, с учетом характеристик научно-технических циклов, исполняемых в компании. В случае если ведь избежать пламя никак не удалось, работники должны обладать умениями, дающими возможность значительно уменьшить вероятный вред от возгорания, ограничить его в наименьшие сроки [8].

Процедура компании такого рода подготовки установлена указом МЧС. Он показывает, что для сотрудников фирм организуются два ключевых формата обучений:

- инструкция по охране труда и пожарной безопасности. Его проходят все без исключения работники компании, в том числе те, кто



- привлекается к осуществлению обязательств в рамках временных трудовых соглашений, занят в сезонных трудах либо проходит практику. В связи с определенными факторами организации подготовки, и в свою очередь стажа сотрудника, в компании выделяют пять видов подобных инструктажей – вступительный, первоначальный, вторичный, целенаправленный, дополнительный;
- подготовка согласно плану пожарно-технологического минимума. Это углубленное, расширенное направление, проходят только единичные группы работников. К ним относятся сотрудники, на которых возложена особая обязанность по части исполнения мер в рамках охранно - пожарного порядка в фирме – к примеру, непосредственно руководитель, субъект, отвечающий за пожарную защищенность, прочие группы, отмеченные указом. В добавок к ним управляющий компании способен собственным указом установить сотрудников, которые должны проходить сборы согласно плану ПТМ, в случае если считает, что это повысит степень пожарной профилактики в производстве [8].

Для любого вида подготовки разрабатывается единичная инструкция либо проект, согласно которой станут проходить обучения. Как правило ее разрабатывает эксперт по охране труда и пожарной безопасности.

## **7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность**

ТЦ «Малина» воздействуют на находящуюся вокруг экологическую сферу путем нескольких факторов: отходы, материалы, которые используются при постройке, энергопотребление, использование водных ресурсов и т.д. [7].

Таким образом, одним из негативных факторов влияния ТЦ «Малина» на окружающую среду можно отнести значительное потребление электроэнергии. Это выражается в том, что необходимо освещать комнаты, поддержания работы оборудования по проветриванию, подогреву и самое важное поддержание работы автоматического оснащения, за счет которого обеспечено функционирование систем безопасности. В связи с этим, на стадии проектирования необходимо решать такие вопросы, как уменьшение энергопотребления.

Снижение энергопотребления на абсолютно всех стадиях существования торгового центра – в период строительных работ, в период эксплуатации и его взаимозависимость от доступа автомобильным транспортом – позволят на существенном уровне уменьшить число выбросов [7]. Такие выбросы, негативно влияющие на экологию, возникают в первую очередь от выхлопного газа машин, от применения горючих (уголь и газ), которые образуются при изготовлении электричества.

Важным нюансом считается размещение торгового центра, а также зависимость от автомобильного транспорта его покупателей и сотрудников. Стимулирование использования других разновидностей автотранспорта, таких как велосипеды, электромобили, в настоящий период, не очень развито. Однако, сформированы пешеходные и велосипедные дорожки.

С основы постройки и на стадии функционирования торговые центры считаются «генераторами» большого числа различного мусора: пищевых остатков, строительного мусора и т.д. Таким образом, необходимо минимизировать отходы, путем переработки для вторичного использования.

Исследование хозяйственно-бытового водоснабжения. Выбор водоснабжения в ТЦ «Малина» основывается на таких факторах как: проходимость людей, обеспечения пожарной безопасности и т.д. В связи с этим используется водопровод пожарный и хозяйственно-питьевой, с которым связывают поливочные и производственные и поливочные водопроводы [13].

Основой водоснабжения торгового центра считается муниципальной трубопровод. В здании с целью обеспечения потребностей пожаротушения и водоснабжения, проектируется двухтрубный ввод с различных зон водопроводной сети трубами диаметром двести миллиметров с разделительной задвижкой в колодце присоединения. Место присоединения - планируемый трубопровод диаметром триста миллиметров. На вводе, за первой стеной сооружения торгового центра, в обогреваемом помещении, вводится водомерный модуль с счетчиком холодной воды и обводной линией.

Пожарные насосы спринклерной системы и пожарных кранов подключаются до водомерного узла торгового центра, а хозяйственно-питьевые насосы после.

В торговом центре проектируются:

- система экономично-питьевого водопровода наземных комнат ТЦ;
- система теплого водоснабжения с циркулированием;
- система охранно-пожарного водопровода наземных комнат;
- механическая спринклерная концепция охранно - пожарного водопровода надземной части комплекса;
- концепция противопожарного водопровода, находящегося под землей автостоянки;
- механическая спринклерная система охранно-пожарного водопровода, находящегося под землей автостоянки комплекса;
- дренажная концепция охранно-пожарного водопровода, находящегося под землей автостоянки комплекса.

Наибольшие необходимые напоры воды с целью экономично - питьевых потребностей гарантированы проектируемыми насосными станциями хозяйственно - питьевого водоснабжения. Предоставление необходимых напоров в хозяйственные нужды торгового центра выполняется повысительными насосными конструкциями с частотными преобразователями и гидропневматическими баками. Концепция хозяйственно - питьевого водопровода предусмотрена двузонная. Деятельность насосных конструкций автоматизируется от давления в сети. На независимых стояках, подсоединенных к кольцевым главным сетям противопожарного водопровода формируются автостоянки и пожарные краны надземной части, после насосов - повысителей систем пожаротушения. Установлены отдельные концепции пожаротушения наземной доли и автостоянки из пожарных кранов [13].

В торговых центрах соответствующие зоны размещения водоразборной арматуры. Водоразборные оборудование - смесители располагают в сантехнических кабинках торговых центров. Такой смеситель экономит расход воды, поскольку данные смесители являются неконтактными. Это в свою очередь обеспечивает безопасность для людей, не давая распространяться микроорганизмам, в случае если человек притрагивается к корпусу смесителя. Вода из смесителя подается комфортной температуры, так как на начальном этапе горячая вода смешивается с холодной.

В данном разделе мы рассмотрели основные аспекты влияния торгового центра на окружающую среду. Основным источником негативного влияния на экосферу – потребление энергии.

## 8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Для того, чтобы обеспечить техносферную безопасность и оценить эффективность мероприятий необходимо [21]:

- рассчитать интегральный эффект от противопожарных мероприятий;
- разработать план мер, который направлен на обеспечение в организации пожарной безопасности.

Таким образом, в таблице 6 представлен план мероприятий по пожарной безопасности:

Таблица 6 - План пожарной безопасности в ТЦ «Малина»

Наименование мероприятий	Срок выполнения	Ответственный за выполнение	Отметка о выполнении
Изучение нормативных документов по пожарной безопасности регионального и федерального уровней	Постоянно	Ответственный за пожарную безопасность в ТЦ «Малина»	-
Соблюдение противопожарного режима, требований и правил пожарной безопасности	В течение года	Ответственный за пожарную безопасность	-
Проводить учебные занятия по эвакуации в случае возникновения пожара	Март, ноябрь.	Ответственный за пожарную безопасность	-
Проведение обучения по использованию средств пожаротушения, первичной доврачебной помощи	Октябрь, апрель	Ответственный за пожарную безопасность	-
Содержать свободными тамбуры, пути эвакуации, запасные выходы	Постоянно	Ответственный за пожарную безопасность	-
Проводить проверку и техническое обслуживание внутренних пожарных кранов	Октябрь, апрель	Ответственный за эксплуатацию и содержание противопожарного водоснабжения	-
Осуществлять проверку средств пожаротушения	В соответствии с инструкцией по эксплуатации	Ответственный за работу средств пожаротушения	-

Таким образом, для оценки эффективности мероприятий, рассчитаем какие могут быть потери при возникновении пожара в ТЦ «Малина» и определим какой от противопожарных мероприятий интегральный эффект.

Рассмотрим исходные данные:

- J: вероятность при которой может возникнуть пожар, 0,000045 м<sup>2</sup> в год;
- 0,52: коэффициент, который учитывает степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;
- С<sub>Т</sub>: повреждение оборудования, 20 000 руб./м<sup>2</sup>;
- С<sub>к</sub>: стоимость повреждения частей здания, 25 000руб./ м<sup>2</sup>;
- F: площадь объекта, 4890 м<sup>2</sup>;
- F<sub>пож</sub>: площадь пожара на время тушения первичными средствами, 4 м<sup>2</sup>;
- F<sub>1</sub>: привозными средствами 100 м<sup>2</sup>;
- F<sub>2</sub>: при отказе всех средств 4890 м<sup>2</sup>;
- F<sub>3</sub>: тушение средствами автоматического пожаротушения, 60 м<sup>2</sup>;
- р<sub>1</sub>: вероятность тушения пожара первичными средствами, 0, 85;
- к: коэффициент, который учитывает потери косвенные, 2,8;
- р<sub>2</sub>: привозными средствами, 0,85;
- р<sub>3</sub>: средствами автоматического пожаротушения, 0,86.

Таким образом, проведем расчёт годовых потерь от пожара, при наличии первичных средств пожаротушения М(П1), формула (10):

$$M(П1) = M(П_1) + M(П_2) + M(П_3), \quad (10)$$

где М(П<sub>1</sub>) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров,

потушенных первичными средствами пожаротушения, руб./год;

М(П<sub>2</sub>) – потери после тушения пожара привозными средствами пожаротушения, руб./год;

М(П<sub>3</sub>) – потери при отказе всех средств пожаротушения, руб./год.

Проведем расчет годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения, представлено в формулах (11), (12), (13), (14):

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_{\text{т}} \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 = 56860,92, \quad (11)$$

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_{\text{т}} \cdot F_1 + C_{\text{к}}) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 = 112264,78, \quad (12)$$

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_{\text{т}} \cdot F_2 + C_{\text{к}}) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] = 1840506,45, \quad (13)$$

$$M(\Pi_1) = 56860,92 + 112264,78 + 1840506,45 = 2009632,15. \quad (14)$$

Проведем расчет годовых потерь от пожара, с учетом оборудования объекта система автоматического пожаротушения М(П2), формула (15):

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (15)$$

где М(П1) – потери от пожаров, потушенных первичными

средствами пожаротушения, руб./год;

М(П2) – потери от тушения пожара автоматическими установками автоматического пожаротушения, руб./год;

М(П3) – потери от тушения пожара привозными средствами пожаротушения, руб./год;

М(П4) – ущерб от пожара при отказе всех средств пожаротушения, руб./год.

Таким образом, рассмотрим формулы (16), (17), (18), (19).

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_{\text{т}} \cdot F_3 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 = 129442,212, \quad (16)$$

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_{\text{т}} \cdot F_1 + C_{\text{к}}) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 = 15717,07, \quad (17)$$

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_{\text{т}} \cdot F_2 + C_{\text{к}}) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} = 257670,9, \quad (18)$$

$$M(\Pi_2) = 56860,92 + 129442,212 + 15717,07 + 257670,9 = 459691,1 \text{ руб. год} \quad (19)$$

Проведем расчет эксплуатационных расходов  $P$  на содержание систем автоматического пожаротушения, формула (20):

$$P = A + C, \quad (20)$$

где  $A$  – затраты на амортизацию автоматических систем пожаротушения, руб./год;  
 $C$  – текущие затраты, руб./год.

Рассмотрим формулу (21):

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} + C_{o.v.} \quad (21)$$

где  $C_{т.р.}$  – затраты на текущий ремонт, руб./год;  
 $C_{с.о.п.}$  – затраты на оплату труда персонала, руб./год;  
 $C_{о.в.}$  – затраты на огнетушащее вещество, руб./год.

На текущий ремонт затраты представлены в формуле (22):

$$C_{m.p.} = \frac{K_2}{H_{т.р.}} = \frac{6000}{100} = 6000, \quad (22)$$

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

$H_{т.р.}$  – норма текущего ремонта, %.

На оплату труда персонала представлены затраты в формуле (23):

$$C_{c.o.n.} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ = 12 \cdot 50 \cdot 18000 = 10800000, \quad (23)$$

где  $Ч$  – численность работников, чел.;

$ЗПЛ$  – плата заработная одного работника, руб./мес.

На огнетушащее вещество затраты представлены в формуле (24):



$$C_{o.v.} = W \cdot \Pi \cdot k_{m.z.c.p.} = 100 \cdot 30 \cdot 1,35 = 4050, \quad (24)$$

где  $W$  – сумма годового расхода вещества огнетушащего;

$\Pi$  – оптовая цена одного огнетушащего вещества, руб./т;

$k_{m.z.c.p.}$  – коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов, 1,35.

Таким образом, получим формулу (25):

$$C_2 = 6000 + 10800000 + 4050 = 10810050. \quad (25)$$

На амортизацию установок автоматического пожаротушения затраты рассчитываются по формуле (26):

$$A \cdot \frac{K_2}{N_a} = \frac{12000 \cdot 10800000}{1000000} = 12000, \quad (26)$$

где  $K_2$  – капитальные затраты на приобретение и установку установок автоматического тушения пожара, руб.;

$N_a$  – норма амортизации, %.

Таким образом, получаем формулу (27):

$$P_2 = 12000 + 10810050 = 10822050. \quad (27)$$

Аналогичным способом, рассчитаем  $P_1$ : базовые эксплуатационные расходы рассчитываются в формуле (28):

$$P_1 = A_1 + C_{m.p.} + C_{c.o.n.} + C_{o.v.} = 10800000 + 4050 = 10804050. \quad (28)$$

Проведем расчет по каждому году чистого дисконтированного потока доходов (формула (29)) и занесем данные в таблицу 7.

$$I_t = ([M(\Pi 1) - M(\Pi 2)] - [P_2 - P_1]) \frac{1}{(1+ND)^t} - (K_2 - K_1), \quad (29)$$

где  $t$  – год, в который осуществлялись затраты;

НД– постоянная норма дисконта, 0.1;

$M(\Pi 1)$ ,  $M(\Pi 2)$  – потери от пожара в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

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

$P_1$ ,  $P_2$  – расходы эксплуатационные в базовом и планируемом вариантах в  $t$ -м году, руб./год.

Таблица 7 - Денежные потоки

Год осуществления проекта $T$	$M(\Pi 1) - M(\Pi 2)$	$P_2 - P_1$	$1/(1+ND)^t$	$[M(\Pi 1) - M(\Pi 2) - (P_2 - P_1)] \cdot 1/(1+ND)^t$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта ( $I$ )
1	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^1=0,9$	1378746,9	150000	1228746,9
2	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^2=0,8$ 3	1271511,1	-	1271511,1
3	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^3=0,7$ 5	1148955,8	-	1148955,8
4	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^4=0,6$ 8	1041719,9	-	1041719,9
5	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^5=0,6$ 2	949803,5	-	949803,5
6	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^6=0,5$ 6	857886,99	-	857886,99
7	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^7=0,5$ 1	781289,9	-	781289,9
8	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^8=0,4$ 7	720012,3	-	720012,3
9	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^9=0,4$ 2	643415	-	643415
10	1549941,05	18000	$1/(1+0,1)^{10}=0,39$	597457,01	-	597457,01

Таким образом, проведя расчеты чистого дисконтированного дохода по каждому году, можно произвести расчет экономического интегрального эффекта путем суммирования результатов по каждому году проекта из таблицы 7. Рассмотрим формулу (30):

$$I = I_t = 9240798,4. \quad (30)$$

Из формулы (30), следует, что экономический интегральный эффект равен 9240798,4 руб./год. Такой положительный показатель свидетельствует о целесообразности и эффективности проведения мероприятий по установке автоматической системы пожаротушения в ТЦ «Малина», а именно рекомендованная установка автоматического пожаротушения тонко-распылительной водой.

Таким образом, проведена оценка эффективности разработанных мероприятий по улучшению пожарной безопасности в ТЦ «Малина», из чего следует что мероприятия эффективны.

## Заключение

На сегодняшний день проблема обеспечения пожарной безопасности остается актуальной, поскольку жизнь каждого человека должна обеспечиваться безопасностью и комфортом. В связи с этим, необходимо сокращать риски, которые носят не только природный характер, но и возникают по вине человека. Пожары причисляются к списку таких рисков [1].

Так как общечеловеческий фактор обладает главной значимостью в вопросах появления пожаров, следует поменять социальное сознание, используя надлежащие предупредительные формы влияния и прогрессивные информативные технологические процессы. Предотвращение пожаров содержит реализацию единого комплекса координационных, промышленных, экономических, пропагандистских мер, нацеленных на недопущение появления пожаров. В связи с этим, основной задачей каждого человека является, в первую очередь, соблюдение требований по пожарной безопасности [1].

В данной исследовательской работе анализируется эффективность выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности и гидравлический расчет систем противопожарного водоснабжения пожарной опасности на объектах транспортной инфраструктуры и меры противопожарной защиты.

В качестве исследования нами был выбран ТЦ «Малина», тактическая характеристика которого изучается во втором разделе нашей работы. Были рассмотрены данные о пожарной нагрузке, противопожарном водоснабжении, данные о противопожарной защите объекта, информация о характеристиках вентиляции и отопления здания, а также электроснабжения. Был рассмотрен план расположения объекта на местности.

В третьем разделе мы проанализировали эффективность выполнения нормативных требований по пожарной безопасности, рассмотрели действия

персонала при возникновении пожара. Таким образом, руководство и подчиненные обязаны выполнять определенные требования по пожарной безопасности. Таким образом, если обнаружен пожар в здании В первую очередь, при обнаружении пожара необходимо в первую очередь оповестить пожарное подразделение по телефону 01, помимо этого необходимо уведомить руководство, всех сотрудников и посетителей. Эвакуацию необходимо проводить по плану, через коридоры и выходы.

В четвертом разделе проведен анализ системы противопожарного водоснабжения, где были рассмотрена водоотдача в ТЦ «Малина», схема водоснабжения: внутреннего и наружного.

В пятом разделе проведен проверочный гидравлический расчет систем противопожарного водоснабжения. Далее были рассмотрены: охрана труда и окружающая среда.

В последнем разделе был проведен расчет экономического интегрального эффекта.

Таким образом, нами разработаны рекомендации, направленные на обеспечение пожарной безопасности в ТЦ «Малина»:

- в местах прохождения инженерных коммуникаций, в противопожарных стенах и перегородках, все проемы должны быть заделаны базальтовым материалом или огнезащитной штукатуркой и заполнены огнестойкой пеной;
- гидравлический проверочный расчет внутреннего водопровода показал, что трубопровод системы внутреннего водоснабжения следует принять трубы диаметром 16 мм;
- поскольку объект не оборудован автоматическими системами пожаротушения, рекомендуется автоматическая установка водяного пожаротушения тонкораспылительной водой.

Модули автоматической установки пожаротушения тонкораспыленной воды действуют, формируя скопление тонкодисперсных частиц. Эта материя распыляется над сферой возгорания. Уникальность пара состоит в том, то что

он способен пробраться в наиболее труднодоступные зоны и источники возгорания. Подобным способом, в том числе и незначительного количества воды станет достаточно, для того чтобы целиком наполнить защищаемую зону. Вплоть до этапа срабатывания системы безопасности напор изнутри модуля абсолютно не имеется, что может помочь исключить издержки работоспособности прибора в том числе и при самой небольшой его разгерметизации. Рассеивание не прекращается вплоть до того, пока система не подаст знак об абсолютном устранении источника возгорания, либо до тех пор, пока не завершится выталкивающий газ в модуле [13].

Ответственное отношение хозяйствующих субъектов к проблемам защищенности бережёт людские жизни, исключает значительные материальные расходы и гарантирует устойчивость функционирования компании.

## Список используемых источников

1. Актуальные проблемы пожарной безопасности [Электронный ресурс] // Материалы XXXII Международной научно-практической конференции. М.: ВНИИПО МЧС России, 2020. URL: <https://fireman.club/literature/aktualnye-problemy-pozharnoj-bezopasnosti-2020/>(дата обращения: 5.08.2021).
2. Журнал «Пожарная безопасность» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vniipo.ru/orders/magazine/magazine.htm>(дата обращения: 5.08.2021).
3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Электронный ресурс]: от 30.12.2001 № 195-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/) (дата обращения: 13.08.2021).
4. Лекция «Введение. Правила пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--b1ae4ad.xn--p1ai/ptm/lecture/531> (дата обращения: 13.08.2021).
5. Лекция «Основные нормативные документы, регламентирующие требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--b1ae4ad.xn--p1ai/ptm/lecture/573> (дата обращения: 13.08.2021).
6. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры Приложение к приказу от 30.01.2020 № 145.
7. Основные виды загрязнений [Электронный ресурс]. URL: [https://spravochnick.ru/ekologiya/ekologicheskie\\_problemy\\_razlichnyh\\_vidov\\_transporta\\_na\\_okruzhayuschuyu\\_sredu/vozdeystvie\\_zheleznodorozhnogo\\_transporta\\_na\\_okruzhayuschuyu\\_sredu/](https://spravochnick.ru/ekologiya/ekologicheskie_problemy_razlichnyh_vidov_transporta_na_okruzhayuschuyu_sredu/vozdeystvie_zheleznodorozhnogo_transporta_na_okruzhayuschuyu_sredu/)(дата обращения: 13.08.2021).

8. Охрана труда и пожарная безопасность на предприятии. [Электронный ресурс]. URL: <https://helmt.ru/bez-rubriki/ohrana-truda-i-pozharnaya-bezopasnost-na-predpriyatii/> (дата обращения: 20.08.2021).

9. Особенности внутреннего водоснабжения и водоотведения торговых центров. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vnutrennego-vodosnabzheniya-i-vodootvedeniya-torgovyh-tsentrov> (дата обращения: 24.08.2021).

10. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (последняя редакция). URL: <https://base.garant.ru/10103955/> (дата обращения: 5.09.2021).

11. О добровольной пожарной охране [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 06.05.2011 № 100-ФЗ (ред. от 22.02.2017). URL: <https://base.garant.ru/12185557/> (дата обращения: 5.09.2021).

12. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017). URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения: 5.09.2021).

13. Противопожарное водоснабжение. [Электронный ресурс]. URL: <https://fireman.club/conspects/tema-10-protivopozharnoe-vodosnabzhenie/> (дата обращения: 19.08.2021).

14. Пожарная безопасность в торгово-развлекательных центрах. [Электронный ресурс]. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-bezopasnost-v-torgovo-razvlekatelnyih-tsentrah/> (дата обращения: 13.08.2021).

15. Противопожарная пропаганда: Учебное пособие для обучающихся образовательных организаций высшего образования МЧС России / Т. Н. Смирнова, О. Д. Ратникова, В. В. Володченкова, А. А. Чистякова. М.: ВНИИПО, 2018.

16. Системы пожаротушения тонкораспыленной водой [Электронный ресурс]. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/sistemyi-pozharotusheniya-tonkoraspylennoy-vodoy/> (дата обращения: 01.10.2021).



17. Системы противопожарной защиты внутренних противопожарный водопровод требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/671> (дата обращения: 5.09.2021).

18. Средства пожаротушения [Электронный ресурс]. URL: <https://zarya.one/blog/sredstva-pozharotusheniya/> (дата обращения: 25.09.2021).

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017). URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/federalnye-zakony/3143> (дата обращения: 20.08.2021).

20. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12125268/> (дата обращения: 13.08.2021).

21. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы) / Фрезе Т. Ю.: Тольятти: ТГУ, 2019. 60 с.