

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



Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки: 280700 Техноферная безопасность  
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

<b>Тема работы</b>
<b>Разработка автоматической системы дымоудаления в зрительном зале ДК «Победа»</b>

УДК 614.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г11	Атанов Станислав Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зам. начальника ПЧ-1ФГКУ «17 ОФПС по КО»	Уряднов Д.И.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе  
направления 280700 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (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.



Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность  
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. \_\_\_\_\_ кафедрой  
 БЖДЭиФВ  
 \_\_\_\_\_ С.А.Солодский  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы	
---------------------	--

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г11	Атанову Станиславу Сергеевичу

Тема работы:

Разработка автоматической системы дымоудаления в зрительном зале ДК «Победа»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 26/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:	14.06.2016 г.
---	---------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования – ДК «Победа». Общие сведения об объекте, данные о пожарной нагрузке в помещениях, сведения об эвакуационных путях и выходов из здания, организация работ по спасению людей.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1 Аналитический обзор проблемы пожарной опасности культурно-зрелищных учреждений. 2 Характеристика объекта исследования. 3 Возможные методы повышения качества эвакуации путем разработки системы дымоудаления.

	4 Анализ возможных последствий пожара до и после внедрения системы дымоудаления. 5 Расчет параметров системы дымоудаления в зрительном зале и подбор вентиляционного люка. 6 Информационно обеспечительные меры по созданию лучших условий для эвакуации пострадавших.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Романенко Василий Олегович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2016 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зам. начальника ПЧ-1 ФГКУ «17 ОФПС по КО»	Уряднов Д.И.			10.02.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г11	Атанов Станислав Сергеевич		10.02.2016

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 88 страниц, 5 таблиц, 50 источников.

Ключевые слова: пожарная безопасность, противодымная защита, дымоудаление, эвакуация, дым, продукты горения.

Объектом исследования являются возможные перспективные состояния инженерно-технических составляющих обеспечения пожарной безопасности в организации ДК «Победа».

Цель работы:

1. Дать полный анализ возможных решений по противодымной защите дома культуры;
2. Разработать автоматическую систему дымоудаления.

В процессе исследования проводилось изучение обеспечения пожарной безопасности на объекте, анализ возможных вариантов развития и последствий пожара, а также определения причин и вероятности его возникновения. Оценка наиболее опасной пожарной ситуации и ее последствия.

В результате исследования были выявлены недостатки и недоработки по обеспечению Противодымной защиты. Недостаточное информационное обеспечение эвакуации; отсутствие автоматической систем противодымной защиты

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Здание ДК «Победа» кирпичное, имеет 3 этажа. Несущие стены – капитальные. Наружные и внутренние стены – кирпичные. Междуэтажные перекрытия – железобетонные плиты. Крыша – односкатная из проф-листа. Лестничная клетка – сборная железобетонная. Общая площадь объекта – 5166,3 м<sup>2</sup>.

Степень внедрения: начальная и средняя. Область применения:  
пожарная безопасность Экономическая эффективность и значимость  
высокая.

### Abstract

Final qualifying work consists of 88 pages, 5 tables, 50 sources.

Keywords: fire safety, smoke protection, smoke evacuation, smoke, PRODUCTS OF BURNING. The object of research is the possible long-term status of the engineering components of fire safety in the organization SC “Victory”.

Objective: 1. Give a complete analysis of potential solutions for smoke protection recreation;

2. Develop automatic dymoudoleniya system.

The study was carried out to study fire safety at the facility, an analysis of possible options for development and the effects of fire and determine the cause and the likelihood of its occurrence. Evaluation of the most dangerous fire situation and its consequences.

The study identified the shortcomings and defects to ensure smoke protection. Lack of information support of the evacuation; no automatic smoke protection systems. The basic constructive, technological and technical and operational characteristics.

The building of a recreation center “Victory” brick, has 3 floors. Load-bearing walls – capital. External and internal walls – brick. Inter floor floors – reinforced concrete slabs. Roof – pent of Prof. list. Staircase – precast concrete. Total area – 5166.3 m<sup>2</sup>.

Degree of implementation: primary and secondary.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004-96 Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ Р 53307 Конструкции строительные. Противопожарные двери и ворота. Метод испытаний на огнестойкость.

ГОСТ Р 12.2.143-2009 Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Требования и методы контроля.

ГОСТ 12.1.004-91\*. Пожарная безопасность.

СП 7.13130.2009 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования.

СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности.

СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

СниП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.

СниП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.

НПБ 253-98 Оборудование противодымной защиты зданий и сооружений. Вентиляторы, метод испытания на огнестойкость.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

дымоудаления: Система безопасности, обеспечивающая эвакуацию людей при пожаре.

Система дымоудаления механическая: Система, где продукты горения удаляются за счет действия вентилятора дымоудаления (радиального, крышного, осевого).

Дымовой клапан: Клапан с нормируемым пределом огнестойкости, открывающийся при пожаре.

Дымоприемное устройство: Отверстие в воздуховоде(канале, шахте) с установленным на нем или на воздуховоде дымовым клапаном, открывающимся при пожаре.

Дымовая зона: Часть помещения общей площадью не более 3000 м<sup>2</sup>, из которой в начальной стадии пожара удаляется дымовая смесь расходом, обеспечивающим эвакуацию людей из горящего помещения.

Пожароопасная смесь: Смесь горючих газов, паров, пыли, волокон с воздухом, если при ее горении развивается давление, не превышающее 5 кПа. Пожароопасность смеси должна быть указана в задании на проектирование.

Противодымная вентиляция: Аварийная система вентиляции, направленная на скорейшее удаление из помещения или здания продуктов горения, выделяющихся при пожаре.

В данной работе использовались следующие сокращения:

ЧС – чрезвычайная ситуация

МЧС – министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

ФГКУ – федеральное государственное казенное учреждение

ФПС – федеральная противопожарная служба

ПЧ – пожарная часть

ДУ – дымоудаление

ДК – дымовой клапан

ПВ – противодымная вентиляция

ФЭС – фотолюминесцентная эвакуационная система

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль

СПИ – самоспасатель изолирующий

АСР – Аварийно спасательные работы

ОПФ – основным производственным фондам

ЩС – оборотные средства

КЭС – коммунально-энергетические сети

СИЗОД – Система изоляции органов дыхания

УАПС - управление автоматической пожарной сигнализацией

ПСЧ – Пожрано спасательная часть.

	С.
Введение	5
1 Обзор литературы	14
2 Объект и методы исследования	
2.1 Краткая характеристика объекта	21
3 Расчеты и аналитика	24
3.1 Расчёт системы дымоудаления ДК «Победа»	24
3.2 Расчет нейтральной зоны	27
3.3 Расчет линейной скорости распространения горения	30
3.4 Расчёт времени свободного распространения пожара	31
3.5 Расчёт численность личного состава	33
3.6 Результат проведённого исследования	36
3.7 Расчёт времени свободного развития пожара	37
3.8 Расчётные и справочные данные	49
4 Финансовый менеджмент	63
5 Социальная ответственность	73
5.1 Описание исследуемого объекта	73
5.2 Анализ выявленных вредных факторов на объекте	74
5.3 Анализ выявленных опасных факторов пожара	76
5.4 Предлагаемые средства защиты от опасных факторов пожара	78
5.5 Воздействие опасных факторов пожара на окружающую среду	80
6 Список использованной литературы	85

## ВВЕДЕНИЕ:

В России каждые несколько минут в огне погибает человек, еще 20 получают ожоги и травмы. Ежегодно в мире регистрируется около 7 миллионов пожаров [1]. Согласно статистике, более половины из них происходят по причине неосторожного обращения с огнем. Зачастую из-за неумения совладать со стихией мелкий пожар приводит к разрушительным последствиям – человеческим жизням и колоссальным материальным убыткам. Принято считать, что при пожаре люди гибнут главным образом от высоких температур или открытого огня. Но статистика показывает обратное: смерть возникает чаще всего от отравления угарным газом и другими ядовитыми продуктами горения. Следовательно, в защите здоровья граждан при пожаре основным фактором риска следует рассматривать именно дым. Особую опасность представляют собой пожары на объектах в культурно - зрелищных учреждениях, которые усугубляются наличием большого количества людей в зрительном зале и сценическом комплексе, сопровождением паники, распространением огня по материальным ценностям и переходом его в зрительный зал. Быстрым задымлением помещений, обрушением подвесных перекрытий и осветительных приборов над зрительным залом [2].

На территории города Юрги имеется Дом культуры «Победа» в котором проходят массовые театрализованные представления, спектакли, концерты, фестивали, конкурсы, шоу-программы .

Наибольшее скопление людей в ДК «Победа» приходится в зрительном зале, общая вместимость которого составляет 450 человек и 140 человек на балконах. Из зрительного зала имеется 2 основных и 2 запасных выхода. Со сцены имеется 1 основной и 1 запасной выходы. С балкона имеется 1 эвакуационный выход, ведущий в лестничный марш с непосредственным выходом наружу. Здание оборудовано автоматической пожарной сигнализацией, приборы установлены в вестибюле у поста дежурного. Здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре.

При возникновении пожара на сцене создаётся явная угроза распространения огня и дыма в зрительный зал. Исходя из практики, в данных условиях зрительный зал заполняется дымом в течении 1- 2 минут. При горении декораций и бутафорий, изготовленных из различных веществ и материалов, продукты сгорания содержат большое количество отравляющих веществ. Если в зрительном зале находятся люди, то уже через 3 минуты с начала интенсивного горения может создаваться угроза их жизни. Конвекционные потоки продуктов сгорания и огонь быстро перемещаются в зрительный зал и создают угрозу чердачному перекрытию и чердаку.

Эвакуация людей проводится по лестничным маршам, через основные и запасные выходы, расположенные на первом этаже по периметру зданий, путем самостоятельного выхода, а также через окна с помощью 3-х коленных лестниц (до 3 этажа), с использованием автолестниц и коленчатых подъемников (кровля). Когда пути спасения задымлены или неизвестны спасаемым и, кроме того, состояние и возраст вызывают сомнения в возможности самостоятельного выхода из опасной зоны, то организуется вывод спасаемых. При проведении эвакуации особое внимание необходимо обратить на помещения 2 и 3 этажей, так как на данных этажах большая вероятность плотного задымления.[3]

Практическая значимость данной дипломной работы состоит в том, что ее выводы и рекомендации позволят обеспечить безопасную эвакуацию из здания ДК «Победа» людей в случае возникновения пожара. Кроме того противодымная защита объекта позволит более эффективно подразделениям пожарной охраны осуществлять процесс тушения пожара и проведение аварийно-спасательных работ.

## 1 Обзор литературы

Глобальные ситуации с техносферной безопасностью в мировом масштабе, в соответствии с имеющейся статистикой выглядит следующим образом: неравномерная динамика изменения количества пожаров и их последствий не позволяет говорить о каком-либо устойчивом тренде, во всяком случае, о положительном точно. Разнонаправленность изменения по годовым показателям количества пожаров по типам, причинам и последствиям усложняет анализ, направленный на выявление системных причин не позволяющих, при всех прилагаемых усилиях, выйти на устойчивое снижение количества пожаров и минимизацию их последствий.

Большинство случаев возникновения пожаров в культурно-зрелищных учреждениях является, неосторожное обращение с огнем, неисправность электросетей и электрооборудования, нарушение технологического процесса и правил эксплуатации, несоблюдении мер пожарной безопасности при ремонтных и других видах работ.

Целью пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях является предупреждение возникновения пожара на определенном действующим нормативам уровне, а в случае возникновения пожара - ограничение его распространения, своевременного выявления, тушения пожара, защиту людей и материальных ценностей.[4]

Говоря о пожарной безопасности, поражающих факторах пожара, рисках и угрозах, необходимо прежде всего остановиться на самом понятии «пожар» и классифицировать его по некоторым признакам.

Итак, пожар представляет собой неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Продолжительность пожара, время воздействия теплоты на окружающую среду, а также материальный ущерб зависят от характера и величины пожарной нагрузки — массы горючих и трудногорючих материалов, в том числе конструктивных

элементов, отнесенной к площади пола помещения или площади, занимаемой этими материалами в открытом пространстве.

Существует множество классификационных признаков пожара, которые были детально изучены и сформулированы на основе полученных в результате тщательного анализа данных. На основе этого выделяют несколько типов и видов пожара. Нет практической необходимости рассматривать подробно все возможные классификационные структуры, но все же на некоторых из них стоит остановиться подробно.

Классификация по типам:

1. Индустриальные (заводы, хранилища, фабрики и другие промышленные объекты);
2. Бытовые (пожары в жилых домах и зданиях культурно-бытового назначения);
3. Природные (степные, торфяные, лесные и ландшафтные пожары).

Классификация по плотности застройки:

1. Отдельные (городские). Пожары в отдельно взятом здании, где плотность застройки характеризуется невысоким процентным показателем, а именно соотношение застроенных площадей к общей площади населенного пункта составляет 20%.
2. Сплошные. При плотности застройки 20-30% пожар охватывает значительную по площади территорию;
3. Огненный шторм. Данный вид пожара встречается достаточно редко, но по своей разрушительной силе представляет особую опасность. Угроза возникновения данного пожара существует при плотности застройки свыше 30%;
4. Тление в завалах.

Классификация в зависимости и вида горящих веществ, и материалов. В Российской Федерации с 1 мая 2009 года основная классификация

установлена «Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности». Статья 8 Регламента определяет классы пожаров:

1. класс А — пожары твердых горючих веществ и материалов.
2. класс В — пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов.
3. класс С — пожары газов.
4. класс D — пожары металлов.
5. класс Е — пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением.
6. класс F — пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ.

Также для глубокого понимания имеющейся пожарной нагрузки в здании дома культуры «Победа», необходимо дать классификацию материалов по их возгораемости:

1. Горючие материалы. К данной группе материалов относятся те, которые способны возгораться при наличии источника зажигания и продолжать гореть, после его удаления;
2. Трудногорючие материалы. К таким материалам относятся: стеклопластик, стекловолокно, гипсокартон, асфальтобетон, пропитанная антисептическими средствами древесина и так далее. Горение этих материалов возможно только под непосредственным воздействием источника зажигания, самостоятельное же горение исключено.
3. Негорючие материалы – камень, железобетон, бетон и так далее. Данная группа материалов не горит под воздействием источника зажигания.

Очень важно понять, что является главной причиной гибели людей при пожарах, а именно рассмотреть первичные поражающие факторы пожара:

- 1) Открытый огонь. Очень опасный фактор, но по оценке специалистов случаи поражения открытым пламенем достаточно редки.
- 2) Высокая температура окружающей среды. Опасность заключается в том, что пострадавшие поражаются путем вдыхания нагретого

воздуха, в следствии чего происходит потеря сознания, удушье и далее гибель. Стоит заметить, что и этот поражающий фактор не является самым распространенным. В зависимости от типа сгораемых материалов температура пожара может варьироваться в различных пределах (таблица 1).

Таблица 1. Ориентировочная температура пожара при горении различных материалов

Горючие материалы	Пожарная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>	Температура пожара, °С
Бумага разрыхленная	25	370
Древесина сосновая в ограждениях	25	830
Карболитовые изделия	25	530
Каменный уголь, брикеты	-	До 1200
Калий металлический	-	700
Каучук натуральный	50	1200
Магний, электрон	-	До 2000
Натрий металлический	-	860
Органическое стекло	25	1115
Полистирол	25	1100
Текстолит	25	700
Хлопок разрыхленный	50	310

3) Токсичные продукты горения. Один из самых опасных поражающих факторов. Практически в любом здании в том или ином виде имеются полимерные и синтетические материалы, которые при горении выделяют токсичные газы, очень быстро поражающие дыхательную систему человека. Наиболее опасен оксид углерода. Он в 150— 300 раз лучше вступает в реакцию с гемоглобином крови, нежели кислород, вследствие чего у человека наступает кислородное голодание. Пострадавший становится равнодушным к опасности, у него наступают оцепенение, головокружение, депрессия, нарушается координация движений, а затем происходит остановка дыхания и наступает смерть.

4) Пониженная концентрация кислорода. Даже 3-х процентное понижение содержания кислорода в воздухе приводит к ухудшению функционирования двигательных функций. При сгорании в результате пожара горючих веществ и материалов, концентрация кислорода понижается

в разы, в следствии гибель человеческого мозга происходит за считанные «секунды».

5) Потеря видимости. Задымленность помещения препятствует быстрой эвакуации людей из очага поражения; теряется ориентация в пространстве, наступает паника и хаотичное движение, в результате чего люди могут нанести ущерб сами себе и окружающим[5,6].

Дым является устойчивой дисперсной системой, состоящей из мелких твёрдых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в газах. В отличие от пыли, более грубодисперсной системы, частицы дыма практически не оседают под действием силы тяжести. Частицы дыма могут служить ядрами конденсации атмосферной влаги, в результате чего возникает туман.

Дымы губительно воздействуют на человека, разрушая его здоровье, развивают болезненные состояния (катары верхних дыхательных путей, бронхиты, фиброзные изменения лёгких и др.). В дымах содержатся конденсаты тяжёлый металлов (свинец, ртуть и др.) которые при взаимодействии с молекулами крови вызывают необратимые последствия изменяя ей структуру, что в последствии неизбежно приводит к отставанию в физическом развитии др. Некоторые из компонентов дыма содержат канцерогенные вещества, приводящие к развитию опухолей.

В следствии вышесказанного, можно сделать вывод, что главной причиной гибели людей при пожарах, является невозможность нахождения в условиях затрудняющих дыхание и нарушающих видимость окружающего пространства. Соответственно основное направление деятельности по спасению пострадавших в условиях пожара, должно быть сосредоточено специалистами в рамках работы этих поражающих факторов. Но нужно понимать, что работа в подобных условиях весьма специфична и требует от спасателя особой подготовки, технического оснащения и психологической устойчивости.

Дома культуры, а также другие административные и общественные здания, характеризуются особой пожарной опасностью в связи с тем, что при

строительстве и отделке применяются в большом объеме полимерные, высокотоксичные материалы, выделяющие при термическом разложении сильнодействующие продукты горения. Кроме того, в данных типах зданий используется множество мебели и прочих предметов хозяйственно-бытового назначения, которые при возгорании являются источниками высокого дымообразования.

Оповещение о пожаре должно организовываться на основе заранее разработанного плана эвакуации.

Как было отмечено несколько выше, дым, токсичные продукты горения, а также пониженная концентрация кислорода являются первичными поражающими факторами пожара, которые в большинстве случаев являются главной причиной гибели людей. Именно противодымная защита является той мерой, которая способствует максимальному исключению возможности воздействия на пострадавших этих поражающих факторов и тем самым способствовать проведению безопасной эвакуации, сохраняя жизнь и здоровье людей.

Противодымная защита - регулируемый (управляемый) газообмен внутреннего объема здания при возникновении пожара в одном из его помещений, предотвращающий поражающее воздействие на людей и (или) материальные ценности распространяющихся продуктов горения, обуславливающих повышенное содержание токсичных компонентов, увеличение температуры и изменение оптической плотности воздушной среды.

Противодымная защита включает в себя совокупность инженерно-технических и объемно-планировочных решений, направленных на предотвращение процесса задымления в случае пожара путей эвакуации из помещений и зданий или во всяком случае уменьшение уровня задымления помещений и зданий. Основные принципы и задачи противодымной защиты сформулированы в Федеральном законе от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и имеют

главной целью - обеспечение безопасности людей в случае пожара, сокращение материальных потерь, создание максимально безопасных условий работы подразделений Государственной противопожарной службы по спасению людей, обнаружению и ликвидации очага пожара[7,8,9].

Требования, которые регламентируют процесс проектирования, эксплуатации и ремонта систем противодымной защиты зданий и сооружений, отражены в системе нормативных и методических документов. Номенклатура помещений и зданий, которые необходимо оборудовать системами противодымной защиты, а также состав этой системы содержится в системе сводов правил (СП). Основные требования к исполнению систем противодымной защиты и отдельных ее элементов изложены в СП 7.13130.2009 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования».

Функциональное назначение, а также объемно-планировочные и конструктивные решения зданий, сооружений и строений определяют необходимость применения в них приточно-вытяжной противодымной вентиляции или вытяжной противодымной вентиляции.

Комплексная противодымная защита в зависимости от объемно-планировочных решений и этажности зданий может включать в себя:

1. систему дымоудаления из помещений и (или) коридоров при пожаре;
2. систему удаления продуктов горения после пожара;
3. системы, обеспечивающие не задымляемость зрительного зала;

В первую очередь системами дымоудаления предусмотрено оборудовать помещения где нет естественного освещения, а также помещения с массовым пребыванием людей, в которых не имеется каких-либо открывающихся противопожарных проемов с достаточной площадью для удаления продуктов горения в требуемом объеме.

Система дымоудаления из помещения после пожара устраивается также в помещениях, которые оборудованы установками автоматического

пожаротушения, и предназначена в первую очередь для проветривания помещения после того, как завершена стадия тушения пожара.

Противодымная защита зданий, сооружений и строений, а именно ее конструктивное исполнение и характеристики элементов, в зависимости от главной цели противодымной защиты, должны надежно обеспечивать работу приточно-вытяжных противодымных систем вентиляции в течение времени, необходимого для полной эвакуации пострадавших в безопасную зону, или же на протяжении всего времени действия пожара.

Рассмотренные варианты противодымной защиты целиком и полностью направлены на создание систем дымоудаления с помощью вентиляционных люков дымоудаления.

Таким образом важным вопросом, который требует решения при проектировке систем противодымной защиты – порядок срабатывания вентиляционной системы оборудования вне зависимости от места расположения очага возгорания.

В случае отказа в работе пожарной сигнализации необходимо предусматривать дополнительные способы включения вентиляционного оборудования. Традиционно это осуществляется дистанционно от кнопок, которые устанавливаются в шкафах пожарных кранов или же вблизи блока управления пожарной сигнализацией.

В зданиях, оборудованных автоматической системой пожаротушения, вентиляционное оборудование противодымной защиты приводится в действие при срабатывании контрольно-сигнальных клапанов системы пожаротушения.

Для обеспечения эффективной и надежной работы систем противодымной защиты требуется на стадии создания проекта правильно выбирать параметры оборудования и при этом соблюдать установленные нормативные требования [10,11].

## 2 Объект и методы исследования

Предметом исследования являются существующие и возможные перспективные состояния инженерно-технических составляющих обеспечения пожарной безопасности в ДК «Победа». В частности, основная направленность исследования сосредоточена на создание условий быстрой, своевременной и безопасной эвакуации людей из здания дома культуры в случае возникновения там пожара, путем создания комплексной системы противодымной защиты объекта. [12]

### 2.1 Краткая характеристика объекта

ДК «Победа» расположен в городе Юрга, Кемеровской области по адресу ул. Ленинградская 18, в зоне выезда пожарной части № 1 ФГКУ «17 отряд ФПС по Кемеровской области». Дворец культуры «Победа» 1957 года постройки, расположен в отдельно стоящем трёх этажном здании, имеет подвальное помещение по всей площади здания и чердак. Размеры здания в плане: длина 43 м, ширина 34 м, общей площадью 5166 кв. м.. Высота здания с чердаком 19,4 метра. Наружные стены и внутренние перегородки кирпичные. Междуэтажные перекрытия железобетонные. Технические решения при строительстве соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм.

На объекте предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара:

- 1) возможность эвакуации людей наружу на прилегающую к зданию территорию до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара; возможность спасения людей;

2) возможность доступа личного состава подразделений пожарной охраны и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и материальных ценностей;

3) нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания.

Наибольшее скопление людей в ДК «Победа» приходится в зрительном зале, общая вместимость которого составляет 450 человек и 140 человек балкон. Из зрительного зала имеется 2 основных и 2 запасных выхода. Со сцены имеется 1 основной и 1 запасной выходы. С балкона имеется 1 эвакуационный выход, ведущий в лестничный марш с непосредственным выходом наружу. Все способны самостоятельно перемещаться.

Здание оборудовано автоматической пожарной сигнализацией, приборы установлены в вестибюле у поста дежурного. Здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре.

Основными путями эвакуации из здания в основном являются:

- основные выходы;
- запасные выходы;
- лестничные клетки;
- оконные проемы;
- из помещений в коридор, ведущий в лестничную клетку, или непосредственно в лестничную клетку, ведущую наружу или вестибюль.

Методы исследования:

- Анализ текущего состояния пожарной безопасности путем изучения её составляющих в процессе функционирования предприятия;
- Изучение и анализ документов из внутреннего документооборота и входящих документов от надзорных органов;

- Сравнительный анализ текущего состояния дел по обеспечению пожарной безопасности с соответствующими нормативно-правовыми актами;

- Изучение состояния эвакуационных путей и выходов из здания.

Определение степени безопасности эвакуации;

- Прогноз развития пожара на объекте и оценка действия поражающих факторов;

- Поиск и разработка на основе имеющихся возможностей, способов и методов повышения качества проведения эвакуации и в целом улучшения пожарной безопасности.[13]

### 3 Расчёты и аналитика

#### 3.1 Расчёт системы дымоудаления ДК «Победа».

При возникновении очага пожара над ним образуется восходящий поток, называемый конвективной струей или конвективной колонкой. Поднимающиеся в конвективной колонке газы достигают потолка, растекаются по нему и образуют подпотолочный слой продуктов горения. Если площадь очага пожара  $F_{г}$  ограничена, то через определенный промежуток времени величина расхода дыма,  $G_k$ , поступающего в подпотолочный слой сконвективной колонкой, стабилизируется во времени. Для того чтобы высота незадымляемой зоны  $Z$  оставалась постоянной, необходимо соблюдение равенства массовых расходов дыма, удаляемого из помещения,  $G_y$ , и дыма, поступающего в подпотолочный слой из конвективной колонки,  $G_k$ . Задачей расчета является определение такой площади устройства дымоудаления, при которой соблюдается условие  $G_y = G_k$  при заданной высоте незадымляемой зоны  $Z$ .

Рассмотрим систему дымоудаления с естественным побуждением тяги в помещении при небольшом очаге пожара. На (рис.) приведена схема работы такой системы дымоудаления. Используются следующие обозначения:  $F_{г}$  – площадь очага пожара, м<sup>2</sup>;  $Z$  – высота незадымляемой зоны, м;  $H$  – высота помещения от пола до места выброса дыма, м;  $h_c$  – толщина слоя дыма, м;  $F_y$  – площадь проема дымоудаления, м<sup>2</sup>;  $G_k$  – массовый расход дыма, поступающего в подпотолочный слой из конвективной колонки, кг/с;  $G_y$  – массовый расход удаляемого дыма, кг/с;  $P_{нар}$  – полное давление снаружи помещения, Па;  $P_{в}$  – давление внутри помещения, Па;  $\Delta P_{расп}$  – располагаемый перепад давления (разность давлений внутри помещения и вне его на уровне проема дымоудаления), Па. [14]

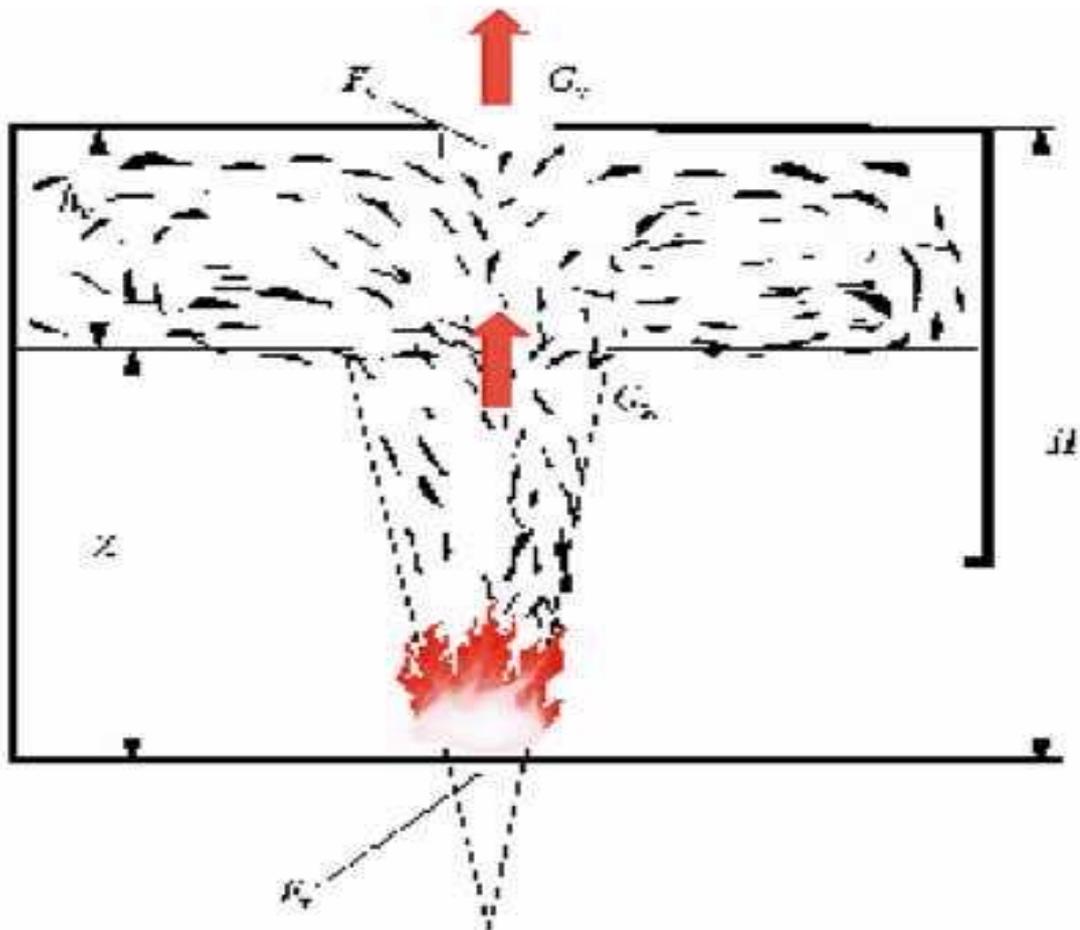


Рисунок - 1 К расчету параметров системы дымоудаления, обеспечивающей незадымленную зону в нижней части помещения

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

$$G_k = 0.032 \cdot Q^{3/5} \cdot Z$$

Где, Q - конвективная составляющая мощности очага пожара (часть тепловыделения пожара, идущая на нагрев продуктов горения), кВт;

$$G_k = 0.032 \cdot 448.74^{3/5} \cdot 2.5 = 0.032 \cdot (\sqrt[5]{448.74})^3 \cdot 2.5 = 0.032 \cdot 27 \cdot 2.5 = 2.16 \text{ кг/с}$$

Зная величину расхода удаляемого дыма, можно вычислить требуемую площадь отверстий дымоудаления:

$$F = \frac{G_k}{[\mu(\rho_{п.г} \cdot \Delta P_{расп})^{0,5}]}$$

Где,  $\mu$  – коэффициент расхода устройства дымоудаления (в расчетах обычно принимается равным 0,64);  $\rho_{п.г}$  – плотность продуктов горения, кг/м<sup>3</sup>.

$$F = \frac{2.16}{[0.64 \cdot (0.747 \cdot 31.9)^{0.5}]} = \frac{2.16}{0.64 \cdot 1.5} = \frac{2.16}{0.96} = 2.25 \text{ м}^2$$

Если устройства дымоудаления размещены в покрытии помещения, располагаемый перепад давления определяется по формуле:

$$\Delta P_{расп} = g \cdot (H - Z) \cdot (\rho_n - \rho_{п.г})$$

Где,  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\rho_n$  – плотность наружного воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

$$\Delta P_{расп} = 9,81 \cdot (9,7 - 2,5) \cdot (1,2 - 0,747) = 9,81 \cdot 7,2 \cdot 0,453 = 31,9 \text{ Па}$$

Плотности воздуха и продуктов горения вычисляются по их температурам:

$$\rho_n = \frac{353}{t_n + 273}; \quad \rho_{п.г} = \frac{353}{t_{п.г} + 273}$$

$$\rho_n = \frac{353}{20 + 273} = 1,2 \text{ кг/м}^3; \quad \rho_{п.г} = \frac{353}{206 + 273} = 0,747 \text{ кг/м}^3$$

Температура наружного воздуха при расчете систем с естественным побуждением тяги берется для теплого периода года. Температура продуктов горения может быть найдена из уравнения теплового баланса:

$$t_{п.г} = \frac{Q}{c_p \cdot G_k} + t_n$$

$$t_{п.г} = \frac{448,74}{1,09 \cdot 2,16} + 20 = 206 \text{ }^\circ\text{C} \text{ или } t_{п.г} = 206 + 273 = 479 \text{ K}$$

Конвективная составляющая мощности пожара  $Q$  определяется по формуле:

$$Q = (1 - \varphi) \cdot Q_n = (1 - \varphi) \eta \cdot Q_p \cdot \Psi_{уд} \cdot F_r$$

Где,  $Q_n$  – тепловая мощность очага пожара, кВт;  $j$  – доля тепла, отдаваемого очагом горения ограждающим конструкциям ( $j = 0,25-0,5$ );  $h$  – коэффициент полноты сгорания ( $h = 0,85-0,9$ );  $Q_p$  – теплота сгорания, кДж/кг;  $\Psi_{уд}$  – удельная скорость выгорания, (кг/с×м<sup>2</sup>);  $c_p$  – удельная

изобарная теплоемкость дымовых газов, при температуре горения различных веществ, кДж/(кг×К);  $F_{Г}$ – площадь горения, м<sup>2</sup>.

$$Q = (1 - 0.4) \cdot 0.9 \cdot 13850 \cdot 0.015 \cdot 4 = 448.74 \text{ кВт}$$

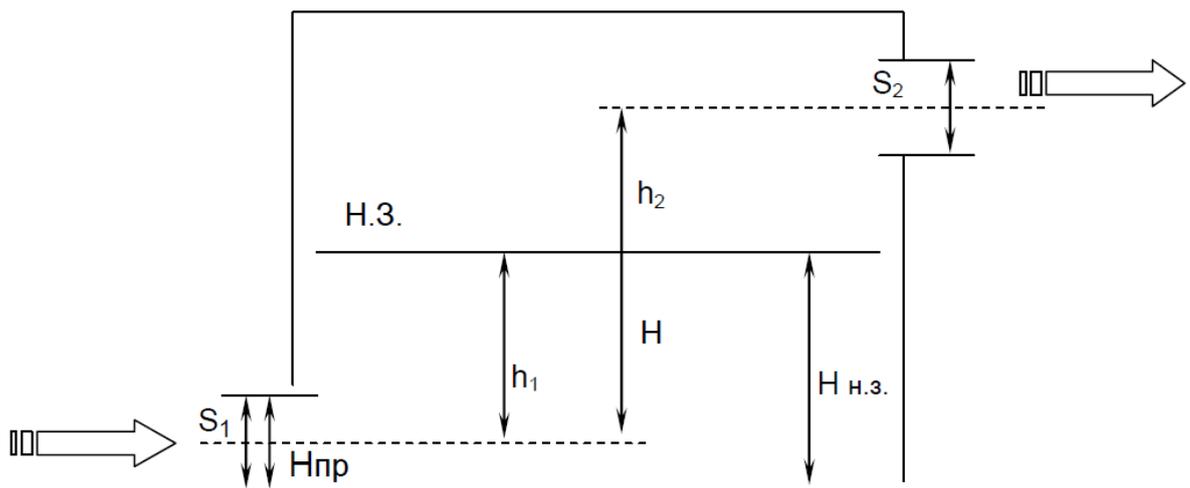
### 3.2 Расчет нейтральной зоны

При внутренних пожарах газовый обмен зависит от вентиляции помещения, от высоты помещения, горючей нагрузки, архитектурно-планировочного решения здания.

Внутри горящего помещения создаются три зоны с различным давлением:

- верхняя зона – с давлением газообразных продуктов горения выше атмосферного;
- нижняя зона – с давлением воздуха ниже атмосферного;
- нейтральная зона – с давлением равным атмосферному.

Чем ниже расположена нейтральная зона. Тем больше зона задымления (верхняя) и концентрация дыма, а также больше возможностей для задымления соседних помещений.



Расположение нейтральной зоны при газобмене через проём расположенный на разной высоте.

На газовый обмен влияет не только открытие наружных проёмов, но и их расположение, назначение, площадь, отношение площади пола к площади горения в горящем положении.

По расположению проёмы бывают нижние и верхние, однорядные и двухрядные, по назначению – приточные, вытяжные и приточно-вытяжные .

Высота расположения нейтральной зоны в горящем помещении при газообмене через проёмы расположенные на разной высоте определяется по формуле:

$$H_{Н.з.} = 0,5H_{пр} + h_1 \quad (1)$$

Где  $H_{Н.з.}$  - высота расположения нейтральной зоны, м;

$H_{пр}$  - высота наибольшего приточного проема, м;

$h_1$  – расстояние от оси приточного проёма до верхней границы нейтральной зоны, м.

$$h_1 = \frac{H}{\left[\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{\rho_B}{\rho_{пг}}\right)\right] + 1} \quad (2)$$

Где  $H$  – расстояние между центрами приточных и вытяжных проёмов

$S_1, S_2$  - соответственно площади приточного и вытяжного проёмов, м<sup>2</sup>.

$\rho_B, \rho_{пг}$  - плотность соответственно атмосферного воздуха и газообразных продуктов горения, кг/м<sup>3</sup>

(1)

$$h_1 = \frac{H}{\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{\rho_B}{\rho_{пг}}\right) + 1} = \frac{19,7}{\left(\frac{0,7}{0,1}\right)^2 \cdot \left(\frac{1,2}{1,977}\right) + 1} = \frac{19,7}{(7 \cdot 0,6) + 1} = \frac{19,7}{5,2} = 3,8$$

(2)

$$H_{Н.з.} = 0,5 \cdot 8,50 + 03,8 = 8,05 \text{ м}$$

Продолжительность пожара, развитие пожара – это изменение его параметров во времени и в пространстве от начала возникновения до ликвидации горения.

Пожар может развиваться до его тушения (свободное развитие), а также в процессе тушения:

(3)

$$\tau_n = \tau_{св} + \tau_{лок} + \tau_{лик}$$

Где  $\tau_n$  - продолжительность пожара, мин.

$\tau_{св}$  - время от начала возникновения до подачи первых средств тушения (период свободного развития), мин.

$\tau_{лок}$  - время локализации пожара, мин.

$\tau_{лик}$  - время ликвидации пожара, мин.

Допускается также определять пожарную нагрузку и по формуле.

(4)

$$m_{пн} = \frac{m_o}{S_{пол}}, \text{ кг/м}^2$$

Где  $m_o$  - масса пожарной нагрузки, распределённая по всей площади пола помещения или участка, кг;

$S_{пол}, S_{уч}$  - площадь пола помещения(участка).

$$\tau_n = 3 + 4 + 15 = 22 \text{ мин.}$$

$$m_{пн} = \frac{100}{33} = 3,03 \text{ кг/м}^2$$

Средние параметры скорости развития пожара

Определяются следующими основными величинами:

1) линейная скорость распространения горения по пожарной нагрузке ( $v_L$ ) м/мин.

2) скорость роста (увеличения) площади пожара ( $v_S$ ), м<sup>2</sup>/мин;

3) скорость роста периметра пожара ( $v_P$ ), м/мин.

4) скорость роста фронта пожара ( $v_\Phi$ ), м/мин.

### 3.3 Расчет линейной скорости распространения горения

Все эти величины определяют обстановку развития пожара и являются основной для расчёта сил и средств для тушения и тактических решений по их расстановке.

Линейная скорость является основной физической величиной, определяющей поступательное перемещение горения по поверхности горящего вещества.

Линейная скорость распространения горения ( $v_L$ ) – это длина пути поступательного движения горения по поверхности горящего вещества в единицу времени.

(5)

$$v_L = L / \tau, \text{ (м/мин.)};$$

Где  $L$  – путь, пройденный фронтом пожара, м;

$\tau$  – расчётное время распространения горения, мин.

$$v_L = 2 \cdot 3 = 6 \text{ (м/мин.)};$$

Определение параметров пожара.

Таким образом, если можно определить форму пожара на определённый момент времени в зависимости от геометрических размеров помещения, то параметры пожара определяются следующим образом. При круговом развитии пожара:

- при  $\tau \leq 10$  мин.:

(6)

$$S_{\Pi} = \pi(0,5v_{л}\tau_1)^2, \text{ м}^2$$

$$P_{\Pi} = 2_{\pi}(0,5v_{л}\tau_1), \text{ м}$$

$$\Phi_{\Pi} = 2_{\pi} (0,5v_{л}\tau_1), \text{ м}$$

$$S_{\Pi} = \pi(0,5 \cdot v_{л})^2 = 3,14 \cdot (0,5 \cdot 6 \cdot 1)^2 = 28,3\text{ м}^2$$

$$P_{\Pi} = 2_{\pi}(0,5 \cdot v_{л} \cdot \tau_1) = 2 \cdot 3,14(0,5 \cdot 6 \cdot 1) = 18,8\text{ м}$$

$$\Phi_{\Pi} = 2_{\pi}(0,5 \cdot v_{л} \cdot \tau_1) = 2 \cdot 3,4(0,5 \cdot 6 \cdot 1) = 18,8 \text{ м}$$

Определяем возможную обстановку на пожаре к моменту введения сил и средств первыми подразделениями.

### 3.4 Расчет времени свободного развития пожара

Находим время свободного развития пожара.

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб1} + T_{сл1} + T_{бр1} = 3 + 1 + 1,3 + 4 = 9,3 \text{ мин.}$$

$$T_{сл1} = \frac{60 \times L}{V_{сл.}} = \frac{60 \times 1}{45} = 1,3 \text{ [мин.], где:}$$

$L$  – длина пути следования подразделения от пожарного депо до места пожара, [км];

$V_{сл.}$  - средняя скорость движения пожарных автомобилей, [км/ч];

$T_{дс}$  - время до сообщения о пожаре (принимаем 3 мин. так как имеется АПС и телефон находится в помещении дежурного);

$T_{бр1}$  - время, затраченное на проведение боевого развертывания (в пределах 5 минут).

$T_{сб1}$  – время, сбора личного состава

Определяем путь, пройденный фронтом пламени за время свободного развития пожара.

Так как время свободного развития менее 10 мин., расчеты будем производить по формуле.

$$R_1 = 0,5 \times V_{л} \times T_{св} = 0,5 \times 1,0 \times 9,3 = 4,65 \text{ м,}$$

Где  $V_{л}$ - линейная скорость распространения пожара на сцене, принимаем 1,0 м/мин,

Пожар на 10 минуте распространяется по полукруговой форме.

Определяем площадь пожара:  $S_{п} = 3,14 \times R^2 / 2 = 33,9 \text{ м}^2$ ;

Требуемый расход воды на тушение определяем по формуле:

$$Q_{тр}^B = S_T \times I^{TP},$$

Где,  $S_T$ - площадь тушения м;  $I^{TP}$ - требуемая интенсивность подачи воды, 0,2л/(см<sup>2</sup>).

Так как путь пройденный огнём менее глубины тушения пожара ручными стволами, следовательно,  $S_T = S_{п}$

$$Q_{тр}^T = S_T \times I^{TP} = 33,9 \times 0,20 = 6,78 \text{ л/с.}$$

Для локализации и ликвидации пожара требуется стволов:

$$N_{ств"Б"}^T = \frac{Q_{тр}^T}{Q_{ств"А"}} = \frac{6,78}{7} = 0,97, \text{ принимаем 1 ствол «А»}$$

Определяем расход воды на защиту

$$Q_{тр}^{T3} = S_T \times I^{TP} / 2 = 33,9 \times 0,20 / 2 = 3,39 \text{ л/с}$$

Из тактических соображений на защиту колосников над сценой подаётся ствол РС-70.

Так как  $Q_{\text{ф}}^{\text{тз}} < Q_{\text{тр}}^{\text{в}}$  ( $14 > 10, 17$ ), пожар будет локализован, следовательно, линейная скорость распространения пожара будет равна нулю и границы площади пожара с этого момента, увеличиваться не будет.

Находим водоотдачу сети К-150, на расстоянии 100м.

$$Q_{\text{ф}}^{\text{с}} = (V_{\text{л}} \cdot \frac{d}{25})^2 = (1 \cdot \frac{150}{25})^2 = 36 \text{ л/с}$$

Фактический расход 36 л/с больше чем расход требуемый, значит можно сделать вывод что на локализацию пожара нам достаточно воды

Определяем предельное расстояние подачи огнетушащих веществ до места пожара.

$$L_{\text{пр}} = (H_{\text{н}} - (H_{\text{пр}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{пр}}) / SQ^2) \times 20 = (90 - (20 + 0 + 2) / 2,94) \times 20 = 462,6 \text{ м}$$

где  $H_{\text{н}}$ - напор в насосе, м;  $H_{\text{пр}}$ - напор у разветвления, м ( $H_{\text{пр}} = H_{\text{приб}} + 10$ );

$Z_{\text{м}}$ - высота подъема местности, м;

$Z_{\text{пр}}$ - высота подъема приборов, м.

### 3.5 Расчет численность личного состава

Определяем требуемую численность личного состава.

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{зв. ГДЗС}^{\text{т}}} \times 3 + N_{\text{зв. ГДЗС}^{\text{эвак.}}} \times 3 + N_{\text{зв. ГДЗС}^{\text{рез.}}} \times 3 + N_{\text{пб}} \times 1 + N_{\text{р}} \times 1 = 2 \times 3 + 2 \times 3 + 2 \times 3 + 6 \times 1 + 2 \times 1 = 26 \text{ человек.}$$

Определяем требуемое количество отделений основного назначения.

$$N_{\text{отд.}} = N_{\text{л/с}} / 4 = 26 / 4 = 6,5 \text{ принимаем } 7 \text{ отделений.}$$

Для помещений объемом более 10 тыс. м<sup>3</sup> средняя плотность газов  $\rho_{\text{п.г}} > 10$  определяется по формуле:

$$\rho_{п.г} > 10 = \rho_{п.г} + 0,005(V_{п} - 10), (9)$$

Где,  $\rho_{п.г}$  – плотность продуктов горения при горении соответствующего материала для помещения объемом менее 10 тыс. м<sup>3</sup>;

$V_{п}$  – объем помещения, тыс. м<sup>3</sup>.

Объемный часовой расход удаляемого дыма  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, определяется из выражения

$$L = \frac{G_k}{\rho_{п.г}}$$

$$L = \frac{3600 \cdot 2.16}{2.07} = 3.8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\rho_{п.г} = 1,977 + 0,005(28,36 - 10) = 2,07 \text{ м}^3$$

Вывод:

Исходя из расчётов объём дыма, при горении поступающий в потолочную зону составляет – 2,16 кг/с, площадь люка дымоудаления составляет – 2,25 м<sup>2</sup>, а объем удаляемого дыма через люк равен 3,8 м<sup>3</sup>/ч. плотность дыма при горении - 0,747 кг/м<sup>3</sup>.

Проведя перевод единиц измерения м<sup>3</sup>/ч в кг/с:

$$\frac{3,8 \cdot 0,747}{3,600} = 0,789 \text{ кг/с}$$

Было определено что 3,8 м<sup>3</sup>/ч = 0,789 кг/с.

При сравнении объёма дыма поступающего в потолочную зону при горении который равняется – 2.16 кг/с. С объёмом удаляемого дыма через люк при переводе с м<sup>3</sup>/ч. в кг/с. который согласно расчёту равен – 0.789 кг/с. Пришли к выводу что при сравнении двух значений, имеющемуся люк

дымоудаления площадью – 2.25 м<sup>2</sup>. недостаточно для полного удаления дыма из зрительного зала. Для увеличения объемов удаляемого дыма необходимо дополнительно установить ещё один люк системы дымоудаления, Так чтоб общая площад люков состовляла не мение 6,75м<sup>2</sup>. Таким образом система дымоудаления вполне справится с любым развитием пожара.

Результаты проведенного исследования.

3.6 При возникновении пожара, и его тушении, как уже не раз было описано в данной работе, опасным фактором пожара являются задымление, одним из самых опасных для жизни и здоровья людей. От профессионализма сотрудников пожарной охраны зависит жизнь и здоровье людей. До прибытия пожарно-спасательных подразделений спасение людей зависит не только от профессионализма и слаженных действий персонала по обеспечению быстрой и качественной эвакуации зрителей, но и от своевременного срабатывания автоматической пожарной сигнализации, и конструктивных элементов данного объекта, с массовым пребыванием людей.

Для объективного исследования эффективности противодымной защиты на объекте, проведем расчет возможной обстановки пожара.

Расчет необходимого количества сил и средств.

Вариант тушения №1

Пожар на сценическом комплексе

размером 17,3x8,9 м

Тактический замысел. В результате короткого замыкания на сцене произошло возгорание, создаётся явная угроза распространения огня и дыма в зрительный зал. Исходя из практики, в данных условиях зрительный зал заполняется дымом в течении 1- 2 минут. При горении декораций и бутафорий, изготовленных из различных веществ и материалов, продукты сгорания содержат большое количество отравляющих веществ. Если в зрительном зале находятся люди, то уже через 3 минуты с начала интенсивного горения может создаваться угроза их жизни. Конвекционные

потоки продуктов сгорания и огонь быстро перемещаются в зрительный зал и создают угрозу чердачному перекрытию и чердаку. Быстрому

распространению огня поспособствуют не рабочие системы пожаротушения. До прибытия пожарных подразделений тушение пожара осуществляться не будет.

Создалась угроза распространения задымления в коридор, смежные помещения и этажей.

Определяем возможную обстановку на пожаре к моменту введения сил и средств первыми подразделениями.

### 3.7 Расчет времени свободного развития пожара

Находим время свободного развития пожара.

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб1} + T_{сл1} + T_{бр1} = 3 + 1 + 1,3 + 4 = 9,3 \text{ мин.}$$

$$T_{сл1} = \frac{60 \times L}{V_{сл.}} = \frac{60 \times 1}{45} = 1,3 \text{ [мин.]}, \text{ где:}$$

$L$  – длина пути следования подразделения от пожарного депо до места пожара, [км];

$V_{сл.}$  - средняя скорость движения пожарных автомобилей, [км/ч];

$T_{дс}$  - время до сообщения о пожаре (принимаем 3 мин. так как имеется АПС и телефон находится в помещении дежурного);

$T_{бр1}$  - время, затраченное на проведение боевого развертывания (в пределах 5 минут).

$T_{сб1}$  – время, сбора личного состава

Определяем путь, пройденный фронтом пламени за время свободного развития пожара.

Так как время свободного развития менее 10 мин., расчеты будем производить по формуле.

$$R_1 = 0,5 \times V_{л} \times T_{св} = 0,5 \times 1,0 \times 9,3 = 4,65 \text{ м},$$

Где  $V_{л}$ - линейная скорость распространения пожара на сцене, принимаем 1,0 м/мин,

Пожар на 10 минуте распространяется по полукруговой форме.

Определяем площадь пожара:  $S_{п} = 3,14 \times R^2 / 2 = 33,9 \text{ м}^2$ ;

Требуемый расход воды на тушение определяем по формуле:

$$Q_{тр}^B = S_{т} \times I^{TP},$$

Где  $S_{т}$ - площадь тушения м;  $I^{TP}$ - требуемая интенсивность подачи воды, 0,2л/(см<sup>2</sup>).

Так как путь пройденный огнём менее глубины тушения пожара ручными стволами, следовательно,  $S_{т} = S_{п}$

$$Q_{тр}^T = S_{т} \times I^{TP} = 33,9 \times 0,20 = 6,78 \text{ л/с}.$$

Для локализации и ликвидации пожара требуется стволов:

$$N_{ств"Б"}^T = \frac{Q_{тр}^T}{Q_{ств"А"}} = \frac{6,78}{7} = 0,97, \text{ принимаем 1 ствол «А»}$$

Определяем расход воды на защиту

$$Q_{тр}^{T3} = S_{т} \times I^{TP} / 2 = 33,9 \times 0,20 / 2 = 3,39 \text{ л/с}$$

Из тактических соображений на защиту колосников над сценой подаётся ствол РС-70.

Так как  $Q_{\text{ф}}^{\text{тз}} < Q_{\text{тр}}^{\text{в}}$  ( $14 > 10,17$ ), пожар будет локализован, следовательно, линейная скорость распространения пожара будет равна нулю и границы площади пожара с этого момента, увеличиваться не будет.

Находим водоотдачу сети К-150, на расстоянии 100м.

$$Q_{\text{ф}}^{\text{с}} = (V_{\text{л}} \cdot \frac{d}{25})^2 = (1 \cdot \frac{150}{25})^2 = 36 \text{ л/с}$$

Фактический расход 36 л/с больше чем расход требуемый, значит можно сделать вывод что на локализацию пожара нам достаточно воды

Определяем предельное расстояние подачи огнетушащих веществ до места пожара.

$$L_{\text{пр}} = (H_{\text{н}} - (H_{\text{пр}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{пр}}) / SQ^2) \times 20 = (90 - (20 + 0 + 2) / 2,94) \times 20 = 462,6 \text{ м}$$

где  $H_{\text{н}}$ - напор в насосе, м;  $H_{\text{пр}}$ - напор у разветвления, м ( $H_{\text{пр}} = H_{\text{приб}} + 10$ );

$Z_{\text{м}}$ - высота подъема местности, м;

$Z_{\text{пр}}$ - высота подъема приборов, м.

Определяем требуемую численность личного состава.

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{зв. ГДЗС}}^{\text{т}} \times 3 + N_{\text{зв. ГДЗС}}^{\text{эвак.}} \times 3 + N_{\text{зв. ГДЗС}}^{\text{рез.}} \times 3 + N_{\text{пб}} \times 1 + N_{\text{р}} \times 1 = 2 \times 3 + 2 \times 3 + 2 \times 3 + 6 \times 1 + 2 \times 1 = 26 \text{ человек.}$$

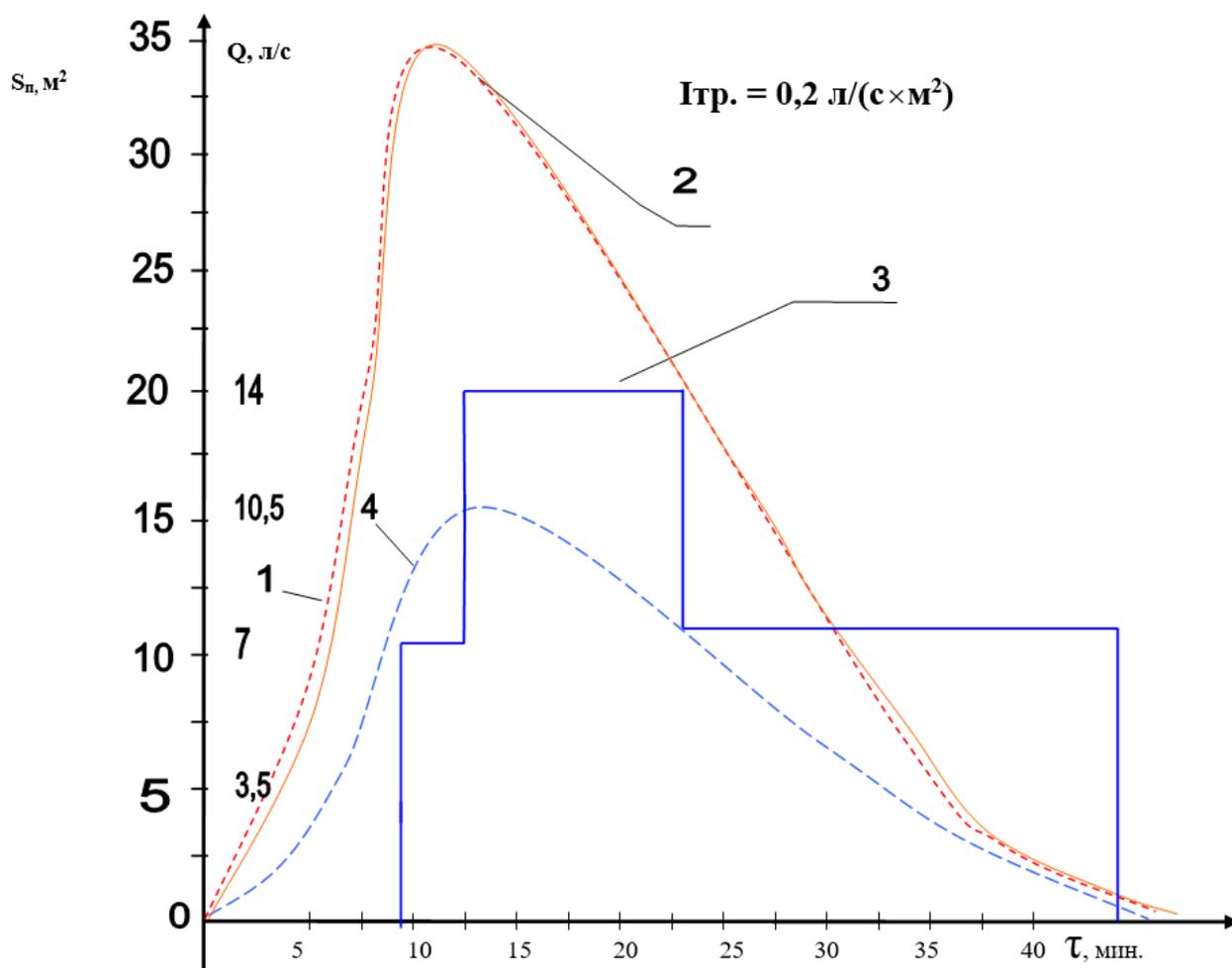
Определяем требуемое количество отделений основного назначения.

$$N_{\text{отд.}} = N_{\text{л/с}} / 4 = 26 / 4 = 6,5 \text{ принимаем } 7 \text{ отделений [15,16,17].}$$

**Вывод:** Согласно расписания выездов на данный объект выезжает 7 основных отделений и 1 специальное, которых достаточно для ликвидации пожара.

Совмещенный график изменения площади пожара, требуемого и фактического расхода огнетушащего вещества при его подаче.

1. – изменение площади пожара
2. – величина площади тушения
3. – фактический расход огнетушащего вещества
4. – требуемый расход огнетушащего вещества



## Вариант тушения №2

### Пожар в зрительном зале

размером 17х21 метр

Тактический замысел. В результате неосторожного обращения с огнем произошло возгорание в зрительном зале, огонь распространяется по мебели, полу. Если пожар возник в зрительном зале, то огонь быстро распространяется по мебели и конструкциям из горючих материалов, создаётся угроза распространения огня на подвесное покрытие и чердак. Быстрому распространению огня способствует системы отопления и кондиционирования воздуха. По мере развития пожара при открытом порталном проёме огонь из зрительного зала более интенсивно распространяется на сцену, а также может распространяться через открытые двери в другие и смежные помещения.

Быстрому распространению огня поспособствуют не рабочие системы пожаротушения. До прибытия пожарных подразделений тушение пожара осуществляться не будет.

Создалась угроза распространения задымления в коридор, смежные помещения и этажей.

Определяем возможную обстановку на пожаре к моменту введения сил и средств первыми подразделениями.

Находим время свободного развития пожара.

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб1} + T_{сл1} + T_{бр1} = 3 + 1 + 1,3 + 4 = 9,3 \text{ мин.}$$

$$T_{сл1} = \frac{60 \times L}{V_{сл.}} = \frac{60 \times 1}{45} = 1,3 \text{ [мин.], где:}$$

$L$  – длина пути следования подразделения от пожарного депо до места пожара, [км];

$V_{сл}$  - средняя скорость движения пожарных автомобилей, [км/ч];

$T_{дс}$  - время до сообщения о пожаре (принимаем 3 мин. так как имеется АПС и телефон находится в помещении дежурного);

$T_{брп}$  - время, затраченное на проведение боевого развертывания (в пределах 5 минут).

$T_{сб1}$  – время, сбора личного состава

Определяем путь, пройденный фронтом пламени за время свободного развития пожара.

Так как время свободного развития менее 10 мин., расчеты будем производить по формуле.

$$R_1 = 0,5 \times V_{л} \times T_{св} = 0,5 \times 1,0 \times 9,3 = 4,65 \text{ м,}$$

Где  $V_{л}$ - линейная скорость распространения пожара в зале, принимаем 1,0 м/мин,

Пожар на 10 минуте распространяется по полукруговой форме.

Определяем площадь пожара:  $S_{п} = 3,14 \times R^2 / 2 = 33,9 \text{ м}^2$ ;

Требуемый расход воды на тушение определяем по формуле:

$$Q_{тр}^в = S_{т} \times I^{тп},$$

Где  $S_{т}$ - площадь тушения м;  $I^{тп}$ - требуемая интенсивность подачи воды, 0,15л/(см<sup>2</sup>).

Так как путь пройденный огнём менее глубины тушения пожара ручными стволами, следовательно,  $S_{т} = S_{п}$

$$Q_{тр}^т = S_{т} \times I^{тп} = 33,9 \times 0,15 = 5,08 \text{ л/с.}$$

Для локализации и ликвидации пожара требуется стволы:

$$N_{\text{ств"Б"}}^{\Gamma} = \frac{Q_{\text{тр}}}{Q_{\text{ств"А"}}} = \frac{5,08}{3,7} = 1,37, \text{ принимаем 2 ствол «Б»}$$

Определяем расход воды на защиту

$$Q_{\text{тр}}^{\Gamma} = S_{\Gamma} \times I^{\Gamma} / 2 = 33,9 \times 0,15 / 2 = 2,54 \text{ л/с}$$

Из тактических соображений на защиту подаём один ствол РСК-50.

Так как  $Q_{\text{ф}}^{\Gamma} < Q_{\text{тр}}^{\text{В}}$  ( $10,5 > 7,62$ ), пожар будет локализован, следовательно, линейная скорость распространения пожара будет равна нулю и границы площади пожара с этого момента, увеличиваться не будет.

Находим водоотдачу сети К-150, на расстоянии 100м.

$$Q_{\text{ф}}^{\text{с}} = \left( v_{\text{л}} \cdot \frac{d}{25} \right)^2 = \left( 1 \cdot \frac{150}{25} \right)^2 = 36 \text{ л/с}$$

Фактический расход 36 л/с больше чем расход требуемый, значит можно сделать вывод что на локализацию пожара нам достаточно воды

Определяем предельное расстояние подачи огнетушащих веществ до места пожара.

$$L_{\text{пр}} = (H_{\text{н}} - (H_{\text{пр}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{пр}}) / SQ^2) \times 20 = (90 - (20 + 0 + 2) / 2,94) \times 20 = 462,6 \text{ м}$$

где  $H_{\text{н}}$ - напор в насосе, м;  $H_{\text{пр}}$ - напор у разветвления, м ( $H_{\text{пр}} = H_{\text{приб}} + 10$ );

$Z_{\text{м}}$ - высота подъема местности, м;

$Z_{\text{пр}}$ - высота подъема приборов, м.

Определяем требуемую численность личного состава.

$$N_{л/с} = N_{зв. ГДЗС^T} \times 3 + N_{зв. ГДЗС^{эвак.}} \times 3 + N_{зв. ГДЗС^{рез.}} \times 3 + N_{пб} \times 1 +$$

$$N_p \times 1 = 3 \times 3 + 1 \times 3 + 2 \times 3 + 6 \times 1 + 2 \times 1 = 26 \text{ человек.}$$

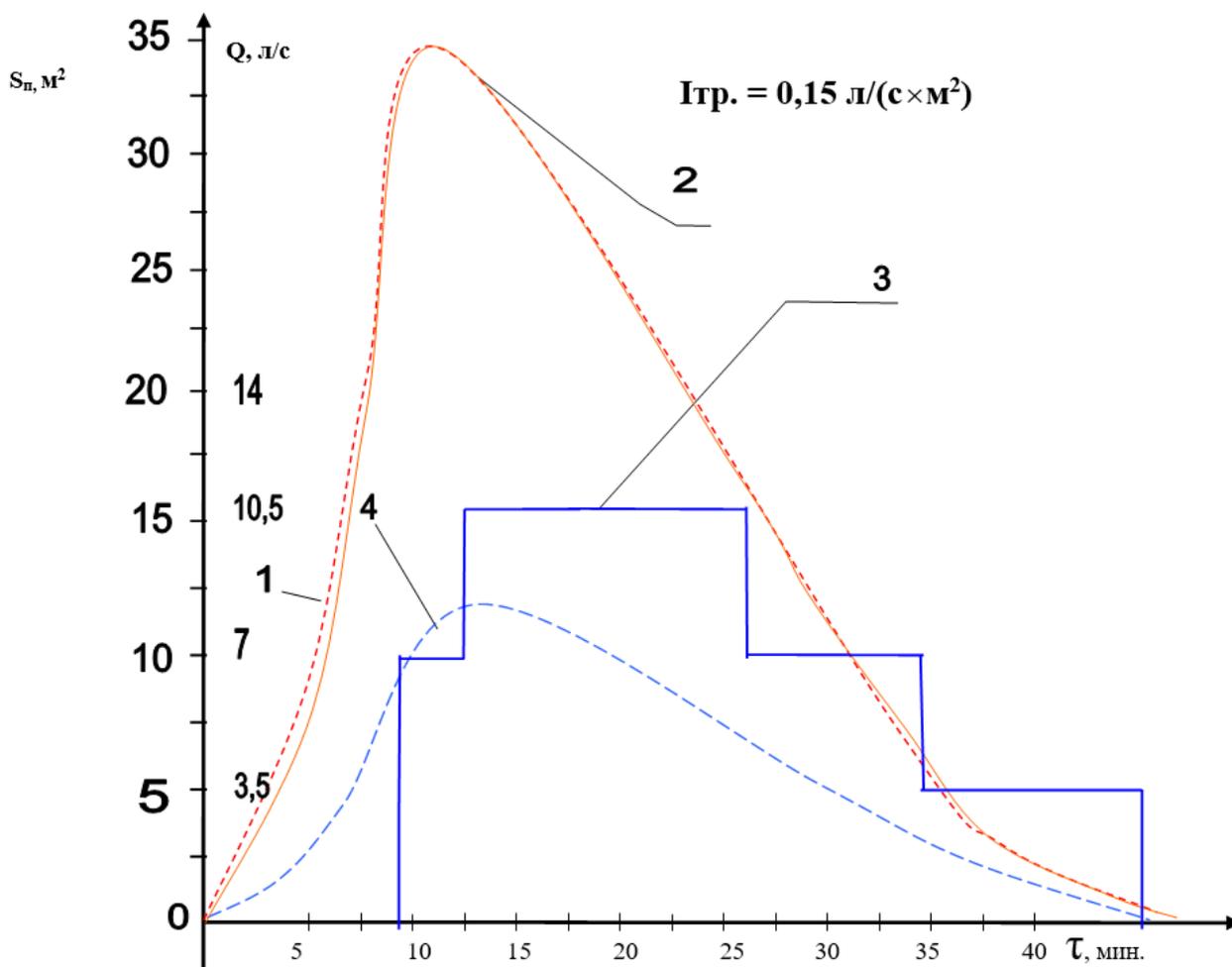
Определяем требуемое количество отделений основного назначения.

$$N_{отд.} = N_{л/с} / 4 = 26 / 4 = 6,5 \text{ принимаем } 7 \text{ отделений [18,19].}$$

**Вывод:** Согласно расписания выездов на данный объект выезжает 7 основных отделений и 1 специальное, которых достаточно для ликвидации пожара.

Совмещенный график изменения площади пожара, требуемого и фактического расхода огнетушащего вещества при его подаче.

1. – изменение площади пожара
2. – величина площади тушения
3. – фактический расход огнетушащего вещества
4. – требуемый расход огнетушащего вещества



## Рекомендуемые средства и способы тушения пожара

При пожаре возможны:

- наличие большого количества людей в зрительном зале (450 посадочных мест) и сценическом комплексе;
- возникновение паники;
- распространение огня по сценическому комплексу, переход его в зрительный зал и чердак, а также распространение пожара по вентиляционным системам и пустотам;
- быстрое задымление помещений сценического комплекса и зрительного зала;
- наличие электротехнических устройств и механизмов под напряжением;
- обрушение подвесных перекрытий и осветительных приборов над зрительным залом.

При ведении действий по тушению пожара необходимо:

- установить связь с администрацией учреждения для руководства тушением и эвакуацией;
- определить пути эвакуации в первую очередь с галерей, балконов и бельэтажа;
- привлечь обслуживающий персонал к эвакуации людей согласно плана эвакуации;
- соблюдать правила охраны труда и техники безопасности при выполнении поставленных задач.[20]

### В сценическом комплексе:

включить дренчерную завесу портала сцены;

использовать преимущественно стволы с большим расходом;

задействовать стационарные средства тушения и защиты (установки пожаротушения, лафетные стволы, внутренние пожарные краны);

подать стволы со стороны зрительного зала с одновременной защитой колосников и карманов сцены, а также проемов смежных со сценой помещений;

опустить горящие декорации на планшет сцены;

открыть дымовые люки при недостатке сил и средств, явной угрозе перехода огня и дыма в зрительный зал, а также с целью предотвращения задымления при наличии в нем зрителей;

применять пену средней кратности при горении в трюме, обеспечить защиту планшета сцены из оркестрового помещения, затем вводить стволы на защиту других помещений, при необходимости проводить вскрытие настила сцены для подачи огнетушащих веществ в трюм;

подать первые стволы на тушение при горении колосников, рабочих галерей следует со стороны сцены, а затем с лестничных клеток, обеспечить подачу стволов на покрытие, вводить стволы в чердачное помещение зрительного зала;

обращать особое внимание на защиту пожарных от возможного падения различных конструкций здания, лебедок, приборов освещения и т.д.;

соблюдать правила охраны труда и техники безопасности при выполнении поставленных задач.

### В зрительном зале:

подать стволы со стороны сценического комплекса, рабочих галерей, вестибюлей холлов, фойе с одновременной защитой сцены, путей эвакуации;

включить дренчерную завесу портала сцены;

подать стволы в чердачное помещение для его защиты, обращая внимание на снижение температуры в его объеме и на перегрузку перекрытия;

подать стволы на покрытие;

проверить вентиляционную систему, при необходимости вскрыть воздуховоды и подать в них стволы;

обратить особое внимание на защиту пожарных от возможного падения подвесных потолков, лепных украшений, приборов освещения и т.д.;

соблюдать правила охраны труда и техники безопасности при выполнении поставленных задач.

Линейная скорость распространения горения на сцене – 1,0-3,0 м/мин.  
(справочник РТП).

Возможными путями распространения пожара являются: горючие материалы, мебель, оборудование, пустоты строительных конструкций, системы вентиляции, легковоспламеняющиеся вещества, различные системы электро- и радио устройств, инженерные коммуникации.

Интенсивность подачи огнетушащих веществ составляет для сцены – 0,20 л/с; для зрительного зала и подсобных помещений – 0,15 л/с (справочник РТП)

В целях обеспечения безопасности разведку и тушение пожара необходимо производить в СИЗОД.

3.8 Расчетные и справочные данные, необходимые для обеспечения управления действиями подразделений пожарной охраны при пожаре  
Сводная таблица расчета сил и средств для тушения пожара

Вариант тушения	Прогноз развития пожара (площадь пожара, фронт пожара линейная скорость	Требуемый расход огнетушащих	Количество Приборов подачи	Необходимый запас огнетушащих веществ,	Количество пожарных машин, основных/специальных	Предельные расстояния для подачи	Численность личного состава,
1	2	3	4	5	6	7	8
1	- площадь пожара 33,9 м <sup>2</sup> .  - линейная скорость 1,0 м/мин.	10,17л/с	2	1200 0	7 основных 1 специальная	462,6 м.	25чел. 4 звена ГДЗС
2	- площадь пожара 33,9 м <sup>2</sup> .  - линейная скорость 1,0 м/мин.	7,62л/с	3	1200 0	7 основных 1 специальная	462,6 м.	25чел. 4 звена ГДЗС

Сосредоточение сил и средств на пожаре.

Ранг пожара	№ части	Тип и количество техники	Время в пути  мин.	Наличие огнетушителей средств, л		Численность (чел.)		
				ПО	вода	боевых расчетов	звеньев	ГДЗС
1	ПСЧ-1	АЦ-40(131)137	1	150	2400	5	1	
	ПСЧ-1	АЦ-6,0-40(5557)	1	360	6000	5	1	
	ПСЧ-1	АЛ-30(131)ПМ-509	1	-	-	1	-	
	ПСЧ-2	АЦ-2,4-40(130)-63Б	6	165	2350	5	1	
2	ПСЧ-2	АЦ-2,4-40(130)-63Б	6	165	2350	5	1	
	ОП-1	АЦ-2,4-40(130)-63Б	11	165	2350	5	1	
	ПСЧ-21	АЦ-2,4-40(130)-63Б	2,4	165	2350	5	1	

Организация тушения пожара при различных вариантах его развития.

## Расстановка сил и средств

### Вариант-1

При поступлении сигнала о пожаре на ЦППС, автоматически одновременно выезжают 2 отделения и автолестница ПСЧ-1 и 2 отделения ПСЧ-2. По прибытии первый РТП устанавливает наличие угрозы жизни зрителей, ход эвакуации людей и при невозможности одновременно обеспечить ведении боевых действий по тушению пожара и спасанию людей, сосредотачивает все силы и средства на обеспечении эвакуации людей с подачей ствола «Б» от АЦ установленной на ПГ, расположенного в 40 метрах, с северо-западной стороны здания, на защиту путей эвакуации. АЛ-30 устанавливается с внутренней (восточной) стороны здания для эвакуации людей с балконов. По прибытии дополнительных подразделений подаются стволы «А» на тушение пожара на сцене, защите колосников, чердака. При сильном задымлении боевые действия производить с использованием СИЗОД. При развившемся пожаре применять лафетные стволы.

Отделению ПАСО провести разведку по людям в случае завалов, при необходимости, проводить АСР.

Для руководства действиями УТП создается оперативный штаб пожаротушения.

Службе «03» оказать помощь пострадавшим. Полиции организовать оцепление места пожара совместно с сотрудниками ГИБДД, бригаде ОАО «Водтранс» организовать повышение давления в водопроводной сети.

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка пожара	$Q_{гр}$	Введено приборов на тушение и защиту				$Q_{ф}$	Рекомендации РТП
			РС-50	РС-70	ПЛС	СВП		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ч+00	<p>Пожар произошел в результате короткого замыкания софитов, расположенных в верхней части сценической коробки, падающие искры воспламенили тканевые декорации.</p> <p>Пожар сопровождается большой скоростью распространения горения, а также</p>							<p>Действия обслуживающего персонала:</p> <p>обслуживающий персонал сообщает о пожаре по тел. 01 в ЕДДС; отключают электроэнергию на участке пожара; включают дренчерную систему пожаротушения; начинает эвакуацию людей из здания ДК; открывает дымовой люк; приступает к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения; встречает подразделения пожарной охраны.</p>

	выделением продуктов горения и задымлением.						
ч+03	Пожар распространяется по декорациям, деревянному полу сцены с выделением большого количества дыма. Персонал проводит эвакуацию людей.						ЦППС-высылает подразделения, согласно расписания выездов по рангу №2. Информировывает руководство ОФПС-17, СПТ. Администрация объекта приступает к эвакуации людей. Приступают к тушению пожара имеющимися первичными средствами пожаротушения.
ч+05	К месту вызова прибывает караул ПСЧ-1 в составе двух отделений и 1-автолестница.						Представитель администрации организует встречу пожарных подразделений, информирует РТП-1 о пожаре, принятых мерах по эвакуации людей из здания и отключению электроэнергии.  РТП сообщает на ЦППС о прибытии к месту вызова и внешних признаков пожара: - обстановка на момент прибытия, - обстановка по эвакуации,

							<p>- подтверждение ранга пожара (дополнительная спец. техника),</p> <p>- характеристика здания, примерная площадь пожара (30 м<sup>2</sup>), вызов служб жизнеобеспечения.</p>
Ч+06	К месту вызова прибывает отделение караула ПСЧ-21; ПАСО	6,8		1		7	<p>РТП-1 отдает распоряжение первому отделению установить АЦ на пожарный гидрант на перекрестке улиц Кирова и Ленинградская, проложить магистральную линию от АЦ-40</p> <p>ПСЧ-1 к центральному входу, звеном ГЗДС первого отделения со ст. «А» в разведку на наличие людей в здании и обнаружение очага пожара, выставить пост безопасности;</p> <p>Второму отделению установить АЦ на пожарный гидрант по ул. Ленинградская, звеном ГЗДС со ст. «А» обеспечить защиту колосников, выставить пост</p>

							безопасности.
Ч+09	К месту вызова прибывает караул ПСЧ-2 в составе двух отделений.	10, 17		2		14	<p>РТП информирует ЦППС об обстановке на пожаре:</p> <p>площадь пожара 34 м<sup>2</sup>, подтверждаю пожар №2, одна АЦ установлена на ПГ, эвакуация людей завершена, эл. энергия в сценической части отключена, на тушение пожара подали 1 ст «А» и 1 ствол «А» на защиту колосников со стороны зрительного зала звеньями ГДЗС.</p>
Ч+10	К месту вызова пребывают: СПТ, руководящий состав ОФПС-17,  К месту вызова прибывает 1отделение ВК-1254.	10, 17		2		14	<p>РТП-1 докладывает обстановку на пожаре и принятых решениях РТП-2.</p> <p>РТП-2 принимает руководство тушения пожара на себя, информирует ЦППС об обстановке на пожаре: площадь пожара 34м<sup>2</sup>, подтверждаю ранг №2, две АЦ установлены на ПГ, люди из здания эвакуированы, работает два ст. «А» на со стороны зрительного зала.</p>

							<p>РТП-2 отдает распоряжение отделениям ПСЧ-2 подготовить звенья ГДЗС с двумя ст. «Б» от АЦ-40 ПСЧ-1 со стороны главного входа на наличие людей и защиту смежных помещений с первого по третий этажи, с левой и правой стороны здания.</p>
Ч+15	<p>К месту вызова прибывают: служба "02", ГИБДД, "03", ООО «Юрга Водтранс».</p>	10, 17	2	2		21	<p>Службе «03» оказать помощь пострадавшим. Полиции организовать оцепление места пожара, сотрудникам ГИБДД контролировать движение по ул. Кирова, бригаде ООО «Юрга Водтранс» организовать повышение давления в водопроводной сети.</p> <p>Отделению ПАСО провести разведку по людям в случае завалов, при необходимости, проводить АСР.</p>
ч+20	<p>Пожар локализован</p>						<p>РТП через НШ передает информацию на ЦППС о количестве эвакуированных и спасенных, обстановку на пожаре.</p>

## Расстановка сил и средств

### Вариант-2

При поступлении сигнала о пожаре на ЦППС, автоматически одновременно выезжают 2 отделения и автолестница ПСЧ-1 и 2 отделения ПСЧ-2. По прибытии первый РТП устанавливает наличие угрозы жизни зрителей, ход эвакуации людей и при невозможности одновременно обеспечить ведении боевых действий по тушению пожара и спасанию людей, сосредотачивает все силы и средства на обеспечении эвакуации людей с подачей ствола «Б» от АЦ установленной на ПГ, расположенного в 40 метрах, с северо-западной стороны здания, на защиту путей эвакуации. АЛ-30 устанавливается с внутренней (восточной) стороны здания для эвакуации людей с балконов. По прибытии дополнительных подразделений подаются стволы «Б» на тушение пожара в зале, защите сцены, чердака. При сильном задымлении основные действия производить с использованием СИЗОД. При развившемся пожаре применять лафетные стволы.

Отделению ПАСО провести разведку по людям в случае завалов, при необходимости, проводить АСР.

Для руководства действиями УТП создаётся оперативный штаб пожаротушения.

Службе «03» оказать помощь пострадавшим. Полиции организовать оцепление места пожара совместно с сотрудниками ГИБДД, бригаде ООО «Юрга Водтранс» организовать повышение давления в водопроводной сети.

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка пожара	$Q_{тр}$	Введено приборов на тушение и защиту				$Q_{ф}$	Рекомендации РТП
			РС-50	РС-70	ПЛС	СВП		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ч+00	Пожар произошел в результате неосторожного обращения с огнём в центральной части зала у стены. Пожар сопровождается большой скоростью распространения горения, а также выделением продуктов горения и задымлением.							Действия обслуживающего персонала: обслуживающий персонал сообщает о пожаре по тел. 01 в ЕДДС; отключают электроэнергию на участке пожара; включают дренчерную систему пожаротушения; начинает эвакуацию людей из здания ДК; открывает дымовой люк; приступает к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения; встречает подразделения пожарной охраны.
ч+03	Пожар распространяется							ЦППС-высылает подразделения, согласно

	по декорациям, деревянному полу сцены с выделением большого количества дыма. Персонал проводит эвакуацию людей.						расписания выездов по рангу №2. Информировывает руководство ОФПС-17, СПТ. Администрация объекта приступает к эвакуации людей. Приступают к тушению пожара имеющимися первичными средствами пожаротушения.
ч+05	К месту вызова прибывает караул ПСЧ-1 в составе двух отделений и 1-автолестница.						<p>Представитель администрации организует встречу пожарных подразделений, информирует РТП-1 о пожаре, принятых мерах по эвакуации людей из здания и отключению электроэнергии.</p> <p>РТП сообщает на ЦППС о прибытии к месту вызова и внешних признаков пожара:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обстановка на момент прибытия,</li> <li>- обстановка по эвакуации,</li> <li>- подтверждение ранга пожара (дополнительная спец.техника),</li> <li>- характеристика здания, примерная площадь пожара (30 м<sup>2</sup>), вызов служб</li> </ul>

							жизнеобеспечения.
Ч+06	К месту вызова прибывает отделение караула ПСЧ-21; ПАСО	6,8		1		7	<p>РТП-1 отдает распоряжение первому отделению установить АЦ на пожарный гидрант на перекрестке улиц Кирова и Ленинградская, проложить магистральную линию от АЦ-40</p> <p>ПСЧ-1 к центральному входу, звеном ГЗДС первого отделения со ст. «А» в разведку на наличие людей в здании и обнаружение очага пожара, выставить пост безопасности;</p> <p>Второму отделению установить АЦ на пожарный гидрант по ул. Ленинградской, звеном ГЗДС со ст. «А» обеспечить защиту перекрытия, выставить пост безопасности.</p>
Ч+09	К месту вызова прибывает караул ПСЧ-2 в составе двух отделений.	10, 17		2		14	<p>РТП информирует ЦППС об обстановке на пожаре:</p> <p>площадь пожара 34 м<sup>2</sup>, подтверждаю пожар №2, одна АЦ установлена на ПГ,</p>

							эвакуация людей завершена, эл. энергия в сценической части отключена, на тушение пожара подали 1 ст «А» и 1 ствол «А» на защиту потолочного перекрытия со стороны зрительного зала звеньями ГДЗС.
Ч+10	К месту вызова пребывают: СПТ, руководящий состав ОФПС-17,  К месту вызова прибывает 1отделение ВК- 1254.	10, 17		2		14	<p>РТП-1 докладывает обстановку на пожаре и принятых решениях РТП-2.</p> <p>РТП-2 принимает руководство тушения пожара на себя, информирует ЦППС об обстановке на пожаре: площадь пожара 34м<sup>2</sup>, подтверждаю ранг №2, две АЦ установлены на ПГ, люди из здания эвакуированы, работает два ст. «А» на со стороны центрального входа.</p> <p>РТП-2 отдает распоряжение отделениям ПСЧ-2 подготовить звенья ГДЗС с двумя ст. «Б» от АЦ-40 ПСЧ-1 со стороны главного входа на наличие людей и защиту смежных помещений с первого по</p>

								третий этажи, с левой и правой стороны здания.
Ч+15	К месту вызова прибывают: служба "02", ГИБДД, "03", водоканал,.	10, 17	2	2			21	<p>Службе «03» оказать помощь пострадавшим. Милиции организовать оцепление места пожара, сотрудникам ГИБДД контролировать движение по ул. Кирова, бригаде ООО «Юрга Водтранс» организовать повышение давления в водопроводной сети.</p> <p>Отделению ПАСО провести разведку по людям в случае завалов, при необходимости, проводить АСР.</p>
ч+20	Пожар локализован							<p>РТП через НШ передает информацию на ЦППС о количестве эвакуированных и спасенных, обстановку на пожаре. [21,22,23].</p>

#### 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Возникновение чрезвычайной ситуации связанной с пожаром в ДК «Победа» влечет за собой ущерб здоровью и жизни людей, окружающей природной среде, потери материальных ценностей и затраты на проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Последствия аварийной ситуации имеют стоимостное выражение, характеризующее масштаб ЧС и воздействие опасности на людей, окружающую среду, материальные ценности.

Экономический ущерб от аварии складывается из затрат на локализацию и ликвидацию последствий аварии, а также возмещения ущерба пострадавшим людям и экономике предприятия.[24]

Исходные данные:

Возник пожар на сцене общей площадью  $155 \text{ м}^2$ , площадь пожара на время подхода пожарной бригады  $15 \text{ м}^2$ , стоимость здания 2000000 тыс. руб., стоимость КЭС 300 тыс. руб., стоимость технологического оборудования 100 тыс. руб. Норма амортизации здания  $2 \frac{\%}{\text{год}}$ . Норма амортизации технологического оборудования  $3 \frac{\%}{\text{год}}$ . Норма амортизации КЭС  $5 \frac{\%}{\text{год}}$ . Примем время тушения пожара 0.5 часа.

В целом ущерб, его называют полным ущербом, может быть представлен в виде двух составляющих – прямого и косвенного ущерба, т.е.

Оценка Прямого ущерба:

$$Y = Y_{np} + Y_k$$

Оценка прямого ущерба, как правило, не вызывает затруднений, поскольку он очевиден, и представляет собой сумму ущерба, который

наносится основным производственным фондам (ОПФ) и оборотным средствам (ОС),

$$Y_{\text{пр}} = C_{\text{опф}} + C_{\text{ос}}$$

Где,  $C_{\text{опф}} = C_3 + C_{\text{то}} + C_{\text{кэс}}$  - ущерб, нанесенный ОПФ;

$$C_3 = \sum_{i=1}^n C_{3\text{ост}} * G_3,$$

$$C_{\text{то}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{ТО}} * G_{\text{ТО}},$$

$$C_{\text{кэс}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{кэс}} * G_{\text{кэс}}$$

– соответственно ущерб, нанесенный зданию, технологическому оборудованию и коммунально-энергетическим сетям (КЭС) объекта; При пожарах относительная величина ущерба может быть определена как отношение площади пожара к общей площади объекта (помещения, здания, сооружения и др.), т.е [3].

$$G = \frac{F_n}{F_o} = \frac{15}{155} = 0,096$$

Рассчитаем остаточную стоимость здания:

$$C_{3\text{ост}} = C_{3б} \left[ 1 - \frac{H_{аз} * T_{фз}}{155} \right] \text{ где,}$$

$C_{3\text{ост}} = 2000000$  млн. руб – балансовая стоимость здания, ,

$H_{аз} = 2 \frac{\%}{год}$  норма амортизации здания,

$T_{фз} = 50$  лет – фактический срок эксплуатации здания,

$$C_{3\text{ост}} = 2000000 * \left( 1 - \frac{2 * 50}{155} \right) = 709677.42 \text{ тыс.руб.}$$

$C_3 = 709677.42 * 0,096 = 68129.0329$  тыс.руб – ущерб зданию.

Рассчитаем остаточную стоимость оборудования:

$$C_{30ст} = C_{3б} \left( 1 - \frac{H_{ато} * T_{фто}}{155} \right) \text{ где,}$$

$C_{ТО_{ост}} = 100$  тыс. руб. - балансовая стоимость оборудования,

$H_{amo} = 3 \frac{\%}{год}$  норма амортизации оборудования,

$T_{фто} = 5$  лет – фактический срок эксплуатации оборудования,

$$C_{то_{ост}} = 100 * \left( 1 - \frac{3*5}{155} \right) = 90,4 \text{ тыс. руб.}$$

$C_{mo} = 90,4 * 0,096 = 8.6784$  тыс. руб. – ущерб оборудованию,

Рассчитаем остаточную стоимость КЭС:

$$C_{КЭСост} = C_{КЭСб} \left[ 1 - \frac{H_{кэс} * T_{фкэс}}{155} \right]$$

Где,  $C_{кэс_{ост}} = 300$  тыс. руб. – балансовая стоимость КЭС,

$H_{акэс} = 5 \frac{\%}{год}$  норма амортизации КЭС,

$T_{фкэс} = 5$  лет – фактический срок эксплуатации КЭС,

$$C_{кэс_{ост}} = 300 * \left( 1 - \frac{5*5}{155} \right) = 251.7 \text{ тыс. руб.}$$

$C_{кэс} = 251.7 * 0,096 = 24.1632$  тыс.руб – ущерб КЭС,

Ущерб нанесённой ОПФ:

$$C_{опф} = 709677.42 + 8.6784 + 24.1632 = 709710.262 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость пострадавших оборотных средств будем считать стоимость сгоревших товаров.

$$C_{OC} = 300 \text{ тыс. руб}$$

Итого прямой ущерб составил:

$$Упр = 709710.262 + 300 = 710010.262 \text{ тыс. руб.}$$

Оценка косвенного ущерба.

Оценка косвенного ущерба более сложнее, чем прямого, поскольку некоторые ее составляющие могут проявляться неявно и часто не сразу после ЧС. С учетом очевидных составляющих выражение для косвенного ущерба может быть представлено в виде:

$$У_k = C_v + C_{\Pi} + C_{ш} + C_{оп} + C_{лчс} + C_{лпчс} \quad (27)$$

Где,  $C_v$  – затраты, связанные с восстановлением производства, руб.;

$C_{\Pi}$  – утраченная величина прибыли за время восстановления производства, руб.;

$C_{ш}$  – величина штрафов за невыполнение договорных обязательств по поставкам продукции, руб.;

$C_{оп}$  – средства, необходимые для оказания помощи пострадавшим, руб.;

$C_{лчс}$  – средства, необходимые для ликвидации ЧС, руб.;

$C_{лпчс}$  – средства, необходимые для ликвидации последствий ЧС, руб.;

Так как при пожаре никто не пострадал, не было обвалов и т.п. косвенный урон будет состоять из:

утраченная величина прибыли за время восстановления производства, руб.;

средства, необходимые для ликвидации ЧС, руб.;

Утраченная величина прибыли за время восстановления производства

$$C_{\Pi} = \frac{\Pi^1}{100} * C_{\text{мес}} * N_{\text{ср}} * t_{\text{в}},$$

Где,  $\Pi^1$  – величина прибыли от оказанных услуг, %;

$C_{mcp}$  – цена единицы от оказанных услуг, руб.;

$N_c$  – планируемое количество единиц продаваемых услуг, за рабочий день.

$t_B$  – время восстановления производства.

$$C_{\Pi} = \frac{20}{100} * 1000 * 15 * 10 = 30000 \text{ руб.}$$

Средства необходимые для ликвидации ЧС[25,26,27.]

Средства необходимые для ликвидации ЧС зависят от ее характера и масштабов, определяющих объемы спасательных других неотложных работ. В общем случае очага комбинированного поражения главными видами работ, выполняемыми при ликвидации ЧС и определяющими затраты, являются разведка очага и поиск в нем пострадавших, устройство проездов в завалах и на зараженных участках местности, отключение поврежденных участков КЭС, тушение пожаров, извлечение пострадавших из-под завалов и их эвакуация в лечебные учреждения, проведение частичной специальной обработки. В число затрат следует также включить стоимость израсходованных средств индивидуальной защиты.

$$C_{лчс} = C_P + C_{уп} + C_{Окэс} + C_m + C_{ин} + C_{эв} + C_{чсо} + C_{сиз} + C_{пр}, (41)$$

Где,  $C_P$  – затраты, связанные с ведением разведки, руб.;

$C_{уп}$  – затраты на устройство проездов в завалах и на зараженных участках местности, руб.;

$C_{Окэс}$  – затраты, необходимые для отключения поврежденных участков КЭС, руб.;

$C_m$  – затраты, связанные с тушением пожаров, руб.;

$C_{ин}$  – затраты, связанные с извлечением пострадавших из-под завалов, руб.;

$C_{ЭВ}$  – затраты, связанные с эвакуацией пострадавших в лечебные заведения, руб.;

$C_{чсо}$  – затраты по частичной специальной обработке зараженных объектов, руб.

$C_{СИЗ}$  – стоимость индивидуальных средств защиты, руб.;

$C_{пр}$  – прочие или неучтенные затраты, руб.;

В нашем примере затраты будут состоять:

затраты, связанные с ведением разведки, руб.;

затраты, необходимые для отключения поврежденных участков КЭС, руб.; затраты, связанные с тушением пожаров, руб.;

Затраты на ведение разведки:

$$C_P = C_{знч} \cdot T \cdot n$$

Где,  $C_{знч} = \frac{C_{знм}}{K}$  – средняя часовая заработная плата разведчика,  $\frac{\text{руб}}{\text{ч}}$  ;

$C_{знм}$  – средняя месячная заработная плата разведчика,  $\frac{\text{руб}}{\text{мес}}$  ;

$K=8 \cdot T$  – количество рабочих часов в месяце;

$T$  – количество рабочих дней в месяце;

$T = t + t_{ин}$  – общее время ведения разведки, ч;

$t$  – время, в течение которого должна быть проведена первоначальная разведка, равное времени готовности к проведению спасательных работ, ч;

$t_{ин}$  – время, необходимое для извлечения пострадавших из-под завалов, ч;

$n$  – количество человек, необходимое для проведения разведки в течение времени  $t$ , чел;

$$C_{зпч} = \frac{C_{зпм}}{K} = \frac{30000}{8 \cdot 20} = 187.5 \text{ руб/ч}$$

$$C_p = 187.5 \cdot 1 \cdot 1 = 187.5 \text{ руб.} - \text{затраты на разведчика.}$$

Затраты на отключение разрушенных коммунально-энергетических сетей.

$$C_{O_{кэс}} = C_{зпч} \cdot m \cdot n \cdot t_0,$$

Где,  $C_{зпч}$  – средняя часовая заработная плата рабочего аварийной группы,  $\frac{\text{руб}}{\text{ч}}$  ;

$m$  – нормативное количество человек в аварийной группе, чел.;

$n = n_c \cdot N_{P3}$  – количество отключенных разрушенных участков сетей, ед.;

$n_c$  – количество сетей в здании, ед.;

$N_{P3}$  – количество зданий, получивших средние, сильные и полные разрушения, ед.;

$t_0$  – нормативное время отключения аварийной группой разрушенного участка внутридомовых сетей (водопровода, теплоснабжения и др.) со вскрытием колодцев, закрытием задвижек, выключением рубильников и

разборкой завала,  $\frac{\text{ч}}{\text{уч}}$  .

$$C_{O_{кэс}} = 200 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 0,5 = 1200 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с тушением пожаров.

$$C_{ТП} = C_{зпч} + C_{а_{пм}} + C_M,$$

$C_{зпч} = C_{зпч} \cdot t_{ТП} \cdot n$  – средняя заработная плата пожарных за время тушения пожара, руб.;

$C_{3Пч}$  – средняя часовая заработная плата пожарного,  $\frac{\text{руб}}{\text{ч}}$  ;

$t_{ТП}$  – расчетная продолжительность тушения пожара, ч.;

$n = n_{Э} \cdot n_{ПМ}$  – число пожарных, участвующих в тушении пожара, чел.;

$n_{Э}$  – численность экипажа пожарной машины, чел.;

$$n_{ПМ} = \sum_{i=1}^{N_{ГЗ}} \frac{a_i + b_i - 10}{q_{ОВ}}$$

– количество пожарных машин, необходимых для тушения пожаров, ед.;

$a_i \cdot b_i$  – соответственно длина и ширина  $i$ -го здания, охваченного пожаром, м.;

$q_{ОВ}$  – расход огнетушащего вещества одной пожарной машиной при тушении пожара,  $\frac{\text{л}}{\text{с}}$  ;

$$n_{ПМ} = \frac{40+10-20}{10} = 3 \text{ ед.}$$

$$n = 4 * 2 = 8 \text{ чел.}$$

$$C_{3Пч} = 200 * 1 * 10 = 2000 \text{ руб.}$$

$C_{aПМ} = n_{ПМ} * \frac{C_{ПМ} * H_{aПМ} * t_{ТП}}{100}$  – стоимость амортизации пожарных машин, руб.;

$C_{ПМ}$  – стоимость пожарной машины, руб.;

$H_{aПМ}$  – норма амортизации пожарной машины,  $\frac{\%}{\text{ч}}$  ;

$$C_{aПМ} = 3 * \frac{4000000 * 0,004 * 1}{100} = 480 \text{ руб.}$$

$C_M = C_\Gamma + C_{CM} + C_{OB}$  – стоимость материалов, расходуемых при тушении пожара, руб.;

$C_\Gamma = C_\Gamma^1 \cdot q_{ПМ} \cdot t_{ПМ} \cdot n_{ПМ}$  – стоимость расходуемого горючего, руб.;

$q_{ПМ}$  – расход горючего пожарной машиной при тушении пожара,  $\frac{\text{л}}{\text{ч}}$ ;

$$C_2 = 35 * 10 * 1 * 2 = 700 \text{руб.}$$

$C_{CM}$  – стоимость расходуемых смазочных материалов, руб.;

$$C_{CM} = C_2 * 0,04 = 700 * 0,04 = 28 \text{руб.}$$

$C_{OB} = C_{OB}^1 \cdot q_{OB} \cdot t_{ПМ} \cdot n_{ПМ}$  – стоимость расходуемого огнетушащего вещества, руб.;

$C_{OB}^1$  – стоимость огнетушащего вещества,  $\frac{\text{руб}}{\text{л}}$ .

$$C_{OB} = 0,08 * (10 * 30 * 30) * 1 * 2 = 1440 \text{руб.}$$

$$C_M = 700 + 28 + 1440 = 2168 \text{руб.}$$

Итого затраты на тушение пожара:

$$C_{ПМ} = 2000 + 480 + 1440 = 3920 \text{руб.}$$

Итого затраты на ликвидацию ЧС:

$$C_{ЛЧС} = 187,5 + 2000 + 3920 = 6107,5 \text{руб.}$$

Итого косвенный ущерб:

$$Y_k = 30000 + 6107,5 = 36107,5 \text{руб.}$$

Общий урон от пожара на сцене составит:

$$Y = Y_n + Y_k = 710010.262 + 36107,5 = 746117.762$$

Вывод:

Пожар, который произошел на площади 15 квадратных метров, Дворца культуры «Победа» принес ущерб в виде испорченного оборудования, электрощитов и стен самой сцен. Сумма прямого ущерба составила 710010.262 тысяч рублей, в него вошли затраты на ликвидацию пожара и составили 746117.762 тысяч рублей. И отсюда итог, что Дворцу культуры «Победа» необходимо усилить меры пожарной безопасности. [28,29,30].

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание исследуемого объекта

Дворец культуры «Победа» 1957 года постройки, расположен в отдельно стоящем трёхэтажном здании, имеет подвальное помещение по всей площади здания и чердак. Размеры здания в плане: длина 43 м, ширина 34 м, общей площадью 5166 кв. м.. Высота здания с чердаком 19,4 метра. Наружные стены и внутренние перегородки кирпичные. Междуетажные перекрытия железобетонные. Высота зрительного зала 9,7 м, высота сцены от планшета до колосниковых решеток 6 м, до перекрытия 8,5 м. Планшет сцены деревянный. Площадь сцены 155 м. кв. Площадь кармана сцены 33 м. кв. На сцене имеются две стационарные металлические лестницы ведущие непосредственно на колосники. На втором этаже из комнат художественного цеха и осветительной имеются выходы на уличные балконы. Лестницы - сборные железобетонные площадки и марши, двери - деревянные. Имеются 3 внутренних лестничных клетки с лестничными маршами. Над зрительным залом имеется подвесной потолок по металлическим фермам из сгораемого материала с утеплителем из оргалит-плитки. Внутренняя сторона оштукатурена. Кровля здания металлическая по деревянной обрешетке, которая обработана огнезащитным составом. Класс функциональной пожарной опасности Ф 2.1. Общая площадь здания – 5166,3 м<sup>2</sup>

площадь подвального помещения – 1219,6 м<sup>2</sup>

площадь 1 этажа – 1219,6 м<sup>2</sup>

площадь 2 этажа – 1219,6 м<sup>2</sup>

площадь 3 этажа в месте с чердачными помещениями – 1219,6 м<sup>2</sup>

площадь чердака – 288 м<sup>2</sup>

Для защиты персонала объекта от воздействия в случае возникновения пожара токсичных продуктов горения имеются средства индивидуальной защиты. В качестве данных средств используются самоспасатели СПИ-20 в количестве 3 штук. Изолирующий самоспасатель СПИ-20 служит для экстренной защиты органов дыхания и зрения человека во время эвакуации. Время защитного действия данного средства составляет 20 минут при выполнении работ и 40 минут в состоянии покоя[31].

## 5.2 Анализ выявленных вредных факторов на объекте

В рассматриваемом здании, основное инженерное решение при создании проекта противодымной защиты направлено на расчет параметров системы дымоудаления. Таким образом система дымоудаления является предметом тщательного изучения на предмет наличия вредных факторов. Кроме всего прочего, в ДК «Победа» находится лестничный марш, который является основным путем эвакуации пострадавших в результате возникновения пожара с балконов зрительного зала[32].

Такой фактор, как недостаточная освещенность лестничного марша, влияет не только на обеспечение безопасной эвакуации пострадавших, то есть определяет ее эффективность, но и при тесном потоке эвакуирующихся может вызвать панику, а вследствие этого и привести к большому числу неоправданных безвозвратных потерь.

Нормирование естественного и искусственного освещения осуществляется в соответствии со СНиП 23-05-95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с

фоном. Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов и на ступенях лестниц: в помещениях - 0,5лк, на открытых территориях - 0,2лк. Неравномерность эвакуационного освещения, то есть отношение максимальной освещенности к освещенности минимальной по оси проходов для эвакуации, должна быть не более 40:1 [33].

Для расчета общего равномерного искусственного освещения использовался метод светового потока. Световой поток, обеспечивающий требуемую освещенность, определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \times k \times S \times Z}{n \times \eta}, \quad (5.1)$$

где  $E$  – нормируемая освещенность, лк. Основным критерий, по которому определяется необходимое количество осветительных приборов. Этот показатель для помещения по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 (СНиП 23-05-95) составляет 20 лк.;

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

$k$  – коэффициент запаса, определяется из СНиП 23-05-95;

$n$  – число ламп в помещении;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, зависящий от типа ламп, определяется из СНиП 23-05-95;

$\eta$  – 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  $\rho_{ст}$  (стены: бетонные беленные –  $\rho_{ст} = 50\%$ ), коэффициента отражения потолка  $\rho_{пот}$  (состояние потолка: свежепобеленный –  $\rho_{пот} = 70\%$ ), пола  $\rho_{пол}$  (пол бетонный:  $\rho_{пол} = 20\%$ ) и индекса помещения  $i$  и определяется из СНиП 23-05-2011.

$$S = 2(a \cdot b + a \cdot h + b \cdot h), \text{ м}^2; \quad (5.2)$$

$$S = 2(6 \cdot 2 + 6 \cdot 29 + 2 \cdot 29) = 488 \text{ м}^2;$$

Величину коэффициента использования светового потока принимаем равной  $\eta = 0,29$ .

Исходя из вычисленных параметров, получаем:

$$\Phi = \frac{20 \times 2,0 \times 488 \times 1,5}{9 \times 0,22} = 14787 \text{ лм.}$$

Для лучшей освещенности лестничной клетки выбираем ближайшую по мощности стандартную лампу с учетом установки на стене каждого. При напряжении 220 В выбираем люминесцентную мощностью 40-50 Вт, со световым потоком около  $\Phi = 1800 \text{ Лм}$ . Количество ламп аварийного освещения в лестничной клетке будет составлять 9 штук. [34,35,36]

### 5.3 Анализ выявленных опасных факторов пожара

Опасными факторами пожара называются такие факторы, воздействие которых приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу. Они делятся на первичные и вторичные.

К первичным опасным факторам пожара относятся:

- 1) открытое пламя, искры;
- 2) высокая температура окружающей среды,
- 3) дым;
- 4) токсичные продукты горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода.

К вторичным опасным факторам пожара относятся:

- 1) осколки и части разрушившихся установок, аппаратов, конструкций;
- 2) токсичные и радиоактивные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных установок и аппаратов;
- 3) электрический ток, как следствие выноса высоких

напряжений на токопроводящие части аппаратов, установок или конструкций.

4) огнетушащие вещества.

Непосредственное воздействие пламени на кожу человека или его теплового потока возникшего в результате инфракрасного излучения может стать причиной термического ожога. Также для человека опасны накопления в организме тепла, что может вызвать тепловой удар[37,38].

Опасность воздействие открытого огня на конструкции зданий обусловлены сгоранием или обугливанием их элементов, если те выполнены из горючих материалов. Как следствие можно наблюдать пережог, деформация и обрушение балок перекрытий, металлических ферм, и других конструктивных деталей сооружения.

Повышенная температура окружающей среды вызывает ожоговые поражения кожи, глаз и дыхательных путей человека разной степени тяжести. Максимальная температура, до которой может нагреться кожа человека без появления первых, слабо выраженных болевых ощущений составляет, 45°C. При температуре 60-70°C человек еще может находиться достаточно длительное время, в зависимости от индивидуальных особенностей организма, в среднем это оно колеблется в пределах 40-80 минут. Если температура окружающего воздуха достигает 95-150 °C, то организм человека при этом способен продержаться до 35 минут. При температуре свыше 150 °C происходит ожог дыхательных путей при первых вдохах. Как показывает практика, после этого спасти жизнь человеку практически невозможно[39,40].

Дым и токсичные продукты горения.

Образование дыма происходит при неполном сгорании веществ. Анализ чрезвычайных ситуаций связанных с пожарами

показывает, что дым практически всегда является, приводит к потере ориентации пострадавших в пространстве. Это значительно затрудняется процесс эвакуации, а в некоторых случаях делает ее невозможной. Кроме того, дым - смесь продуктов горения, в числе которых находятся и ядовитые соединения: оксид углерода, фосген, синильную кислоту, альдегиды и прочие[41].

Основная причина смерти при пожаре заключается в отравлении угарным газом. Угарный газ представляет собой ядовитый газ, не имеющий запаха и невидимый. При попадании в органы дыхательной системы, смерть наступает в течении нескольких минут. Токсическое действие угарного газа обусловлено прочной связью его с гемоглобином крови. Эта связь происходит в 200-300 раз быстрее, нежели с кислородом, блокируя тем самым процессы передачи и транспортировки кислорода клеткам ткани, что неизбежно приводит к кислородному голоданию. Основные симптомы отравления угарным газом: головная боль, головокружение, удушье, рвота, галлюцинации, повышение артериального давления, судороги, двигательный паралич.

Пониженная концентрация кислорода.[42]

Еще одним поражающим фактором пожара, связанным с непригодной для дыхания средой, является пониженная концентрация кислорода в воздухе. На начальной стадии пожара концентрация кислорода понижается на 16%, а при снижении на 17% уже ухудшаются двигательные функции, мускульная координация, затрудняется мышление и притупляется внимание. Таким образом, пониженная концентрация кислорода, даже при отсутствии токсичных продуктов горения может осложнить процесс эвакуации и привести к гибели людей.

#### 5.4 Предлагаемые средства защиты от опасных факторов пожара

Основной вывод из вышеизложенного таков: дым и токсинные продукты горения являются самыми опасными поражающими факторами пожара, которые становятся причиной смерти в большинстве случаев.

Наиболее эффективный способ защититься от воздействия продуктов горения, дышать через влажный тканевый платок. Кроме этого важно правильно перемещаться: пригнувшись или на четвереньках. На расстоянии 30-40 сантиметрах от пола наименьшее содержание опасных для дыхания веществ, а также минимальная концентрация дыма и значительно ниже температура воздуха.

Благодаря системы дымоудаления позволяет не только улучшить выход горючих веществ и токсичных продуктов горения, что приводит к увеличению времени для эвакуации, но и полностью исключить понижения концентрации кислорода. Такое инженерное решение является лучшим средством защиты от воздействия на организм опасных факторов пожара.[44,45].

Рассмотрим несколько общих способов защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и значительного снижения их негативных последствий:

1) ограничение распространения пожара за пределы границ зоны очага за счет применения соответствующих объемно-планировочных и конструктивных решений;

2) устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

3) устройство эвакуационных путей, в соответствии с требованиям обеспечивающими безопасную эвакуацию людей при пожаре;

4) применение систем коллективной защиты и использование средств индивидуальной защиты;

5) применение строительных конструкций с классами пожарной опасности и пределами огнестойкости, соответствующими требуемым для данного типа зданий, а также исключение возникновения пожарной опасности поверхностных слоев (облицовок, отделок, средств огнезащиты) на путях эвакуации;

6) применение специальных огнезащитных составов (антипирены, огнезащитные краски) и строительных материалов, которые способны повысить пределы огнестойкости строительных конструкций;

7) устройство стравливания горючих газов из аппаратуры, а также аварийного слива горючих жидкостей;

8) устройство противовзрывной защиты на технологическом оборудовании;

9) применение первичных средств пожаротушения;

10) применение систем пожаротушения (автоматических и(или) автономных установок);

11) совершенствование организации деятельности подразделений пожарной охраны[46,47].

5.5 Воздействие опасных факторов пожара на окружающую среду

Пожар возникнувший на объекте ДК «Победа» будет являться чрезвычайной ситуацией как для людей, так и для окружающей природной среды. Пожары в жилых домах, административных и других производственных не оказывают влияния на крупномасштабные и глобальные биосферные процессы, но при этом являются источником локального загрязнения.

Рассматривая пожарную опасность необходимо обратить внимание, что загрязнение окружающей природной среды в результате пожаров, ухудшает показатели среды обитания, что в свою очередь наносит вред здоровью людей[48].

Экологическая опасность пожаров обусловлена изменением химического состава воздуха, воды, и почвы. Кроме всего прочего, сами огнетушащие вещества являются источниками загрязнения наряду с такими факторами пожара как токсичные продукты горения.

При пожаре в современных зданиях, при строительстве которых применяются в больших количествах полимерные и синтетические материалы, при пожаре образуются токсичные продукты горения, в которых по статистическим данным содержится 50—150 видов химических соединений, оказывающих токсическое воздействие. Все они попадают в воздух окружающей среды и переносятся вместе с воздушными массами.

Возможные негативные последствия пожаров для окружающей среды во времени и пространстве зависят от вида и концентрации токсичных веществ, попавших в воздух, на почву или в водоем, температуры пожара и внешних факторов (скорости ветра, других погодных условий, рельефа местности и т.д.).

Также необходимо сказать и о влиянии дыма на окружающую среду. Дым от крупных пожаров вызывает изменение освещённости, температуры воздуха, влияет на количество атмосферных осадков. Кроме того, дымовой аэрозоль и газообразные продукты, взаимодействуя с атмосферной влагой, могут вызывать кислотные осадки - дожди, туманы. Попадание на листья дыма, росы, дождя вызывает болезнь и гибель растений. Выделения большого количества дыма при крупных пожарах уменьшает количество солнечной радиации, поступающей с земной поверхности и, как

следствие, приводит к климатическим изменениям продолжительностью несколько дней, недель, месяцев. Эти факторы влияют на рост растений, особенно если совпадают с вегетационным периодом.

#### Выводы по разделу

Разработка проекта противодымной защиты ДК «Победа» представляет собой комплекс инженерно-технических решений направленных на снижение, а в некоторых случаях и полное исключение действия токсичных продуктов горения на человека. Незадымляемый лестничный марш является в свою очередь самым безопасным средством эвакуации.

Следует также отметить, что благодаря противодымной защите значительно снижается время на тушение пожара подразделениями государственной противопожарной службы, благодаря созданию благоприятных для этого условий. Так как пожар на объекте будет потушен значительно быстрее, соответственно и негативные воздействия на окружающую среду будут иметь гораздо щадящий характер.

В связи со всем вышеизложенным представлять меру опасности, которая вызвана пожарами и их последствиями, крайне важно, так как реальная оценка угрозы воздействия на человека и на масштабы загрязнения окружающей среды может уменьшить риск этих последствий и повысить уровень обеспечения экологической безопасности[49,50].

## Заключение

Делая вывод своей работы, считаю что тема ВКР была раскрыта полностью, для достижения цели были решены следующие задачи:

- 1) Был дан полный анализ возможных решений по противодымной защите дома культуры;
- 2) Была разчитана система дымоудаления.

Предполагаемый сценарий развития событий.

В результате короткого замыкания на сцене дома культуры произошло возгорание, создаётся явная угроза распространения огня и дыма в зрительный зал. Исходя из практики, в данных условиях зрительный зал заполняется дымом в течении 1- 2 минут. При горении декораций и бутафорий, изготовленных из различных горючих веществ и материалов, продукты сгорания содержат большое количество отравляющих веществ. Если в зрительном зале находятся люди, то уже через 3 минуты с начала интенсивного горения может создаваться угроза их жизни.

В ДК «Победа» оборудована механической системой дымоудаления. Проведя расчет и анализ этой системы можно сделать вывод о том, что эта система не справится с большим объемом дыма. Так как размер люка дымоудаления не соответствует площади зрительного зала. Открытие люка происходит в ручную при помощи механической лебедки сотрудником Дома Культуры. Механическая лебедка находится на сцене. В результате пожара на сцене открытие люка будет невозможным.

В своей работе предлагаю внедрить автоматическую систему дымоудаления общей площадью люков 6,75 м<sup>2</sup>. Вместо существующего механического люка площадью 2,25 м<sup>2</sup>. Что исходя из выше представленных расчётов вполне справится с удалением дыма при любом развитии пожара. Предлагаемая система люков способна работать в паре с центральной пожарной сигнализацией. Что в свою очередь поспособствует своевременному открытию люков при возникновении пожара и исключит человеческое вмешательство. А ныне имеющийся люк использовать как систему вентеляции в тёплое время года.

Практическая значимость данной дипломной работы состоит в том, что ее выводы и рекомендации позволят обеспечить безопасную эвакуацию из здания ДК «Победа» людей в случае возникновения пожара. Кроме того противодымная защита объекта позволит более эффективно подразделениям пожарной охраны осуществлять процесс тушения пожара и проведение аварийно-спасательных работ.

## Список использованной литературы

1. Безопасность России. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. /рук.авторского коллектива С.К.Шойгу/. М.: МГФ "Знание", 2009. – 592 с.
2. Справочник спасателя, кн.1 /авторский коллектив/ М.: ВНИИ ГОЧС, 2012. – 98 с.
3. Природные опасности России. Природные опасности и общество /под редакцией В.А.Владимирова, Ю.Л.Воробьева, В.И.Осипова/ М.: КРУК, 2012 . – 248 с.
4. Поляков С.В. Последствия сильных землетрясений. М.: Стройиздат, 1978. – 310 с.
5. Справочник спасателя, кн.2 /авторский коллектив/ М.: ВНИИ ГОЧС, 2009. – 196 с.
6. Природные опасности России. Сейсмические опасности /под редакцией Г.А.Соболева/ М.: КРУК, 2010, 296 с.
7. Легошин А.Д., Фалеев М.И. Международные спасательные операции. Особенности проведения и технологий. М.: Линия График, 2011. – 192 с.
8. Справочник спасателя, кн.4 /авторский коллектив/ М.: ВНИИ ГОЧС, 200. – 148 с.
9. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь /под общей редакцией Ю.Л.Воробьева/ М.: Флайст, 2011. – 240 с.

10. Отчет по НИР "Разработка руководства по реагированию на чрезвычайные ситуации трансграничного характера, вызванные крупными лесными пожарами", кн.1, М.: ВНИИ ГОЧС, 2010. – 106 с.

11. Коровин Г.Н., Исаев А.С. Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России. Сборник материалов Второй Всероссийской научно-практической конференции по проблемам защиты от чрезвычайных ситуаций. МЧС России. М.: Внешторгиздат, 2007. – 121 с.

12. Государственный доклад "О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера". М.: МЧС России, 2010. – 14 с.

13. Валендик Э.Н. Борьба с крупными лесными пожарами. Новосибирск, Наука, 1990. – 193 с.

14. Краткие справочные данные о чрезвычайных ситуациях техногенного, антропогенного и природного происхождения. М.: Штаб ГО РСФСР, 1991. – 108 с.

15. Правила и нормы в атомной энергетике (ОПБ-88) Т-1-011-89, М.: Энергоатомиздат. 1990. –214 с.

16. Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железным дорогам. Режим доступа: <http://www.opengost.ru>. Дата обращения: 26.04.2016 г.

17. Шойгу С.К., Фалеев М.И., Кириллов Г.Н., Сычев В.И., Капканщиков В.О., Виноградов А.Ю., Кудинов С.М., Ножевой С.А., Учебник спасателя, М., «Академия», 2002. – 528 с.

18. Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железным дорогам. Режим доступа: <http://www.opengost.ru>. Дата обращения: 30.04.2016 г.

19. Маслов Н.Н., Коробов Ю.М. Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 1997.
20. Правила перевозки опасных грузов по железным дорогам. М. "Транспорт"1997. – 252 с.
21. П.П. Губченко, И.П. Губченко. «Медицинское обеспечение населения и действий сил в чрезвычайных ситуациях М.: ВИУ, 1999.
22. СН 3223 – 85 Санитарные нормы уровней шума на рабочих местах
23. ГОСТ 12.1.003 – 83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
24. ГОСТ 12.1.012 – 90 Вибрационная безопасность. Общие требования
25. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий
26. СП 2.2.4.548 – 96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
27. СП 23–05–95 Естественное и искусственное освещение
28. ГОСТ 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
29. Левицкий А., Пономаре В. Безопасность труда на железнодорожном транспорте. Вопросы и ответы. – М.: Транспорт, 2002.
30. Приказ МЧС РФ от 18.10.95г. № 709 “О мерах по реализации Федерального закона ”Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей”.
31. Долицкий Е.А. Расследование крушений и аварий на железнодорожном транспорте. М.,2009. – 321с.
32. Железнодорожный транспорт: Энциклопедия/ Гл. ред Н. С. Конарев.- М.: Большая Российская Энциклопедия, 1994. – с.70.

33. Анофриков В.Е., Бобок С.А., Дудко М.Н., Елистратов Г.Д. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов / ГУУ. – М.: ЗАО "Финстатинформ", 2008. – 312 с.

34. Правила пожарной безопасности на железнодорожном транспорте. - И.: Транспорт, 1979. – 125 с.

35. Охрана труда на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / В.Д. Катин, Э.А. Королев, И.М. Тесленко 2007 г.

36. Средства и нормы тушения: Рекомендации. -И.:ВНИПО, 1985.– 7 с.

37. Федеральный Закон РФ "О железнодорожном транспорте Российской Федерации" от 10января 2003 №17-ФЗ (с изменениями от 8 ноября 2007 г.).

38. Волков Б.А., Лобанова Н.С. Эколого-экономическая оценка последствий аварийных ситуаций с опасными грузами. - Экономика железных дорог, 2002.

39. Попов В.Г., Петров С.В. «Метод оценки аварийного риска при перевозке нефти и нефтепродуктов по железным дорогам» // Журнал «Безопасность жизнедеятельности» № 9. М. 2009. С. 39–43.

40. Глазунов Ю.Н., Котляревский В.А. Аварии и катастрофы: Предупреждение и ликвидация последствий: Кн. 4: Учебное пособие. Под ред. Котляревского В.А., Забегаева А.В. - М.: Ассоциация строительных вузов, издательство, 1998 г. – 208 с.

41. Варющенко С.Б., Гостев В.С., Киршин Н.М. Безопасность жизнедеятельности и медицина катастроф. Учеб. под ред. Киршина Н.М. – 2-е изд., стер. – М.: АCADEMIA, - 2007. – 500 с.

42. Документы по охране труда и промышленной безопасности. Режим доступа: <http://www.hsea.ru>. Дата обращения: 22.05.2016 г.

43. Обеспечение безопасности перевозок опасных грузов железнодорожным транспортом. Кириченко А.В. 2004 г.

44. Охрана труда и БЖД. Режим доступа: <http://www.ohrana-bgd.narod.ru>. Дата обращения: 23.05.2016 г.

45. Правила безопасности для работников железнодорожного транспорта на электрифицированных линиях. – И.: Транспорт, 1975. –45 с.

46. ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

47. СП 2.5.1336 – 03 Санитарные правила по проектированию, изготовлению и реконструкции локомотивов и специального подвижного состава железнодорожного транспорта

48. СП 2.5.1336–03 Санитарные правила по проектированию, изготовлению и реконструкции локомотивов и специального подвижного состава железнодорожного транспорта

49. [http://scbist.com/scb/uploaded/teplovozy/2\\_3te10m\\_40.html](http://scbist.com/scb/uploaded/teplovozy/2_3te10m_40.html)

50. <http://www.dieselloc.ru/books/poyda/poyda62.html>.

Дата обращения: 22.05.2016 г.