

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Обеспечение пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях

Студент

М.Ю. Шариков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Р.А. Шепс

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: «Обеспечение пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях».

В разделе «Требования пожарной безопасности для культурно-зрелищных учреждений» рассмотрены требования пожарной безопасности для культурно-зрелищных учреждений, указанные в Постановлении Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 21.05.2021) Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации»; представлена характеристика муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония».

В разделе «Анализ пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях» рассмотрено назначение объекта исследования и представлен план расположения зданий, строений и оборудования объекта, проанализирована характеристика основных конструкций, помещений здания, проведен анализ пожарной безопасности муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония».

В разделе «Разработка инженерных систем, необходимых для обеспечения требований пожарной безопасности» произведено исследование пожарной сигнализации на объекте, разработаны инновационные технические решения по интеллектуальным системам сигнализации среди патентов на изобретения.

В разделе «Охрана труда» проанализирована нормативно-правовая основа охраны труда по проведению всех видов инструктажей по охране труда, рассмотрен порядок проведения повторного инструктажа и разработана регламентированная процедура проведения повторного инструктажа.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» представлен перечень отходов с указанием мест временного хранения

муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония», разработана регламентированная процедура постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» разработан план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте; произведён расчёт ожидаемых потерь МУИиК «Тольяттинская филармония» от пожаров; рассчитаны эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем, оценён экономический эффект от реализации плана противопожарных мероприятий в здании муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония».

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 60 страниц, 24 рисунка, 6 таблицы, графический материал на 9 листах.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Требования пожарной безопасности для культурно-зрелищных учреждений	9
2 Анализ пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях	22
3 Разработка инженерных систем, необходимых для обеспечения требований пожарной безопасности	31
4 Охрана труда.....	40
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	42
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	45
Заключение	53
Список используемых источников.....	57

Введение

Каждый год в зданиях вспыхивают тысячи пожаров, приводящих к гибели людей, травмам и ущербу от пожаров [21].

Поскольку наиболее важным принципом успешного тушения пожара является немедленное реагирование на загорание, из этого следует, что любое устройство, которое может автоматически обнаруживать пожар, а затем контролировать или тушить его с минимальными потерями, должно иметь большую ценность.

Такие системы могут выполнять функции как автоматического обнаружения пожара, так и пожаротушения, но так ли надёжны их конфигурации в зданиях культурно-зрелищных учреждений?

Актуальность исследуемой темы ВКР направлена на обеспечение пожарной безопасности муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония».

Цель исследования – разработать инженерные системы, необходимые для обеспечения требований пожарной безопасности муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония».

Задачи работы:

- рассмотреть требования пожарной безопасности для культурно-зрелищных учреждений;
- рассмотреть назначение объекта исследования и его расположение на местности;
- проанализировать характеристику основных конструкций, помещений здания;
- произвести анализ характеристики пожарной безопасности муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония»;
- рассмотреть наиболее вероятные места возникновения пожаров;

- провести анализ и оценку пожарной сигнализации на объекте;
- рассмотреть инновационные технические решения по интеллектуальным системам сигнализации среди патентов на изобретения;
- проанализировать нормативно-правовую основу охраны труда по проведению инструктажей по охране труда;
- рассмотреть порядок проведения повторного инструктажа;
- разработать регламентированную процедуру проведения повторного инструктажа;
- рассмотреть перечень отходов с указанием мест временного хранения муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония»;
- проанализировать антропогенное воздействие объекта на окружающую среду;
- разработать регламентированную процедуру постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет;
- разработать план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте;
- произвести расчёт ожидаемых потерь МУИиК «Тольяттинская филармония» от пожаров;
- рассчитать эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения;
- рассчитать экономический эффект от реализации плана противопожарных мероприятий в здании муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония».

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности [1].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [17].

Пожарная сигнализация – «совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [17].

Пожарный извещатель – «техническое средство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и/или формирования сигнала о пожаре» [17].

Правила пожарной безопасности – вид нормативного документа по пожарной безопасности, регламентирующего для группы однородных объектов защиты или видов деятельности требования пожарной безопасности, которые устанавливают правила (положения, описывающие действия, предназначенные для выполнения) поведения людей, порядок организации производства, выполнения работ (услуг) и содержания помещений, зданий (сооружений) и территории, обеспечивающие безопасность людей, предупреждение и тушение пожара [1].

Система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами [17].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

ВКР – выпускная квалификационная работа.

МУИиК – муниципальное бюджетное учреждение искусства и культуры.

НПА – нормативные правовые акты.

ПГ – пожарный гидрант.

ПУЭ – правила устройства электроустановок.

РФ – Российская Федерация.

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией.

ЦНС – центральная насосная станция.

ФЗ – Федеральный закон.

ФПС – федеральная противопожарная служба.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЦППС – центральный пункт пожарной связи.

1 Требования пожарной безопасности для культурно-зрелищных учреждений

Рассмотрим требования пожарной безопасности для культурно-зрелищных учреждений, указанные в Постановлении Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 [1].

«Руководитель организации обеспечивает обработку деревянных и иных конструкций сценической коробки, выполненных из горючих материалов (колосники, подвесные мостики, рабочие галереи и др.), горючих декораций, сценического и выставочного оформления, а также драпировки в зрительных и экспозиционных залах огнезащитными составами с внесением информации в журнал эксплуатации систем противопожарной защиты, включая дату пропитки и срок ее действия» [1].

«Запрещается размещать в пределах сценической коробки зрелищных учреждений одновременно декорации и сценическое оборудование для более чем 2 спектаклей» [1].

«Запрещается хранение декораций, бутафории, деревянных станков, откосов, инвентаря и другого имущества в трюмах, на колосниках и рабочих площадках (галереях), под лестничными маршами и площадками, а также в подвальных и технических этажах под зрительными залами» [1].

«На планшет сцены наносится красная линия, указывающая границу опускания противопожарного занавеса. Декорации и другие предметы оформления сцены не должны выступать за эту линию» [1].

«По окончании спектакля (репетиции) противопожарный занавес должен немедленно опускаться и плотно примыкать эластичной «подушкой» к планшету сцены. Песочный затвор должен быть заполнен чистым песком, подъемно-опускной механизм отрегулирован так, чтобы средняя скорость опускания занавеса была не менее 0,2 м/сек» [14].

«Руководитель организации обеспечивает проведение работ по утеплению клапанов дымовых люков в покрытии сцены на зимний период и

проведение их проверок на работоспособность (не реже 1 раза в 10 дней)» [14].

Автоматическое обнаружение пожара должно быть предусмотрено для защиты имущества в зонах повышенной пожарной опасности или опасности для жизни, таких как складские помещения, содержащие легковоспламеняющиеся материалы, компьютерные установки, электрические распределительные устройства, телекоммуникационные помещения, архивные помещения.

Плановое техническое обслуживание или замена любой части системы обнаружения пожара, которая может временно снизить ее эффективность, когда здание функционирует, должны выполняться в соответствии с письменным разрешением на работу, в котором четко определены меры, которые должны быть приняты для обеспечения безопасности жизни в период строительства. работа;

В помещениях культурно-зрелищных учреждений должны быть предусмотрены соответствующие переносные огнетушители в зависимости от соответствующих пожарных рисков.

Все переносные огнетушители должны проверяться и обслуживаться компетентным лицом не реже одного раза в год.

Огнетушители, признанные непригодными к эксплуатации, должны быть немедленно заменены. Разряженные и частично разряженные огнетушители должны быть возвращены в отдел эксплуатации помещений для замены после использования;

Здания культурно-зрелищных учреждений должны быть оборудованы аварийным аварийным освещением, где это необходимо, чтобы посетители могли находить, безопасно перемещаться и выходить. Все системы аварийного освещения должны проверяться и обслуживаться компетентным специалистом не реже одного раза в год. Неисправные лампочки должны быть заменены как можно скорее.

Складские помещения и аналогичные помещения, используемые для хранения легковоспламеняющихся жидкостей, спирта, горючих газов и связанных с ними отходов, должны, в соответствии с оценкой пожарной опасности, быть отделены от других частей здания соответствующим сочетанием расстояния и негорючих огнестойких конструкций.

Баллоны со сжатыми или сжиженными легковоспламеняющимися или взрывоопасными газами, такими как ацетилен, пропан, должны храниться на открытом воздухе в хранилище, спроектированном и построенном в соответствии с соответствующими стандартами. Баллоны с такими газами, используемые в зданиях культурно-зрелищных учреждений, должны быть возвращены в указанное хранилище в конце рабочего дня.

Все помещения, используемые для хранения или процессов, связанных с легковоспламеняющимися веществами повышенной опасности, должны иметь достаточную естественную или механическую вентиляцию для предотвращения образования легковоспламеняющейся или взрывоопасной атмосферы.

В качестве объекта исследования рассматривается муниципальное бюджетное учреждение искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония».

Общая площадь занимаемой территории $S=11729\text{ м}^2$.

Общая площадь здания $S=6232,9\text{ м}^2$.

Подвал $S=722,2\text{ м}^2$.

Площадь 1-го этажа – $2394,4\text{ м}^2$.

Площадь 2-го этажа – $1916,1\text{ м}^2$.

Площадь 3-го этажа – $1200,2\text{ м}^2$.

Зрительный зал $S=425,4\text{ м}^2$.

Основные помещения $S=2815,0\text{ м}^2$.

Вспомогательные помещения $S=3387,3\text{ м}^2$.

Площадь кровли $S=3217,3\text{ м}^2$.

Зрительный зал имеет вместимость в 604 человека.

Ситуационный план расположения объекта изображен на рисунке 1.

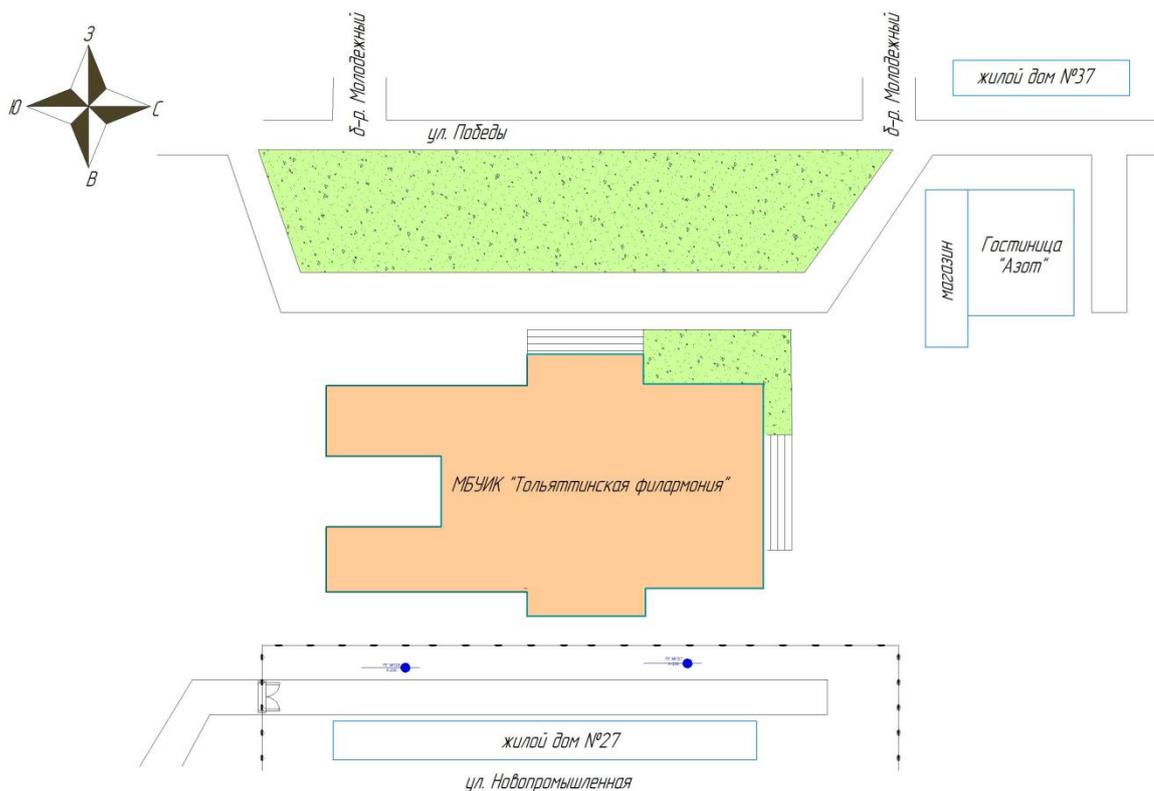


Рисунок 1 – Ситуационный план расположения объекта

В здании муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» установлена пожарная сигнализация с выходом на ЦППС 31 отряда ФПС.

Автоматической пожарной сигнализацией оборудованы все помещения МБУИиК г.о. Тольятти «Тольяттинская филармония».

Защищаемые помещения имеет следующие характеристики:

- отапливаемые;
- относительная влажность воздуха до 80%;
- помещения по ПУЭ классифицируются как не взрыво – не пожароопасные;
- скорость потока воздуха не более 1 м/сек.

Пожарная сигнализация выполнена с применением:

- дымовых пожарных извещателей типа ИП 212-66 – 334 шт;
- дымовых линейных пожарных извещателей типа ИДПЛ – 36шт, в зале 10 шт.
- ручных пожарных извещателей типа ИПР-И – 25 шт [15].

Для приема извещений о пожаре от автоматических и ручных пожарных извещателей применяются прибор пожарной сигнализации «Сигнал-20П».

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре является одной из составных частей комплекса технических средств и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность людей при пожаре или другой чрезвычайной ситуации [16].

Система оповещения о пожаре предназначена для информирования людей о пожаре и управления их эвакуацией в безопасную зону.

В соответствии с НПБ 110-03 на объекте установлена автоматическая система оповещения третьего типа. СОУЭ данного типа обеспечивает оповещение людей включением световых табло «Выход» и сирен [2].

Оповещение людей предлагается производиться:

- передачей спецтекстов, заранее записанных на магнитофон;
- передачей речевой оперативной информации с помощью микрофона;
- передачей звуковых тональных сигналов одной частоты непрерывно или прерывисто, передачей различных частот попеременно, в зависимости от назначения и содержания сигнала.

Для оповещения людей, находящихся в здании магазина, предусмотрено устройство сигнально-громкоговорящей системы «ОРФЕЙ».

В качестве светозвуковых оповещателей запроектированы оповещатели типа «Блик-ЗС-12».

Электропитание системы оповещения предусмотрено по 1-й категории, согласно ПУЭ, от двух независимых источников электроснабжения после АВР.

В качестве резервного источника электроснабжения используются аккумуляторные батареи.

Сигнализация система видеонаблюдения и контроль установки пожаротушения выведен в помещение охраны с круглосуточным пребыванием обслуживающего персонала.

Для тушения пожара в его начальной стадии в здании МУИиК «Тольяттинская филармония» предусмотрены внутренний противопожарный водопровод на котором установлены 47 пожарных кранов.

Диаметр пожарных кранов и пожарных рукавов принят равным 51мм.

Водоснабжение производится по двум вводам от противопожарного водопровода подключенного к городским водопроводным сетям.

С наружи здания смонтированы 4 ввода сухотрубов диаметром 77 мм для подачи воды в здание от пожарных автоцистерн.

Наличие и характеристика установок пожаротушения представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Наличие и характеристика установок пожаротушения

Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска установок пожаротушения	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Со стороны зала и со стороны сцены, все выходы на сцену, аръерсцену и порталый проем, склад на 3-м этаже, ветка в трюме подвала, мастерская	Дренчерная системы пожаротушения. Количество дренчеров – 60 шт.	Подача воды производится с помощью насосов-повысителей по двум линиям на водопровод внутренних пожарных кранов и по отдельной линии для дренчерных завес	Подача воды производится с помощью насосов-повысителей по двум линиям на водопровод внутренних пожарных кранов и по отдельной линии для дренчерных завес

Рассмотрим основное оборудование сцены зрительного зала в качестве наиболее пожароопасного места культурно-зрелищных учреждениях.

Подвесы и колосники изображены на рисунке 2.

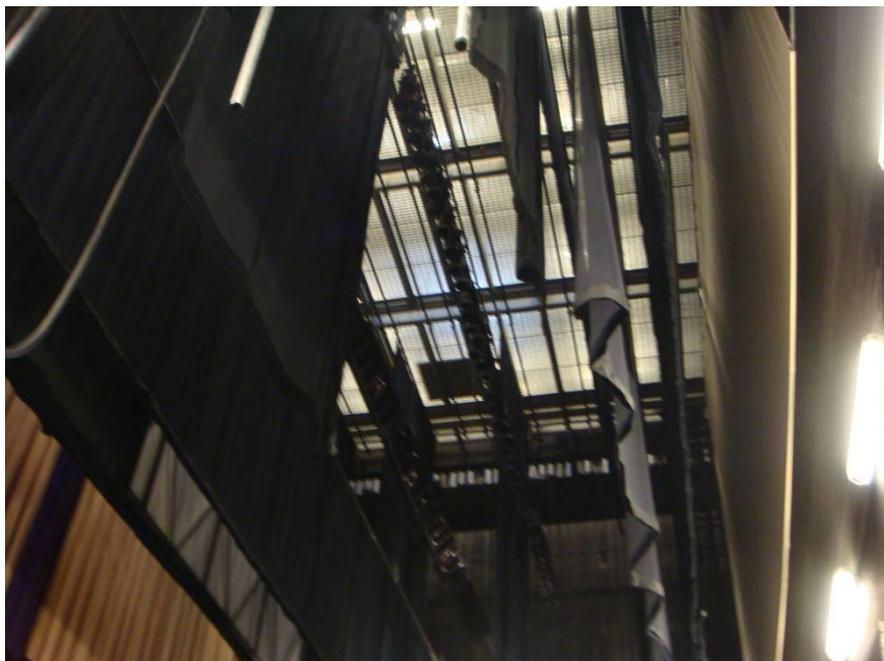


Рисунок 2 – Вид снизу на подвесы и колосники

Софитная ферма изображена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Софитная ферма

Механизм софитного подъёма представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Механизм софитного подъёма над сеткой

Сценический комплекс включает в себя: сцену, карманы, склады декораций (рисунок 5).

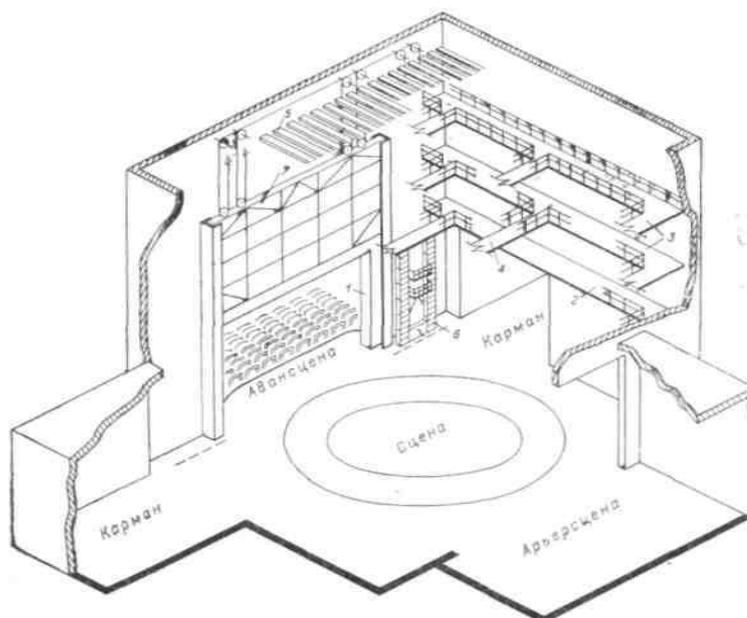


Рисунок 5 – Сценический комплекс

Размер сценической коробки МУИиК «Тольяттинская филармония» составляет $17,2 \times 16,9$ м², высота от планшета до колосников – 18,5 м., до перекрытия 23 м.

В покрытии над сценическим комплексом имеются дымовые люки. Трюм, размещаемый под планшетом сцены – одноярусный.

Дымовые люки над сценическим комплексом изображены на рисунке 6.

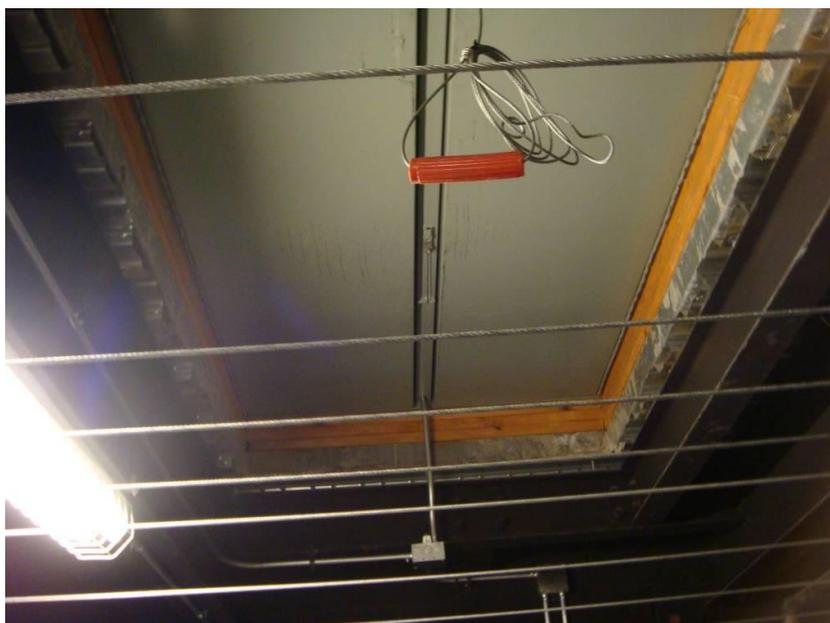


Рисунок 6 – Дымовые люки над сценическим комплексом

Под средней частью порталного проема в трюме размещается пункт управления освещением зрительного зала и сцены.

Демонстрация театральных представлений осуществляется через порталный проем размером $12 \times 6,5$ м.

Портальный проем со стороны сцены защищен противопожарным занавесом с пределом огнестойкости равным 0,75 ч. Предполагается, что излучаемое тепло ослабляется при прохождении через противопожарную завесу таким образом, что оно значительно ниже теплового потока излучения $2,5$ кВт/м² при полном разворачивании противопожарной завесы (рисунок 7).

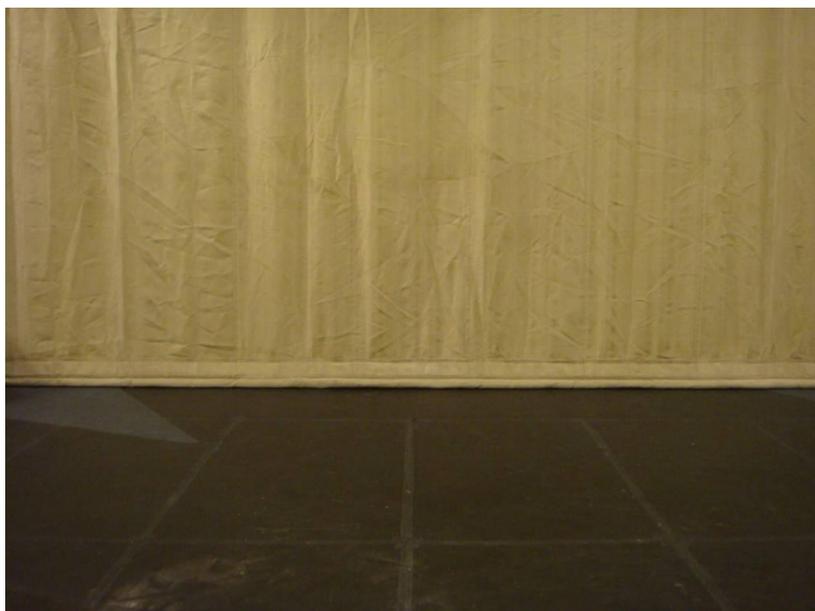


Рисунок 7 – Нижняя часть противопожарной занавесы после развертывания

Вид на поднятую противопожарную занавесу изображен на рисунке 8.

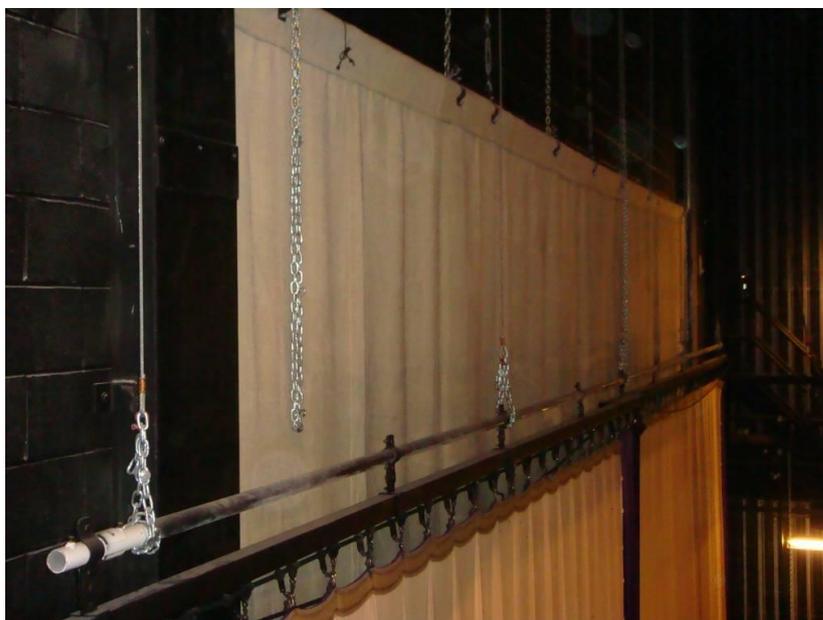


Рисунок 8 – Вид на поднятую противопожарную занавесу (верхняя часть)

Вид на поднятую противопожарную занавесу (верхняя часть) со стороны зрительного зала представлен на рисунке 9.

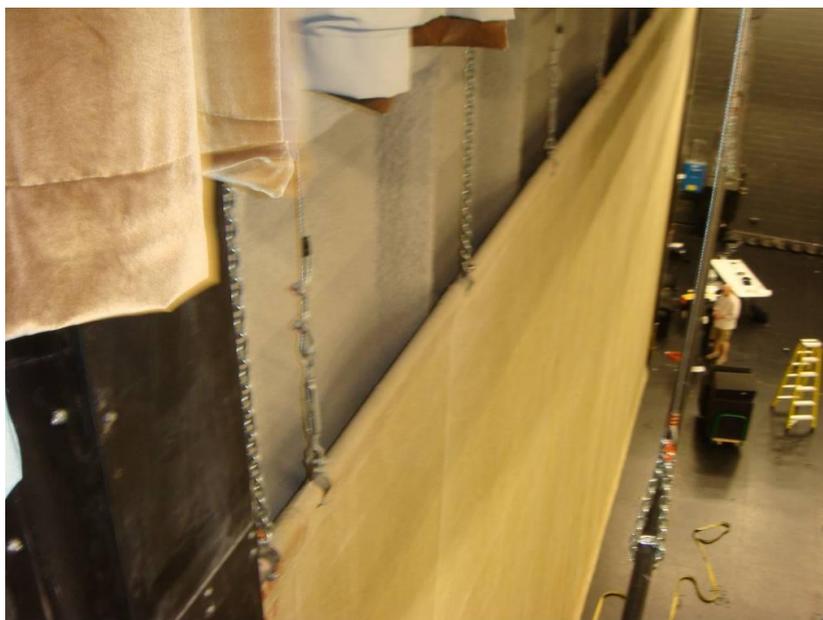


Рисунок 9 – Верхняя часть противопожарной завесы на уровне галереи

План эвакуации из помещений 1 этажа представлен на рисунке 10.

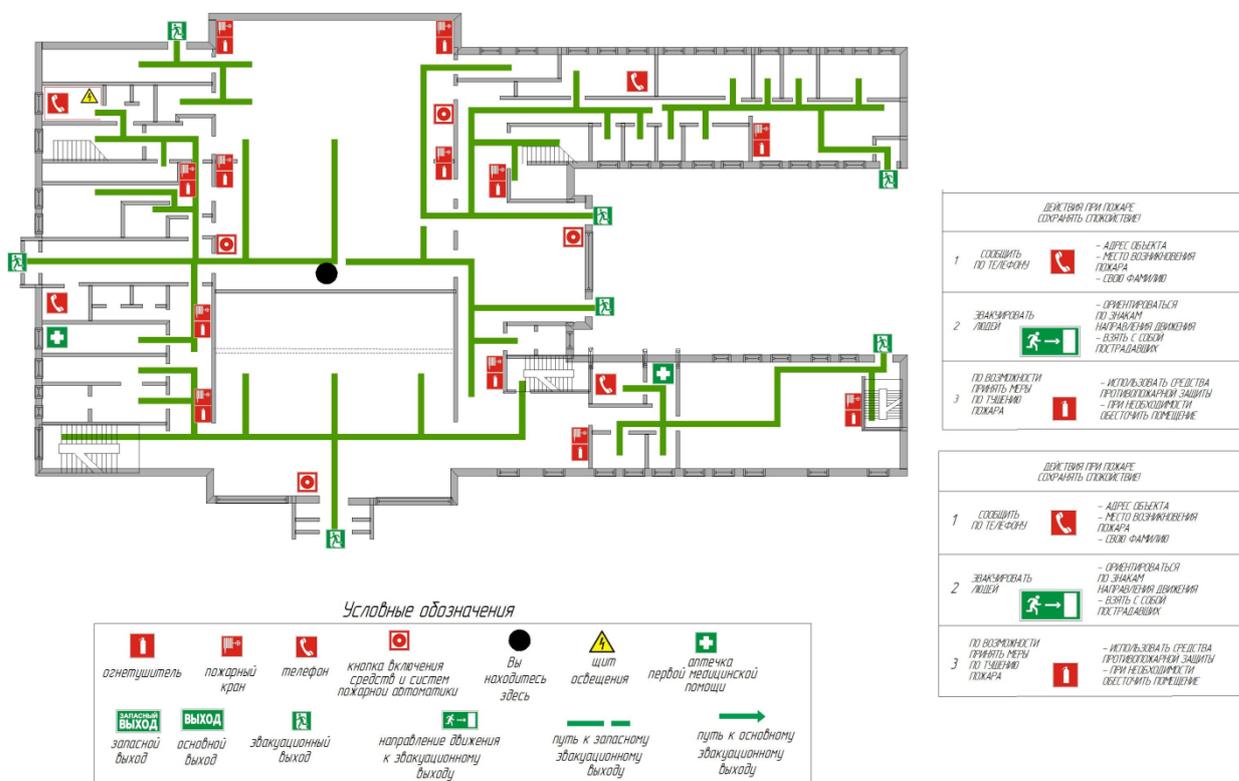


Рисунок 10 – План эвакуации из помещений 1 этажа

План эвакуации из помещений 2 этажа представлен на рисунке 11.

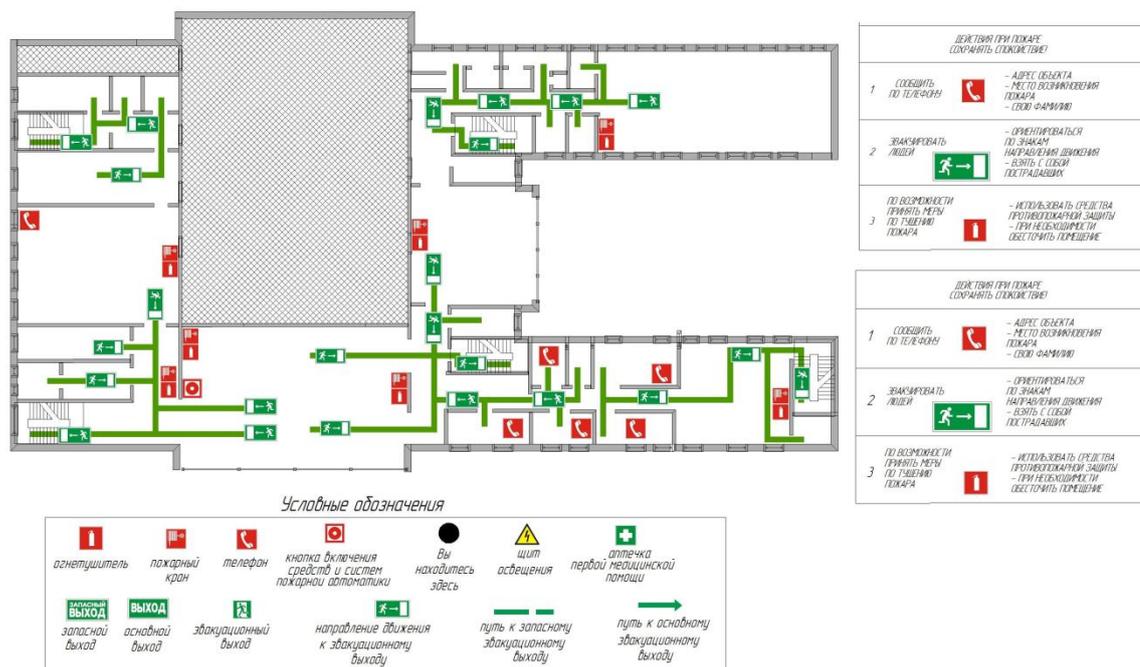


Рисунок 11 – План эвакуации из помещений 2 этажа

План эвакуации из помещений 3 этажа представлен на рисунке 12.

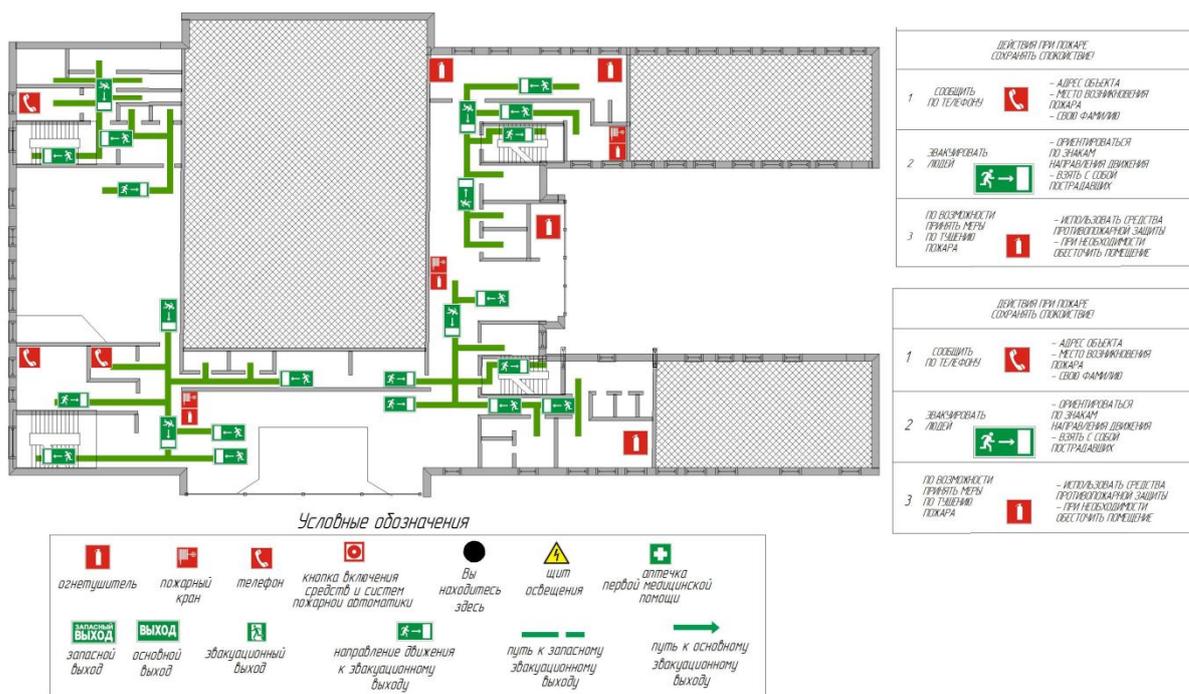


Рисунок 12 – План эвакуации из помещений 3 этажа

Всего на объекте может быть до 800 человек.

Эвакуация людей, в случае пожара осуществляется обслуживающим персоналом и пожарными.

Покидая помещения или здание, следует закрывать за собой все двери и окна.

Определено место сбора эвакуированных людей – здание гостиницы «Азот» ул. Победы 40.

Выводы по 1 разделу.

Противопожарные требования для культурно-зрелищных учреждений режимного характера указаны в Постановлении Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 21.05.2021) Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» и ВППБ 13-01-94. «Правила пожарной безопасности для учреждений культуры Российской Федерации» (введены в действие Приказом Минкультуры РФ от 01.11.1994 № 736), конструктивные требования представлены в Федеральном законе от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2 Анализ пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях

В ходе проведения исследовательских работ по теме ВКР был проведен анализ пожарной безопасности муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония».

В ходе исследования безопасности для культурно-зрелищных учреждений произведено моделирование театральных пространств для изучения роста и развития пожара [20].

В качестве основы для этого исследования были использованы результаты испытаний, проведенных Лабораториями Андеррайтеров (UL) для оценки взаимодействия разбрызгивателей, дымоотводов и сквозняков.

Поскольку основной целью исследования пожарной безопасности/безопасности жизнедеятельности в театрах было определение активации систем противопожарной защиты, предусмотренных в театрах, первостепенный интерес представляют:

- насколько велик пожар, необходимый для срабатывания систем противопожарной защиты;
- каков порядок активации систем противопожарной защиты (на основе существующей практики);
- будут ли обеспечены приемлемые условия для эвакуации зрителей из зала в течение достаточного периода времени [19].

Были использованы следующие допущения и исходные данные:

- предполагается, что пожар произошел из точечного источника;
- предполагается, что доля скорости тепловыделения составляет 0,35;
- используется расстояние от средней точки пламени до сиденья первого ряда;
- высота (высоты) пламени оцениваются с использованием корреляции высоты пламени Хескестада;

- скорость тепловыделения была определена во время срабатывания настенного датчика скорости нарастания тепла, имеющего значение 30 секунд, что соответствует максимально допустимому времени для разворачивания противопожарной завесы [22].

Исследование было разделено на 3 сценария возникновения пожара.

Сценарий пожара 1 представляет собой пожар, возникший в центре сцены на уровне пола (рисунок 13).

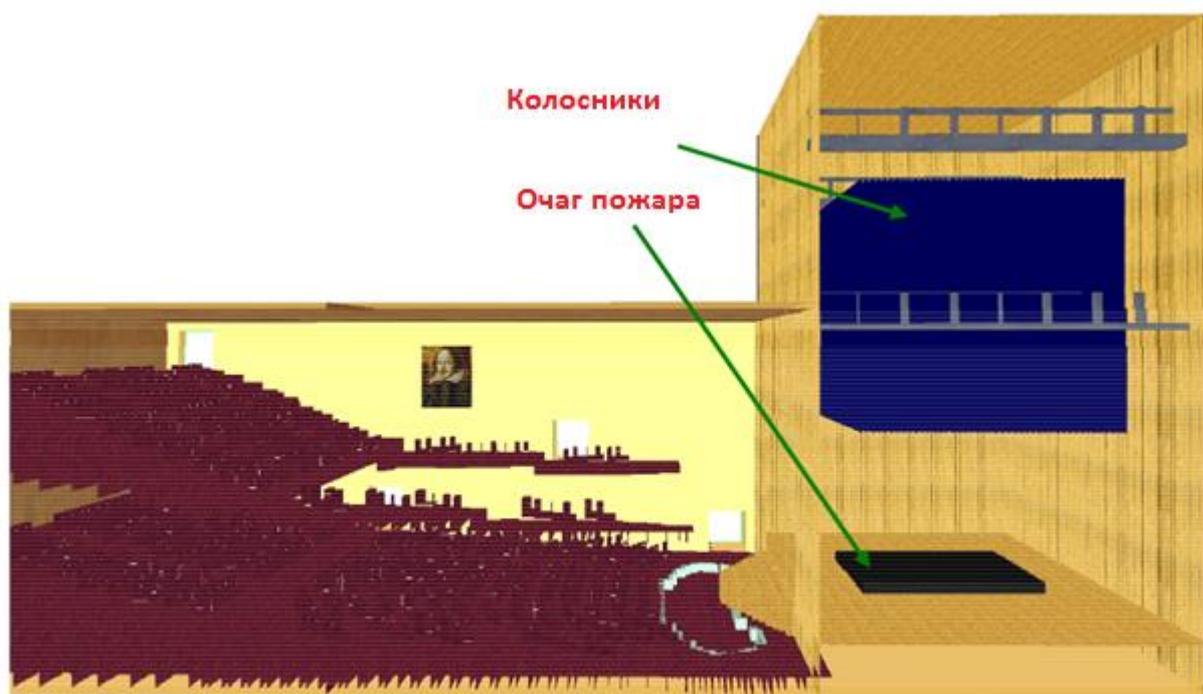


Рисунок 13 – Сценарий пожара 1

Декорации расположены над этим местом пожара. Предполагался быстрый рост пожара без учета последствий работы спринклерной установки для всех рассмотренных сценариев пожара.

Из-за наличия препятствий над сценой (т.е. декораций и галерей), при пожаре, возникающем на уровне пола, образуется относительно «холодный» и глубокий слой дыма, что приводит к более раннему распространению дыма и позднему срабатыванию тепловых извещателей [23].

Пожар, возникающий в центре сцены, распространяется в боковом направлении во всех направлениях с одинаковой скоростью, в то время как скорость тепловыделения следует быстрой кривой роста. Целью увеличения площади является поддержание номинальной плотности тепловыделения 500 кВт/м² [24].

На рисунке 14 показано, что дым начал распространяться и скапливаться со стороны зрительного зала примерно через 170 секунд. Большое количество свежего воздуха поступало со стороны зала в очаг, так как поток дыма от пожара встречал «сопротивление» от размещённых декораций на колосниках, то это привело к тому, что дым попал в зону зрителей относительно рано.

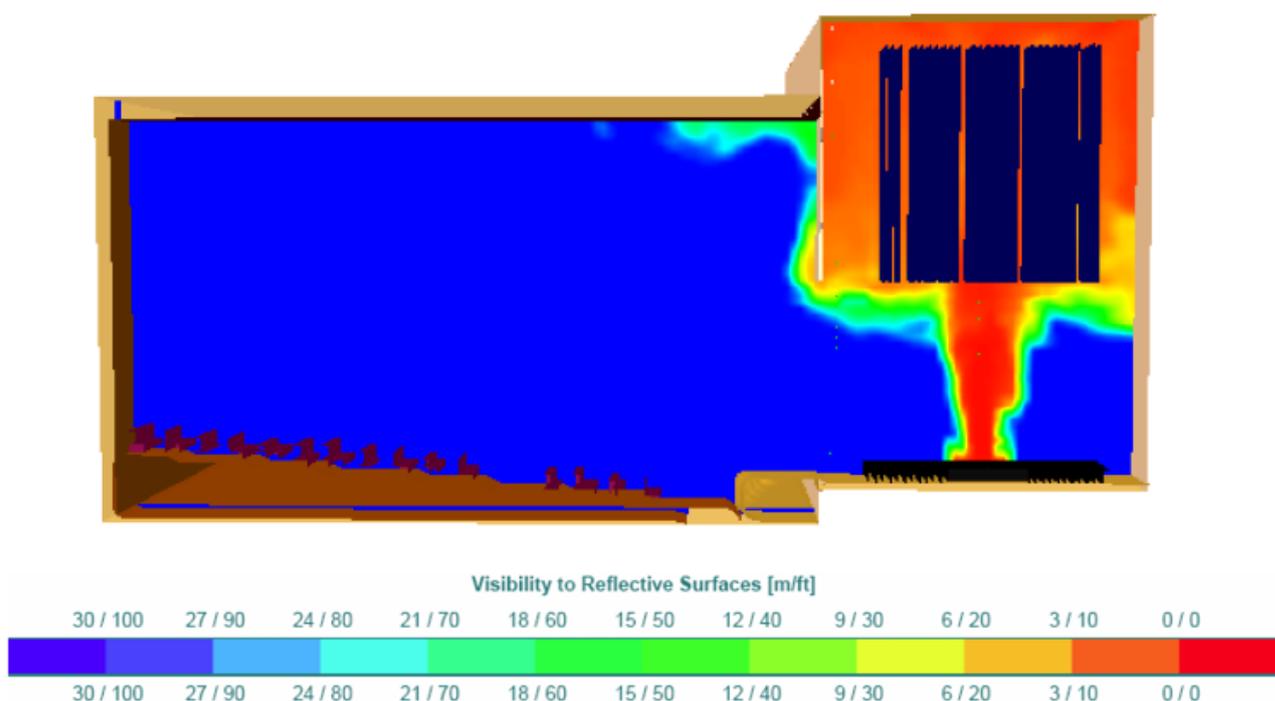


Рисунок 14 – Изображение видимости, показывающее распространение дыма через центр сцены через 170 секунд в сценарии пожара 1 в малогабаритном театре

Сценарий пожара №2.

Сценарий пожара 2 представляет собой пожар, возникший в крыльях сцены на уровне сцены (рисунок 15).

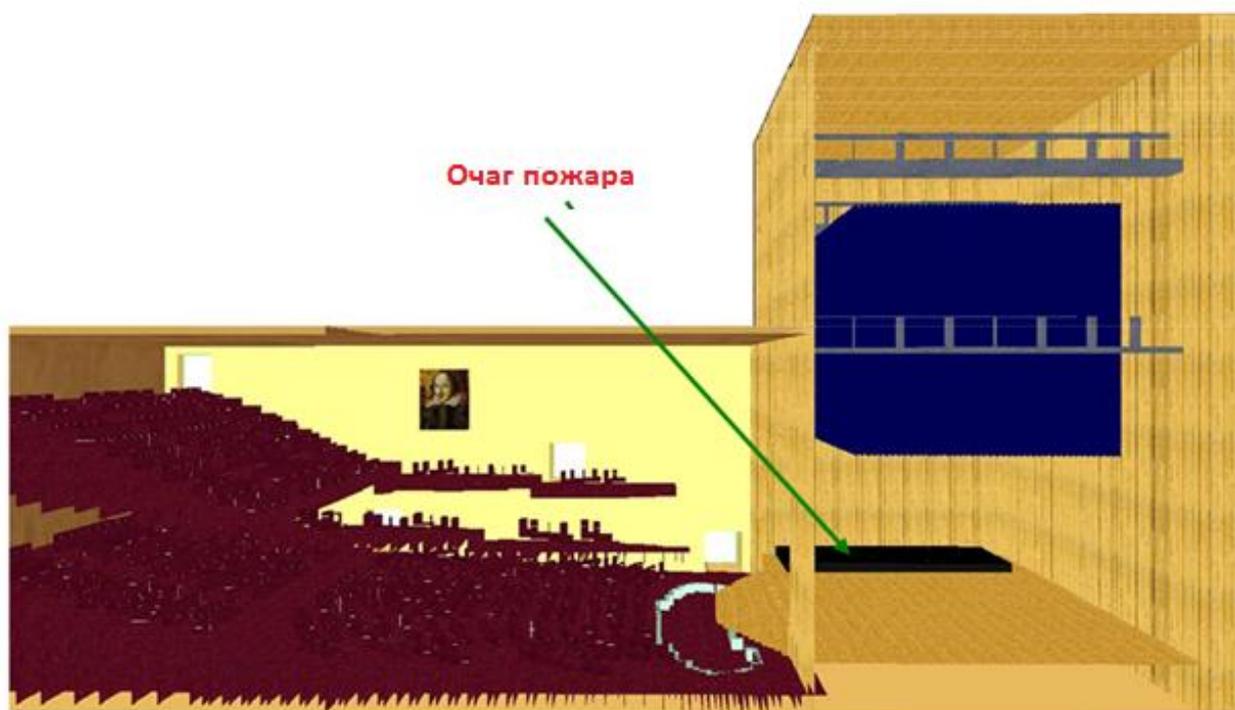


Рисунок 15 – Сценарий пожара 2

Образующийся дым имеет тенденцию наклоняться к задней части сцены, когда воздух всасывается через отверстие авансцены, что приводит к более быстрому прогнозируемому времени активации вблизи задней части сцены [25].

Считается, что это наиболее сложный сценарий пожара с точки зрения безопасности жизни людей в зрительном зале из-за возможности попадания дыма в зрительный зал до срабатывания всех систем защиты.

Развитию шлейфа дыма препятствовало и мешало присутствие падающих декораций, что приводило к дополнительному перемешиванию и уносу дыма. Это, в свою очередь, привело к раннему распространению дыма по сравнению с другими сценариями.

На рисунке 16 показано распространение пламени и дыма при сценарии пожара №2 примерно через 308 секунд.

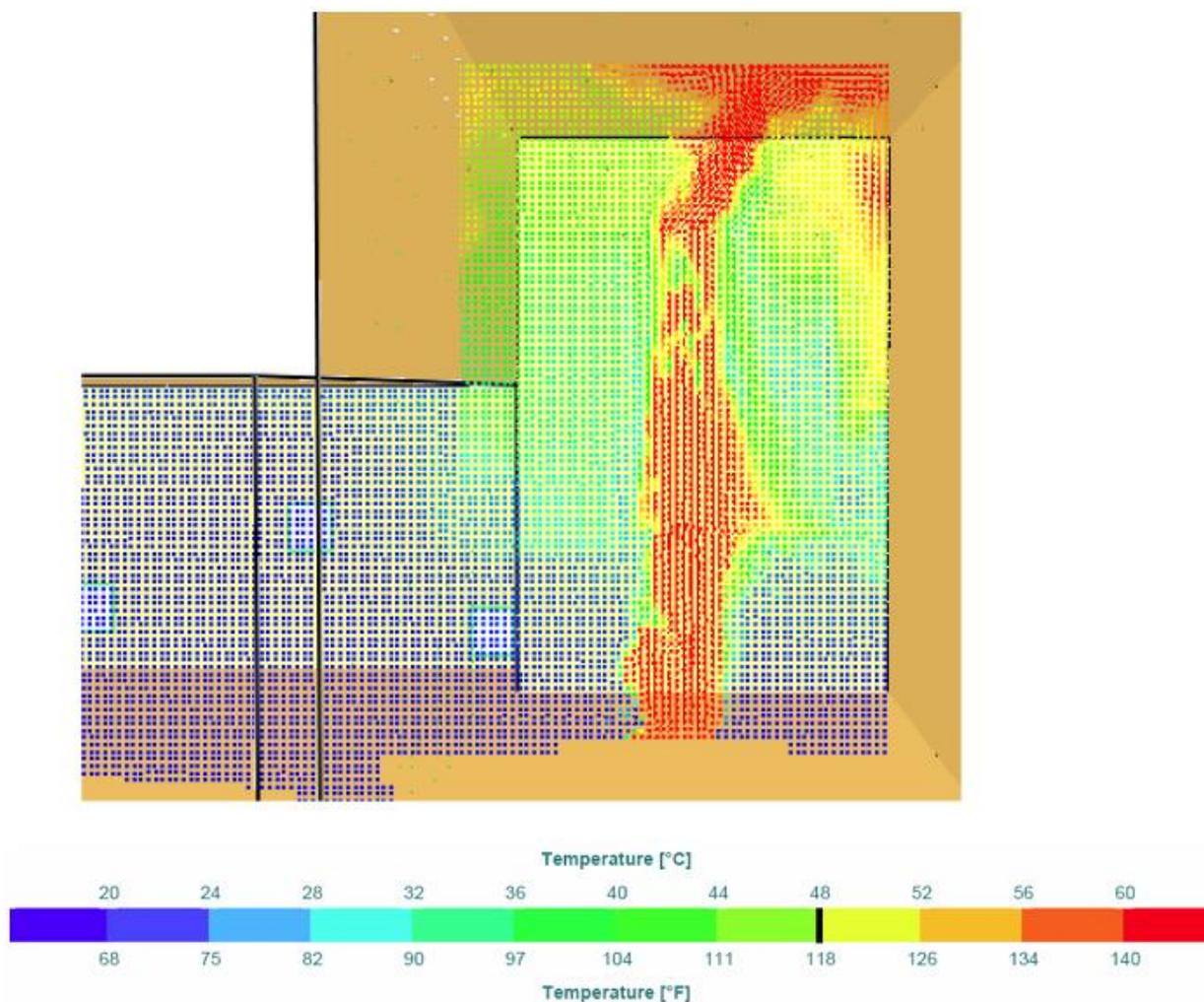


Рисунок 16 – Изображение, показывающее распространение пламени и дыма в крыльях сцены через 308 секунд в сценарии пожара 2

На рисунке 14 показано, что дым начал распространяться и скапливаться на стороне авансцены со стороны зрительного зала примерно через 308 секунд. Шлейф, образовавшийся в результате этого проектного пожара, поднялся до уровня потолка с минимальными помехами, что привело к образованию относительно горячего и неглубокого слоя дыма. Следовательно, наблюдалась более быстрая активация пожарных извещателей и более медленное попадание дыма в зону отдыха по сравнению с другими сценариями.

Сценарий пожара №3.

Предполагается, что пожар возникает в нижней части расположения декораций на колосниках с обеих сторон декораций и распространяется вбок и вверх в трех направлениях (рисунок 17).

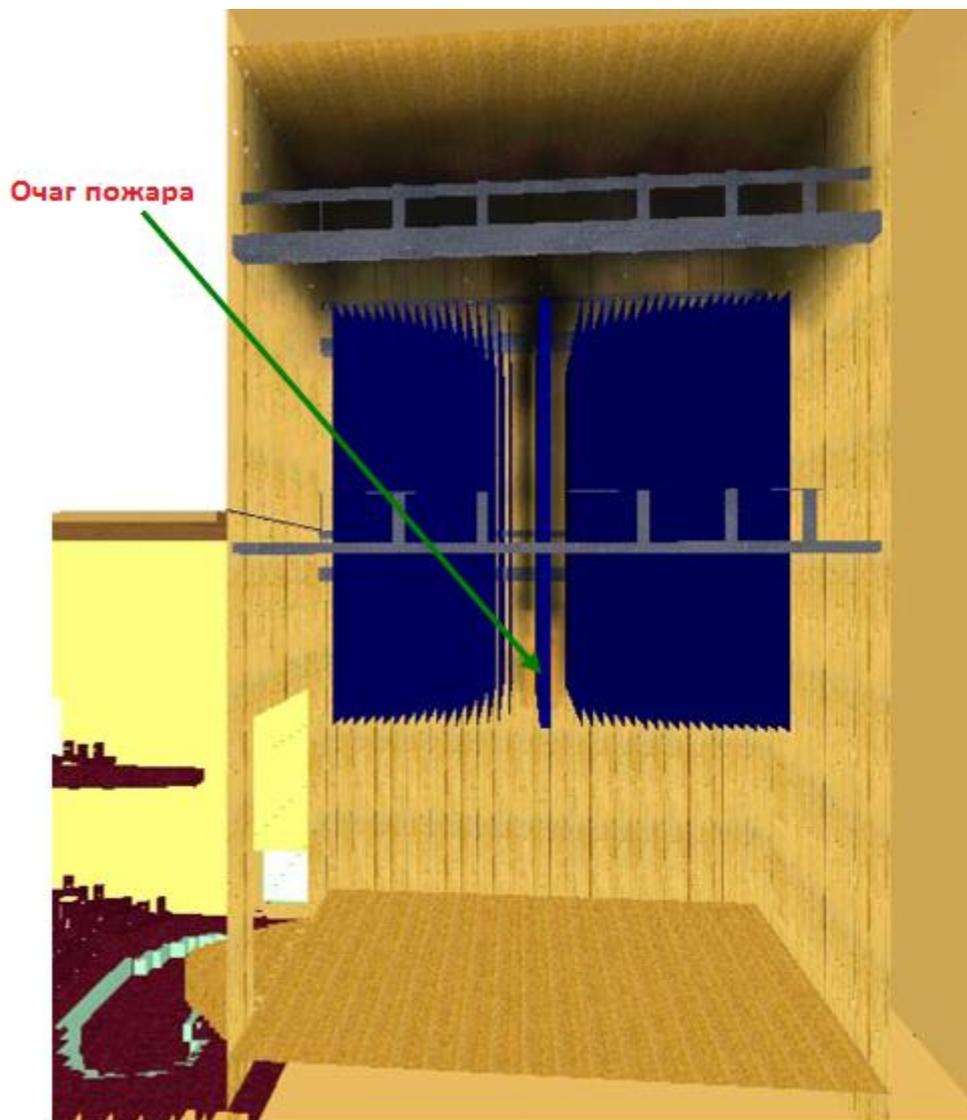


Рисунок 17 – Сценарий пожара 3

Результаты обследования показали, что возгорание в этом месте является наиболее распространенным и вероятным пожаром.

В результате предполагается, что пожарная завеса активируется датчиками скорости нарастания тепла до включения спринклерной установки.

Результаты моделирования показывают, что, как правило, установленные на потолке датчики скорости нарастания тепла активируются быстрее, чем пожарными извещателями с плавкими вставками.

Маловероятно, что противопожарная завеса будет активирована плавкими соединениями, предусмотренными вдоль линии выпуска противопожарной завесы, из-за их медленной тепловой реакции, и что, по оценкам, активация разбрызгивателей дренчерной системы пожаротушения произойдет раньше, что потенциально приведет к охлаждению плавких соединений за счет охлаждения их водой.

На рисунке 18 показано, что дым начал распространяться и скапливаться со стороны зрительного зала примерно через 216 секунд.

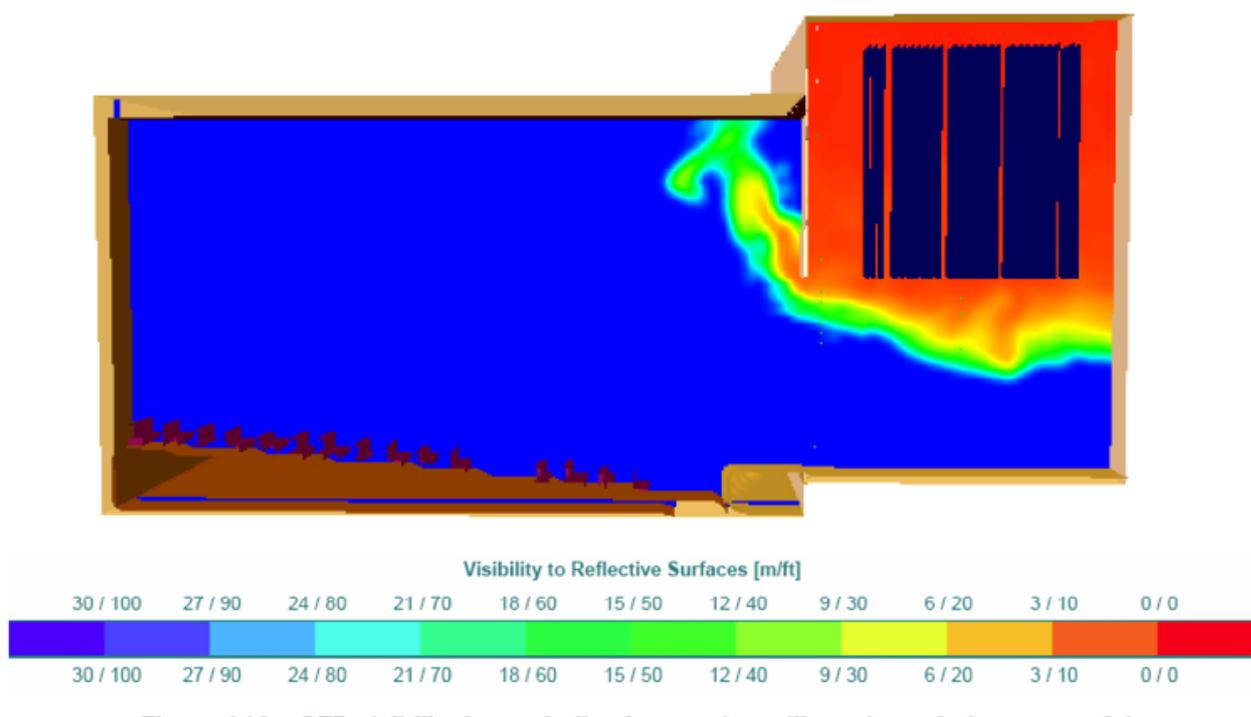


Рисунок 18 – Изображение видимости, показывающее распространение дыма через центр сцены через 216 секунд в сценарии пожара 3 в малом театре

Эта модель имитировала 216 секунд реального времени. Мощность тепловыделения пожара составила примерно 6 МВт.

На ранней стадии шлейф дыма поднимался к потолку с наименьшими помехами из-за отсутствия помех над этим местом пожара. По мере того как огонь разгорался, шлейф начал проникать в галерею

В результате наблюдалось более быстрое распространение дыма в зону зрительного зала по сравнению со сценарием пожара 2, но более медленное распространение дыма по сравнению со сценарием пожара 1 (в центре сцены).

Следует отметить, что распределение воздушного потока частично обусловлено допущением моделирования, в котором не учитывался механический приточный воздух, подаваемый на сцену (или в другое место в театре). Включение вентиляции в театре может изменить распределение воздушного потока.

В смоделированных пожарах в театрах малого размера ожидается, что противопожарная завеса будет активирована «Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла до того, как дым попадет в зону зрительного зала, при этом использование пожарных тепловых извещателей с плавкими вставками не целесообразно, так как повышается время реагирования на возникновение загорания.

Вывод по разделу.

Исследование было проведено для оценки активации мер противопожарной защиты, предусмотренных и размещенных в соответствии с современными методами проектирования, регулирующими использование таких мер противопожарной защиты на театральной сцене и авансцене. Были изучены три сценария пожара, и результаты этих моделей CFD суммируются следующим образом:

- из-за потенциального наличия предметов / препятствий над сценой (т.е. декораций и галерей) при пожаре, возникающем на уровне пола, образуется относительно «холодный» и глубокий слой дыма, что приводит к раннему распространению дыма и позднему

времени срабатывания пожарных тепловых извещателей с плавкими вставками.

- результаты показывают, что посетители могут подвергаться воздействию радиационного теплового потока $3,1 \text{ кВт/м}^2$ или выше, что недопустимо в течение более 18 секунд;
- в театрах малого и среднего размера ожидается, что противопожарная завеса закроет портал сцены до наступления неприемлемых условий с точки зрения лучистого тепла;
- датчики скорости нарастания тепла, скорее всего, активируются первыми среди других устройств, таких как дымовые пожарные извещатели и тепловые пожарные извещатели с плавкими соединениями;
- если используются «сверхбыстрые» тепловые датчики с отслеживанием нарастающей скорости тепла, ожидается, что они активируются до (1) любых других «устройств» в диапазоне, моделируемом RTI, и (2) распространения дыма в зрительный зал.

В результате предполагается, что противопожарная завеса будет развернута до включения установки пожаротушения.

Результаты моделирования показывают, что, как правило, установленные на потолке датчики скорости нарастания тепла срабатывают быстрее, чем настенные, расположенные над отверстием в стене авансцены, что приводит к более быстрой работе противопожарной завесы и / или открытию вентиляционных отверстий на крыше.

3 Разработка инженерных систем, необходимых для обеспечения требований пожарной безопасности

На исследуемом объекте пожарная сигнализация выполнена с применением:

- дымовых пожарных извещателей типа ИП 212-66 – 334 шт;
- дымовых линейных пожарных извещателей типа ИДПЛ – 36шт, в зале 10 шт.
- ручных пожарных извещателей типа ИПР-И – 25 шт.

Чувствительность дымовых пожарных извещателей имеет тенденцию изменяться по мере его загрязнения грязью или пылью. По мере накопления загрязнения они обычно становятся более чувствительными, что приводит к риску ложной тревоги, но в некоторых случаях может стать менее чувствительным, поэтому при обнаружении пожара сигнал тревоги подается с задержкой. Чтобы противостоять этому, если извещатель выходит за рамки своей спецификации, на панель может быть отправлен сигнал технического обслуживания, предупреждающий о том, что детектор нуждается в очистке.

Для дальнейшего увеличения периода до технического обслуживания многие системы включают функцию «компенсации», включенную либо в детектор, либо в алгоритмы панели управления.

Эти функции используют алгоритмы, которые контролируют чувствительность детектора и изменяют его реакцию, чтобы компенсировать накопление пыли в камере с течением времени. Как только детектор достигает «предела дрейфа», когда накопление грязи больше нельзя компенсировать, можно подать сигнал о неисправности. Некоторые системы также включают предупреждение, сигнализирующее о том, что детектор приближается к пределу компенсации и требует очистки.

Фотоэлектрические дымовые пожарные извещатели тестируются во всем диапазоне пожаров, однако они наиболее чувствительны к дыму, содержащему крупные частицы от 0,4 до 10 микрон, как те частицы, что

выделяются при тлеющих пожарах. Поэтому фотоэлектрический детектор был бы хорошим выбором в условиях, когда можно было бы ожидать медленного горения огня, но не при загораниях на сцене зданий культурно-зрелищных учреждений.

Довольно часто на ранних стадиях пожара на сцене зданий культурно-зрелищных учреждений наблюдается отсутствие дыма, так как происходит интенсивное открытое горение из-за доступа большого количества воздуха в зону горения. При использовании дымовых пожарных извещателей типа ИП 212-66 и ИДПЛ в камере пожарных извещателей увеличение накопления дыма будет происходить медленнее до тех пор, пока концентрации кислорода в объёме сцены и зрительного зала не упадёт, что при открытых дверях эвакуационных выходов зрительного зала произойдёт не скоро. То есть будет упущено много времени на оповещение о пожаре в объёме сцены, что приведёт к тому, что противопожарный занавес не будет вовремя опущен.

Обычные системы пожарной сигнализации обеспечивают адекватную и экономичную систему пожарной сигнализации для многих небольших зданий. Однако в более крупных и сложных зданиях, в число таких можно включить и здания культурно-зрелищных учреждений, как правило, используются более сложные «интеллектуальные» системы пожарной сигнализации. Эти системы обеспечивают преимущества в скорости обнаружения и определении местоположения пожара.

Результаты моделирования показывают, что, как правило, установленные на потолке датчики скорости нарастания тепла срабатывают быстрее, чем настенные, расположенные над отверстием в стене авансцены, что приводит к более быстрой работе противопожарной завесы и / или открытию вентиляционных отверстий на крыше.

На сцене муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» необходимо реализовать размещение инновационных детекторов со

«Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла.

В результате предполагается, что противопожарная завеса будет развернута до включения установки пожаротушения.

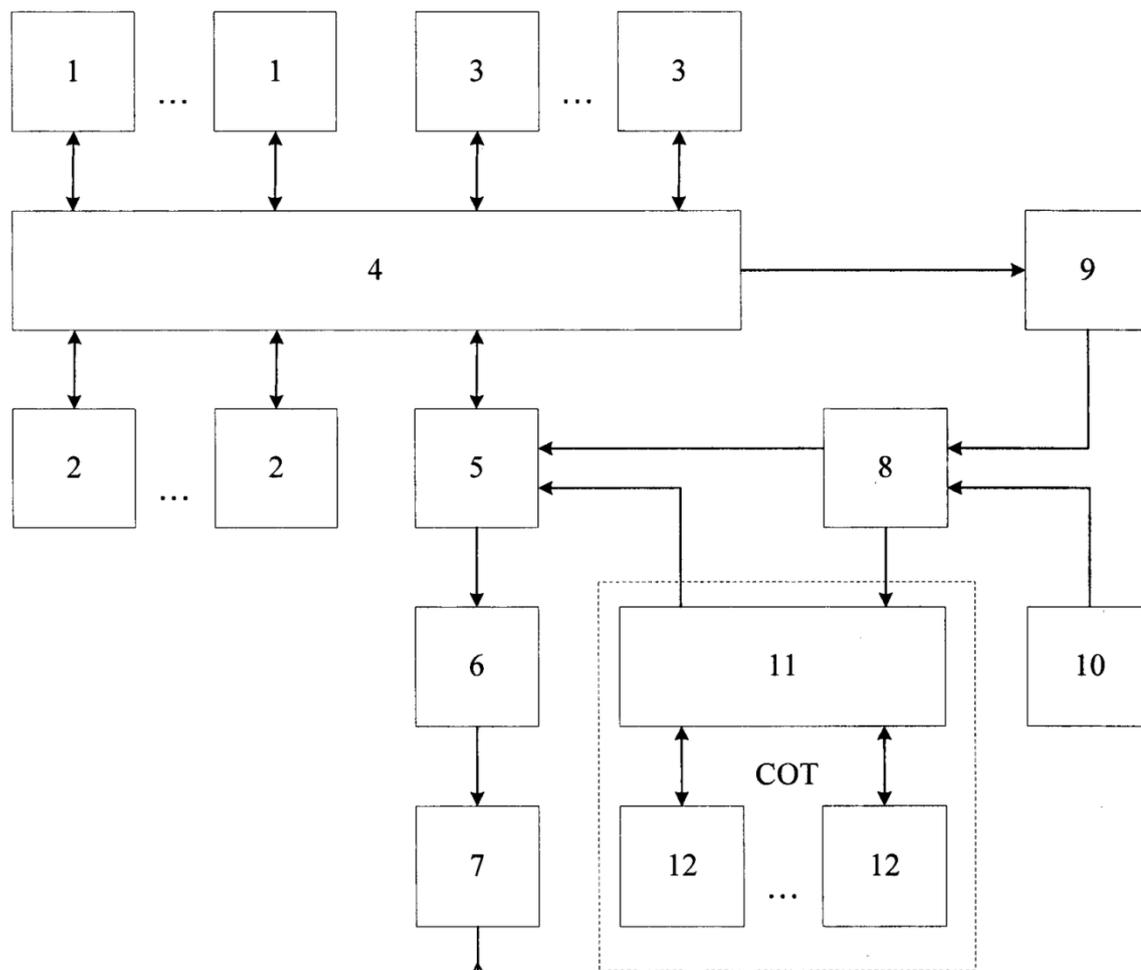
Рассмотрим инновационные технические решения по интеллектуальным системам сигнализации среди патентов на изобретения.

Рассмотрим изобретение № RU2703180C2 «Способ интеллектуального мониторинга охраняемого объекта и устройство для его осуществления», автор – Офицеров Александр Иванович (RU), патентообладатель – Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации» (Академия ФСО России) (RU), подача заявки 31.11.2018 [12].

«Изобретение относится к средствам мониторинга, предназначенным для контроля состояния охраняемого объекта путем периодического опроса извещателей» [12].

«Технический результат - повышение достоверности принятия решения при возникновении тревожной ситуации за счет обеспечения возможности мониторинга охраняемого объекта с учетом визуальной идентификации угрозы. Возможность мониторинга охраняемого объекта с учетом визуальной идентификации угрозы обусловлена тем, что при анализе состояния охраняемого объекта в соответствии с определенными показаниями определенных датчиков при наличии в принятом сообщении признака угрозы в соответствии с классом критичности ситуации передают управляющий сигнал на блок управления видеокамерами, который включает видеокамеры соответствующих контролируемых зон и направляет их на предполагаемое место реализации угрозы» [12].

На рисунке 19 изображена схема устройства системы интеллектуального мониторинга охраняемого объекта по изобретению RU2703180C2.



1 - извещатели; 2 - устройства ликвидации и/или предотвращения нештатной ситуации; 3 - средства оповещения; 4- компьютерный блок объектовой сети обмена данными (центральный сервер); 5 - блок управления; 6- блок оценки и принятия решений; 7 - модуль связи; 8 - блок сравнительного анализа; 9 - блок формирования совокупности и последовательности символов; 10 - блок шаблонов; 11 - модуль управления видеокамерами; 12 - видеокамеры.

Рисунок 19 – Схема устройства системы интеллектуального мониторинга охраняемого объекта

«Таким образом, предлагаемый способ интеллектуального мониторинга охраняемого объекта и устройство для его осуществления обеспечивают повышение достоверности принятия решения при возникновении тревожной ситуации за счет обеспечения возможности мониторинга охраняемого объекта с учетом визуальной идентификации угрозы» [12].

Рассмотренное изобретение позволяет повысить эффективность системы идентификации пожара за счёт применения инновационных детекторов со «Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла и блока оценки и принятия решений.

Для выбора инновационных детекторов со «Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла рассмотрим современные образцы детекторов из каталогов производителей.

Пожарный детектор OSID с тепловизором представлен на рисунке 20.



Рисунок 20 – Пожарный детектор OSID с тепловизором

Пожарный детектор OSID оснащен CMOS чип визуализации с большим количеством пикселей, а не с одним фотодиодом.

Поскольку инфракрасные детекторы пламени не могут реагировать до тех пор, пока не появится пламя, считается практичным также использовать детекторы дыма или пожарные детекторы углекислого газа в сочетании с детекторами пламени в местах, где содержимое может тлеть в случае пожара.

И наоборот, если произошло загорание легковоспламеняющихся веществ или материалов, датчики нарастания температуры пламени

сработают до того, как пожарные извещатели дыма или датчики аспирационной системы смогут обнаружить пожар.

Рассмотрим современные аспирационные пожарные извещатели, которые могут быть встроены в воздуховоды систем вентиляции зрительного зала.

Аспирационные пожарный извещатель представлен на рисунке 21.



Рисунок 21 – Аспирационные пожарный извещатель

Аспирационные детекторы содержат небольшой насос, который забирает пробы воздуха в помещении через отверстия в трубопроводе системы в элемент детектора.

Цель состоит в том, чтобы обнаружить очень небольшое количество продуктов сгорания, переносимых через кондиционированный воздух в помещении.

Пример размещения аспирационной системы изображен на рисунке 22.

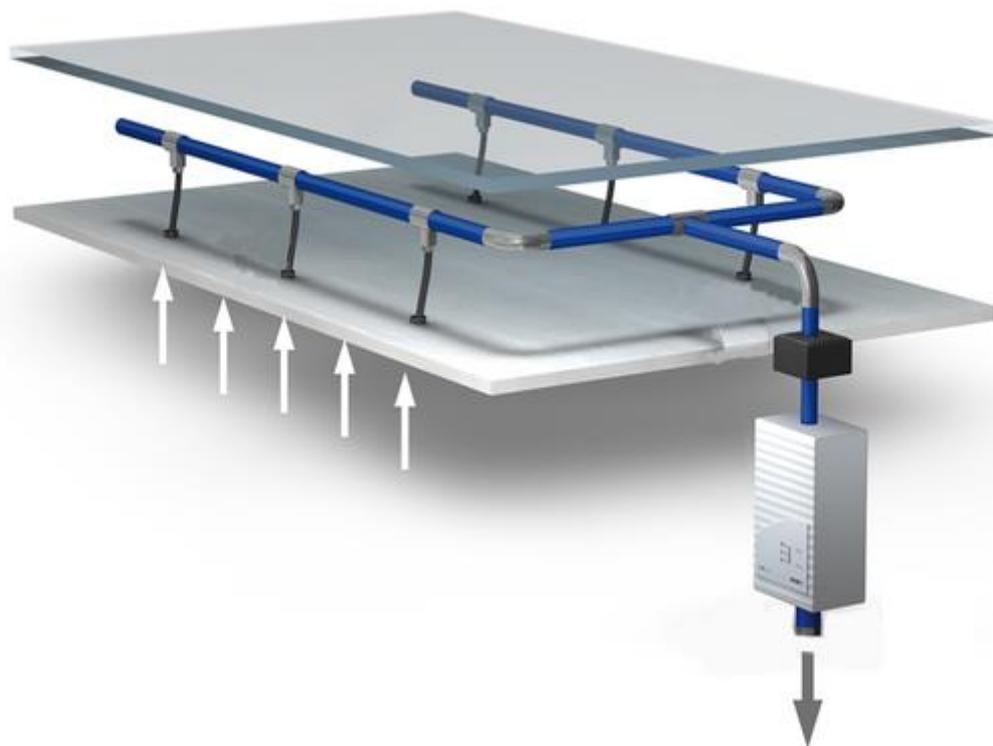


Рисунок 22 – Пример размещения аспирационной системы

Аспирационную систему можно использовать для контроля обратного потока в системе вентиляции в защищаемом помещении.

Вывод по 3 разделу.

На исследуемом объекте пожарная сигнализация выполнена с применением дымовых пожарных извещателей типа ИП 212-66 и дымовых линейных пожарных извещателей типа ИДПЛ.

Довольно часто на ранних стадиях пожара на сцене зданий культурно-зрелищных учреждений наблюдается отсутствие дыма, так как происходит интенсивное открытое горение из-за доступа большого количества воздуха в зону горения. При использовании дымовых пожарных извещателей типа ИП 212-66 и ИДПЛ в камере пожарных извещателей увеличение накопления дыма будет происходить медленнее до тех пор, пока концентрации

кислорода в объёме сцены и зрительного зала не упадёт, что при открытых дверях эвакуационных выходов зрительного зала произойдёт не скоро. То есть будет упущено много времени на оповещение о пожаре в объёме сцены, что приведёт к тому, что противопожарный занавес не будет вовремя опущен.

Обычные системы пожарной сигнализации обеспечивают адекватную и экономичную систему пожарной сигнализации для многих небольших зданий. Однако в более крупных и сложных зданиях, в число таких можно включить и здания культурно-зрелищных учреждений, как правило, используются более сложные «интеллектуальные» системы пожарной сигнализации. Эти системы обеспечивают преимущества в скорости обнаружения и определении местоположения пожара.

Результаты моделирования показывают, что, как правило, установленные на потолке датчики скорости нарастания тепла срабатывают быстрее, чем настенные, расположенные над отверстием в стене авансцены, что приводит к более быстрой работе противопожарной завесы и / или открытию вентиляционных отверстий на крыше.

На сцене муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» необходимо реализовать размещение инновационных детекторов со «Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла.

Рассмотренное изобретение позволяет повысить эффективность системы идентификации пожара за счёт применения инновационных детекторов со «Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла и блока оценки и принятия решений.

Поскольку инфракрасные детекторы пламени не могут реагировать до тех пор, пока не появится пламя, считается практичным также использовать детекторы дыма или пожарные детекторы углекислого газа в сочетании с детекторами пламени в местах, где содержимое может тлеть в случае пожара.

И наоборот, если произошло загорание легковоспламеняющихся веществ или материалов, датчики нарастания температуры пламени сработают до того, как пожарные извещатели дыма или датчики аспирационной системы смогут обнаружить пожар.

Аспирационную систему можно использовать для контроля обратного потока в системе вентиляции в защищаемом помещении.

Аспирационные детекторы содержат небольшой насос, который забирает пробы воздуха в помещении через отверстия в трубопроводе системы в элемент детектора.

Цель состоит в том, чтобы обнаружить очень небольшое количество продуктов сгорания, переносимых через кондиционированный воздух из помещения.

4 Охрана труда

Проанализировав нормативно-правовую основу охраны труда было выяснено, что проведение всех видов инструктажей по охране труда регулируется статьёй 219 ТК РФ [18], повторных инструктажей – пунктом 2.1.5 Постановления Минтруда России, Минобразования России от 13.01.2003 № 1/29 «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» [3].

«Повторный инструктаж проходят все работники, указанные в п. 2.1.4 настоящего Порядка, не реже одного раза в шесть месяцев по программам, разработанным для проведения первичного инструктажа на рабочем месте» [3].

Формы проведения повторного инструктажа и проверки знаний по безопасности труда определены в ГОСТ 12.0.004-2015.

«Инструктаж по охране труда проводится в утвержденном руководителем организатора обучения порядке, разработанном с учетом характера производственной деятельности, условий труда на рабочем месте и трудовой функции инструктируемого лица, а также вида инструктажа» [11].

«Повторный инструктаж на рабочем месте проводят аналогично первичному инструктажу на рабочем месте» [11].

«Повторный инструктаж на рабочем месте может быть при необходимости по распоряжению организатора обучения ограничен только проведением проверки знаний требований охраны труда в объеме сведений, содержащихся в программе первичного инструктажа на рабочем месте» [11].

«Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа» [11].

Процедура проведения повторного инструктажа изображена на рисунке 23.

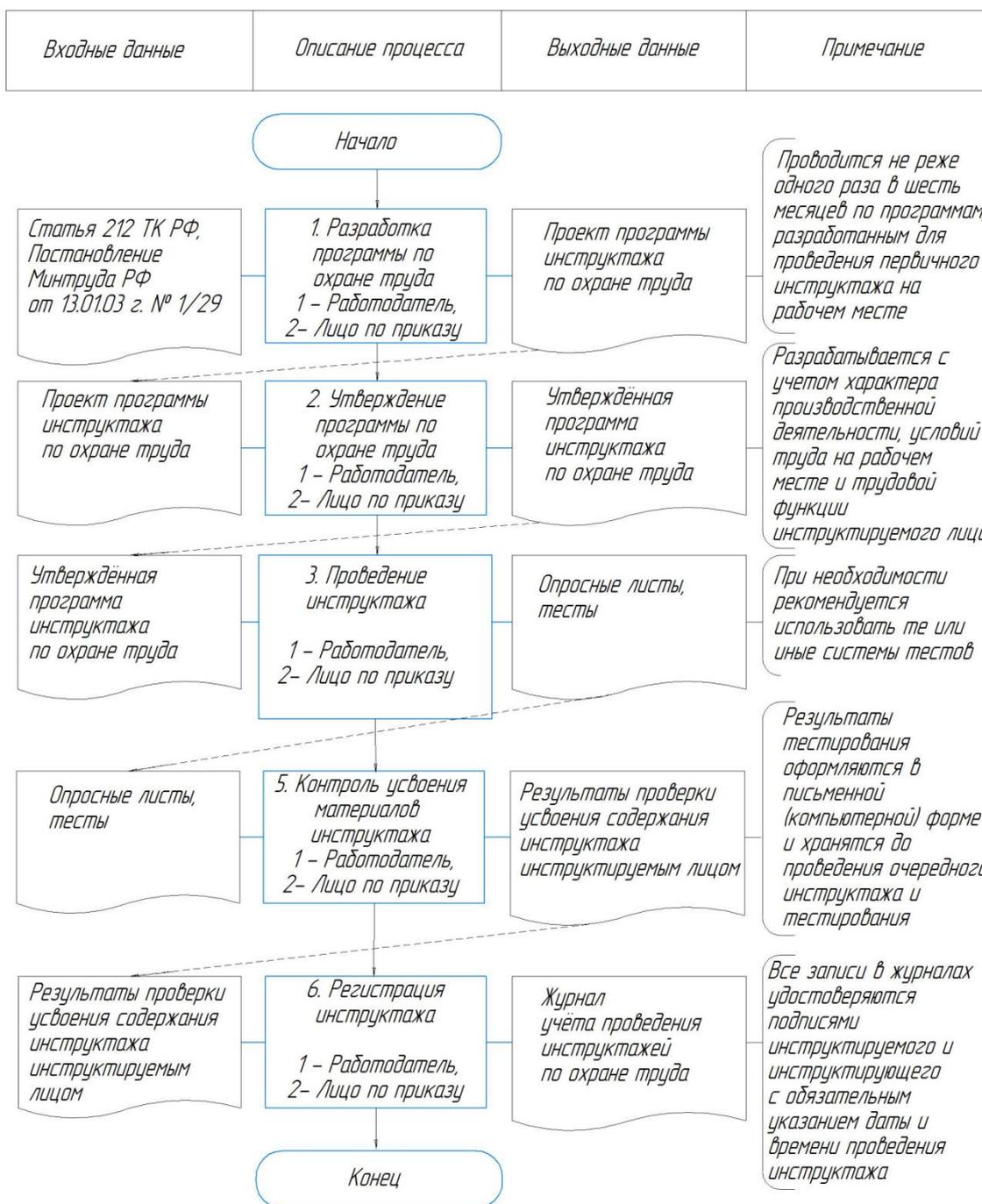


Рисунок 23 – Регламентированная процедура по охране труда

Вывод по разделу: процедура проведения инструктажей по охране труда является основой обучения в сфере охраны труда в организации. В МБУИК «Тольяттинская филармония» со всеми работниками своевременно проводится повторный инструктаж.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

При осуществлении деятельности муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» образуются только опасные отходы, которые указаны в таблице 2 [5]. Выбросы в атмосферу и водные объекты отсутствуют [4].

Таблица 2 – Перечень отходов с указанием мест временного хранения

Наименование отхода	Код по ФККО	Место временного хранения	Характеристика места хранения
«Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства» [6].	47110101521	Специальное помещение	Металлический ящик
«Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства» [6].	40512202605	Площадка №1	Открытая бетонированная площадка, два пластиковых контейнера (V=0,5м ³)
«Отходы мебели деревянной офисной» [6]	49211111724		
«Мусор от офисных бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» [6].	73310001724		
«Смет с территории» [6].	73339001714		
«Бумажно-полиэтиленовая тара загрязненная» [6].	43411004515		
«Использованные книги, журналы, брошюры, каталоги» [6]	40512201605		
«Лом и отходы изделий из полиэтилена незагрязненные» [6]	43411003515		
«Отходы текстильных изделий для уборки помещений» [6]	40239511604		

Рассмотрим порядок государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Перечень НПА, которые регламентируют порядок государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду:

- ст. 4.2, 69, 69.2 Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [4];
- постановление Правительства Российской Федерации от 23.06.2016 № 572 «Об утверждении Правил создания и ведения государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» [7];
- постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [8];
- приказ Минприроды России от 23.12.2015 № 554 «Об утверждении формы заявки о постановке объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет, содержащей сведения для внесения в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе в форме электронных документов, подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью» [9];
- приказ Минприроды России от 23.12.2015 № 553 «Об утверждении порядка формирования кодов объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, и присвоения их соответствующим объектам» [10].

«Критерии, на основании которых осуществляется отнесение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий, устанавливаются Правительством Российской Федерации» [8].

Регламентированная процедура постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет изображена на рисунке 24.

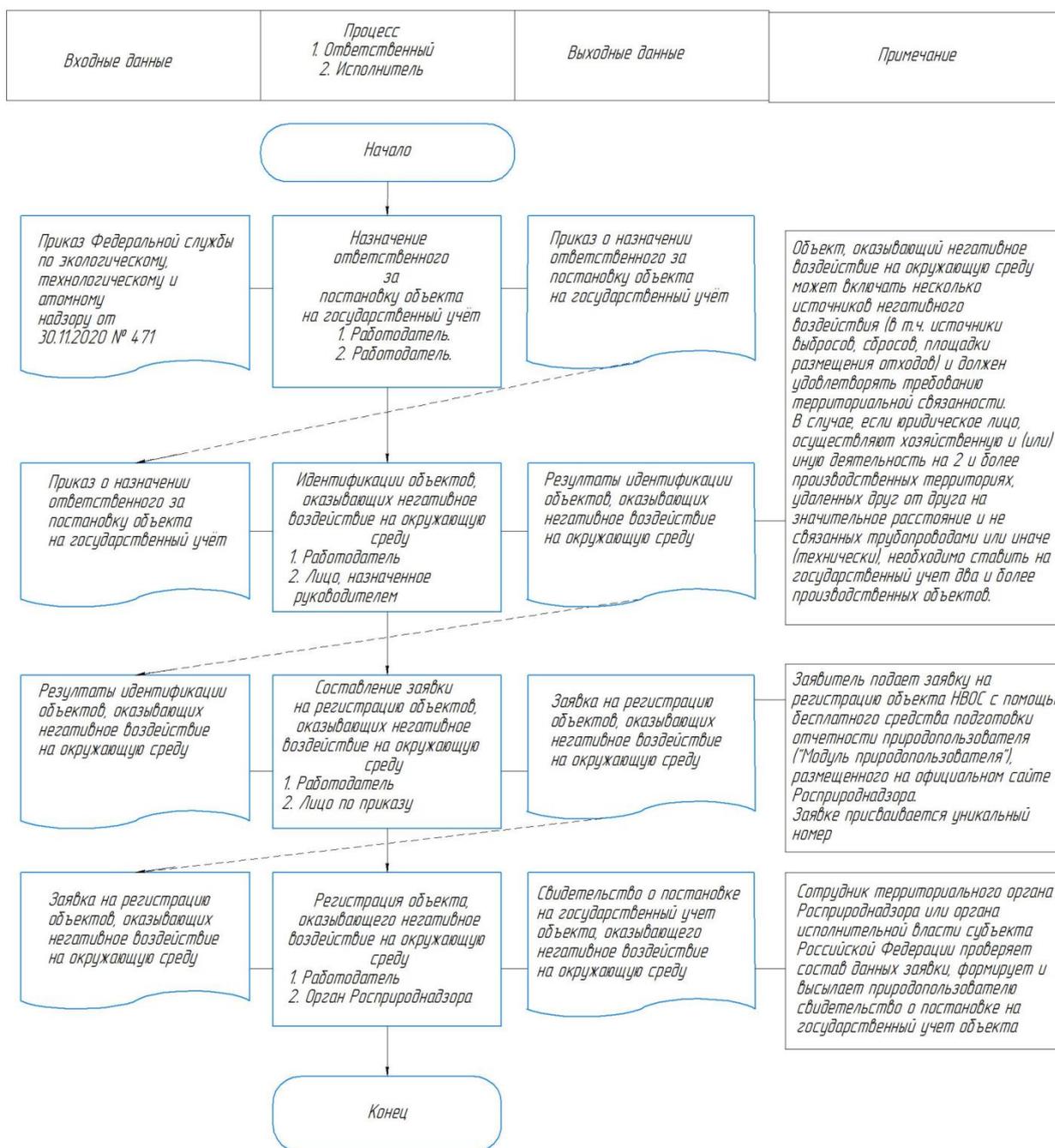


Рисунок 24 – Регламентированная процедура постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет

Вывод по 5 разделу.

Для снижения антропогенного воздействия МБУИК «Тольяттинская филармония» на окружающую среду необходимо контролировать условия временного хранения опасных отходов.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Результаты моделирования в разделе 2 ВКР показывают, что, как правило, установленные на потолке датчики скорости нарастания тепла срабатывают быстрее, чем настенные, расположенные над отверстием в стене авансены, что приводит к более быстрой работе противопожарной завесы и / или открытию вентиляционных отверстий на крыше.

Обычные системы пожарной сигнализации обеспечивают адекватную и экономичную систему пожарной сигнализации для многих небольших зданий. Однако в более крупных и сложных зданиях, в число таких можно включить и здания культурно-зрелищных учреждений, как правило, используются более сложные «интеллектуальные» системы пожарной сигнализации. Эти системы обеспечивают преимущества в скорости обнаружения и определении местоположения пожара.

На сцене муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» предложено реализовать размещение инновационных детекторов со «Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла.

Поскольку инфракрасные детекторы пламени не могут реагировать до тех пор, пока не появится пламя, считается практичным также использовать детекторы дыма или пожарные детекторы углекислого газа в сочетании с детекторами пламени в местах, где содержимое может тлеть в случае пожара. И наоборот, если произошло загорание легковоспламеняющихся веществ или материалов, датчики нарастания температуры пламени сработают до того, как пожарные извещатели дыма или датчики аспирационной системы смогут обнаружить пожар.

Аспирационную систему можно использовать для контроля обратного потока в системе вентиляции в защищаемом помещении. Аспирационные

детекторы содержат небольшой насос, который забирает пробы воздуха в помещении через отверстия в трубопроводе системы в элемент детектора. Цель состоит в том, чтобы обнаружить очень небольшое количество продуктов сгорания, переносимых через кондиционированный воздух из помещения.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте

Мероприятия	Срок исполнения
Разработка проекта интеллектуальной системы пожарной сигнализации в зрительном зале и сценическом комплексе МУИиК «Тольяттинская филармония»	2023 год
Монтаж интеллектуальной системы пожарной сигнализации в зрительном зале и сценическом комплексе МУИиК «Тольяттинская филармония»	2023 год
Пуско-наладочные работы	2023 год

Расчёт ожидаемых потерь МУИиК «Тольяттинская филармония» от пожаров будет производиться по двум вариантам:

- если в зрительном зале и сценическом комплексе МУИиК «Тольяттинская филармония» не будет реализована интеллектуальная система пожарной сигнализации;
- если в зрительном зале и сценическом комплексе МУИиК «Тольяттинская филармония» будет реализована интеллектуальная система пожарной сигнализации.

Рассчитаем площадь пожара в зрительном зале и сценическом комплексе МУИиК «Тольяттинская филармония» по формуле 1:

$$F''_{пож} = \pi(v_{л} B_{св.г})^2 \text{ м}^2, \quad (1)$$

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

$B_{св.г}$ – время свободного горения, мин.» [13]

$$F''_{\text{пож}} = 3,14(1,5 \times 8)^2 = 452,16 \text{ м}^2,$$

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	1 вариант	2 вариант
Площадь пожара	м ²	452,16	100
Площадь здания	м ²	6232,9	
Стоимость оборудования	руб./м ²	20000	20000
Стоимость частей зданий и строений	руб./м ²	10000	10000
Вероятность возникновения загорания на исследуемом объекте	1/м ² в год	3,2·10 ⁻⁴	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [13]	P_2	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [13]	P_1	0,79	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [13]	P_3	0,95	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [13]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [13]	k	1,63	

Расчёт ожидаемых потерь МУИиК «Тольяттинская филармония» от пожаров производится по формуле 2.

$$M(P) = M(P_1) + M(P_2), \quad (2)$$

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

$M(P_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(P_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при «отказе всех средств пожаротушения» [13]:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k) p_1; \quad (3)$$

«где J – вероятность возникновения пожара, 1/м² в год;

F – площадь объекта, м²;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м²;

F_{пож} – площадь пожара на время тушения первичными средствами;

p₁ – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [13].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (4)$$

«где p₂ – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_к – стоимость поврежденных частей здания, руб./м²;

F'_{пож} – площадь пожара за время тушения привозными средствами»

[13].

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 3,2 \times 10^{-4} \times 6232,9 \times 10000 \times 452,16 \times (1+1,63) \times 0,86 = 20397947,86 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 3,2 \times 10^{-4} \times 6232,9 \times (10000 \times 452,16 + 20000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = 2237308,42 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 3,2 \times 10^{-4} \times 6232,9 \times 10000 \times 100 \times (1+1,63) \times 0,86 = 4511223,43 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 3,2 \times 10^{-4} \times 6232,9 \times (10000 \times 100 + 20000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = 502478,11 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери МУИиК «Гольяттинская филармония» от пожаров составят:

– если в зрительном зале и сценическом комплексе МУИиК

«Тольяттинская филармония» не будет реализована интеллектуальная система пожарной сигнализации:

$$M(\Pi)_1 = 20397947,86 + 2237308,42 = 22635256,28 \text{ руб./год};$$

– если в зрительном зале и сценическом комплексе МУИиК «Тольяттинская филармония» будет реализована интеллектуальная система пожарной сигнализации:

$$M(\Pi)_2 = 4511223,43 + 502478,11 = 5013701,54 \text{ руб./год.}$$

Стоимость реализации разработанного плана мероприятий представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Разработка проекта интеллектуальной системы пожарной сигнализации в зрительном зале и сценическом комплексе МУИиК «Тольяттинская филармония»	300000
Монтаж интеллектуальной системы пожарной сигнализации в зрительном зале и сценическом комплексе МУИиК «Тольяттинская филармония»	5000000
Стоимость оборудования	2000000
Пуско-наладочные работы	200000
Итого:	7500000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем по формуле 5:

$$P = A + C \quad (5)$$

где А – «затраты на амортизацию систем автоматических устройств, руб./год;

C – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год» [13].

$$P=500000+610000=1110000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 6:

$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} \quad (6)$$

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

$C_{\text{с.о.п.}}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [13].

$$C_2=250000+360000=610000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 7:

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{K_2 \cdot H_{\text{т.р.}}}{100\%} \quad (7)$$

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

$H_{\text{т.р.}}$ – норма текущего ремонта, %» [13].

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{5000000 \times 5}{100} = 250000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 8:

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \times Ч \times ЗПЛ \quad (8)$$

«где $Ч$ – численность работников обслуживающего персонала, чел.;

$ЗПЛ$ – заработная плата 1 работника, руб./мес» [13].

$$C_{с.о.п.} = 12 \times 1 \times 30000 = 360000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств рассчитываются по формуле 9:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (9)$$

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

H_a – норма амортизации, %» [13].

$$A = \frac{5000000 \times 10}{100} = 500000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от реализации плана противопожарных мероприятий в здании муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (10)$$

«где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

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

$M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

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

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год» [13].

Расчёт денежных потоков представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчёт денежных потоков

Год	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	D	$[M(\Pi 1)-M(\Pi 2)]/D$	K_2-K_1	Денежные потоки
1	16511554,74	0,91	15025514,81	7500000	7525514,81
2	16511554,74	0,83	13704590,43	-	13704590,43
3	16511554,74	0,75	12383666,06	-	12383666,06
4	16511554,74	0,68	11227857,22	-	11227857,22
5	16511554,74	0,62	10237163,94	-	10237163,94
6	16511554,74	0,56	9246470,65	-	9246470,65
7	16511554,74	0,51	8420892,92	-	8420892,92
8	16511554,74	0,47	7760430,73	-	7760430,73
9	16511554,74	0,42	6934852,99	-	6934852,99
10	16511554,74	0,39	6439506,34	-	6439506,34

Интегральный экономический эффект от реализации плана противопожарных мероприятий в здании муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» за десять лет составит 93880946,09 рублей.

Вывод по разделу 7.

На сцене муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» предложено реализовать размещение инновационных детекторов со «Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла.

Цель состоит в том, чтобы обнаружить огонь на начальной стадии пожара и очень небольшое количество продуктов сгорания, переносимых через кондиционированный воздух из помещения для более быстрой работе противопожарной завесы и / или открытия вентиляционных отверстий на крыше.

Интегральный экономический эффект от реализации предложенного плана мероприятий в здании муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» за десять лет составит 93880946,09 рублей.

Заключение

Противопожарные требования для культурно-зрелищных учреждений режимного характера указаны в Постановлении Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 21.05.2021) Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» и ВППБ 13-01-94. «Правила пожарной безопасности для учреждений культуры Российской Федерации» (введены в действие Приказом Минкультуры РФ от 01.11.1994 № 736), конструктивные требования представлены в Федеральном законе от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

В ходе проведения исследовательских работ по теме ВКР был проведен анализ пожарной безопасности муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония».

В ходе исследования безопасности для культурно-зрелищных учреждений произведено моделирование театральных пространств для изучения роста и развития пожара.

В качестве основы для этого исследования были использованы результаты испытаний, проведенных Лабораториями Андеррайтеров (UL) для оценки взаимодействия разбрызгивателей, дымоотводов и сквозняков.

Исследование было проведено для оценки активации мер противопожарной защиты, предусмотренных и размещенных в соответствии с современными методами проектирования, регулирующими использование таких мер противопожарной защиты на театральной сцене и авансцене. Были изучены три сценария пожара, и результаты этих моделей CFD суммируются следующим образом:

- из-за потенциального наличия предметов / препятствий над сценой (т.е. декораций и галерей) при пожаре, возникающем на уровне пола, образуется относительно «холодный» и глубокий слой дыма,

что приводит к раннему распространению дыма и позднему времени срабатывания пожарных тепловых извещателей с плавкими вставками.

- результаты показывают, что посетители могут подвергаться воздействию радиационного теплового потока $3,1 \text{ кВт/м}^2$ или выше, что недопустимо в течение более 18 секунд;
- в театрах малого и среднего размера ожидается, что противопожарная завеса закроет портал сцены до наступления неприемлемых условий с точки зрения лучистого тепла;
- датчики скорости нарастания тепла, скорее всего, активируются первыми среди других устройств, таких как дымовые пожарные извещатели и тепловые пожарные извещатели с плавкими соединениями;
- если используются «сверхбыстрые» тепловые датчики с отслеживанием нарастающей скорости тепла, ожидается, что они активируются до (1) любых других «устройств» в диапазоне, моделируемом RTI, и (2) распространения дыма в зрительный зал.

В результате предполагается, что противопожарная завеса будет развернута до включения установки пожаротушения.

Результаты моделирования показывают, что, как правило, установленные на потолке датчики скорости нарастания тепла срабатывают быстрее, чем настенные, расположенные над отверстием в стене авансцены, что приводит к более быстрой работе противопожарной завесы и / или открытию вентиляционных отверстий на крыше.

На исследуемом объекте пожарная сигнализация выполнена с применением дымовых пожарных извещателей типа ИП 212-66 и дымовых линейных пожарных извещателей типа ИДПЛ.

Довольно часто на ранних стадиях пожара на сцене зданий культурно-зрелищных учреждений наблюдается отсутствие дыма, так как происходит интенсивное открытое горение из-за доступа большого количества воздуха в

зону горения. При использовании дымовых пожарных извещателей типа ИП 212-66 и ИДПЛ в камере пожарных извещателей увеличение накопления дыма будет происходить медленнее до тех пор, пока концентрации кислорода в объёме сцены и зрительного зала не упадёт, что при открытых дверях эвакуационных выходов зрительного зала произойдёт не скоро. То есть будет упущено много времени на оповещение о пожаре в объёме сцены, что приведёт к тому, что противопожарный занавес не будет вовремя опущен.

Обычные системы пожарной сигнализации обеспечивают адекватную и экономичную систему пожарной сигнализации для многих небольших зданий. Однако в более крупных и сложных зданиях, в число таких можно включить и здания культурно-зрелищных учреждений, как правило, используются более сложные «интеллектуальные» системы пожарной сигнализации. Эти системы обеспечивают преимущества в скорости обнаружения и определении местоположения пожара.

Результаты моделирования показывают, что, как правило, установленные на потолке датчики скорости нарастания тепла срабатывают быстрее, чем настенные, расположенные над отверстием в стене авансцены, что приводит к более быстрой работе противопожарной завесы и / или открытию вентиляционных отверстий на крыше.

На сцене муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Гольягти «Гольягтинская филармония» необходимо реализовать размещение инновационных детекторов со «Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла.

Рассмотренное изобретение позволяет повысить эффективность системы идентификации пожара за счёт применения инновационных детекторов со «Сверхбыстрыми» и «Очень быстрыми» датчиками скорости нарастания тепла и блока оценки и принятия решений.

Поскольку инфракрасные детекторы пламени не могут реагировать до тех пор, пока не появится пламя, считается практичным также использовать детекторы дыма или пожарные детекторы углекислого газа в сочетании с детекторами пламени в местах, где содержимое может тлеть в случае пожара.

И наоборот, если произошло загорание легковоспламеняющихся веществ или материалов, датчики нарастания температуры пламени сработают до того, как пожарные извещатели дыма или датчики аспирационной системы смогут обнаружить пожар.

Аспирационную систему можно использовать для контроля обратного потока в системе вентиляции в защищаемом помещении.

Аспирационные детекторы содержат небольшой насос, который забирает пробы воздуха в помещении через отверстия в трубопроводе системы в элемент детектора.

Цель состоит в том, чтобы обнаружить огонь на начальной стадии пожара и очень небольшое количество продуктов сгорания, переносимых через кондиционированный воздух из помещения для более быстрой работе противопожарной завесы и / или открытия вентиляционных отверстий на крыше.

Интегральный экономический эффект от реализации предложенного плана мероприятий в здании муниципального бюджетного учреждения искусства и культуры городского округа Тольятти «Тольяттинская филармония» за десять лет составит 93880946,09 рублей.

Процедура проведения инструктажей по охране труда является основой обучения в сфере охраны труда в организации. В МБУИК «Тольяттинская филармония» со всеми работниками своевременно проводится повторный инструктаж.

Для снижения антропогенного воздействия МБУИК «Тольяттинская филармония» на окружающую среду необходимо контролировать условия временного хранения опасных отходов.

Список используемых источников

1. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 (ред. от 21.05.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263 (дата обращения: 13.01.2022).

2. Об утверждении Норм Пожарной безопасности «перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической Пожарной сигнализацией» (НПБ 110-03) [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России , от 18.06.2003 г. № 315. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866575/titles/64U0IK> (дата обращения: 02.01.2022).

3. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13.01.2003 №1/29. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901850788> (дата обращения: 13.02.2022).

4. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 18.01.2022).

5. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (с изменениями на 2 июля 2021 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901711591> (дата обращения: 18.01.2022).

6. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 16.03.2022).

7. Об утверждении Правил создания и ведения государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 23.06.2016 № 572. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102402856> (дата обращения: 18.01.2022).

8. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года № 2398. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573292854> (дата обращения: 21.12.2021).

9. Об утверждении формы заявки о постановке объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет, содержащей сведения для внесения в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе в форме электронных документов, подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью [Электронный ресурс]: Приказ Минприроды России от 23.12.2015 № 554. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420332789> (дата обращения: 11.01.2022).

10. Об утверждении порядка формирования кодов объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, и присвоения их соответствующим объектам [Электронный ресурс]: Приказ Минприроды России от 23.12.2015 № 553. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420332788> (дата обращения: 21.12.2021).

11. Организация обучения безопасности труда. Общие положения [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.004-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136072> (дата обращения: 22.02.2022).

12. Патент № RU2703180C2 «Способ интеллектуального мониторинга охраняемого объекта и устройство для его осуществления», автор – Офицеров Александр Иванович (RU), патентообладатель – Федеральное

государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации» (Академия ФСО России) (RU), подача заявки 31.11.2018 [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2703180C2_20191015 (дата обращения: 21.03.2022).

13. Пособие к СНиПу 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 21.03.2022).

14. Правила пожарной безопасности для учреждений культуры Российской Федерации [Электронный ресурс] : ВППБ 13-01-94. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004456> (дата обращения: 10.01.2022).

15. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 486.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566348486> (дата обращения: 10.01.2022).

16. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения: 10.01.2022).

17. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699 (дата обращения: 13.01.2022).

18. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 21.12.2021).

19. Улюмджиева Гиляна Вячеславовна, Гельманова Маргарита Олеговна CFD как альтернатива экспериментальному моделированию. Достоинства и недостатки // International scientific review. 2016. №18 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/cfd-kak-alternativa-eksperimentalnomu-modelirovaniyu-dostoinstva-i-nedostatki> (дата обращения: 27.03.2022).

20. Boroń Sylwia, Kubica Przemysław Application of computational fluid dynamics CFD for modeling of protection of premises by fixed gaseous extinguishing system // CNBOP-PIB. 2016. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/application-of-computational-fluid-dynamics-cfd-for-modeling-of-protection-of-premises-by-fixed-gaseous-extinguishing-system> (дата обращения: 27.03.2022).

21. Fire Risk Assessments [Электронный ресурс]. URL: <https://www.firesafetyassessmentsltd.co.uk/?p=fire.risk.assessment> (дата обращения: 14.01.2022).

22. Procedure: Fire Risk Assessment [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lambeth.gov.uk/sites/default/files/hr-fra-131117.pdf> (дата обращения: 14.01.2022).

23. Fire safety in the workplace [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gov.uk/workplace-fire-safety-your-responsibilities/fire-risk-assessments> (дата обращения: 14.01.2022).

24. Fire Risk Assessments on Petrol Forecourts [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fireprotectiononline.co.uk/info/fire-risk-assessments-petrol-forecourts/> (дата обращения: 14.01.2022).

25. Independent risk assessment and initial data for calculation [Электронный ресурс]. URL: https://www.fire-smi.ru/jour/article/view/786?locale=en_US (дата обращения: 14.01.2022).