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

Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность
(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка системы оповещения и управления эвакуацией людей на предприятии

Обучающийся М.В. Былым
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Руководитель Н.Ю. Мичурина
(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: «Разработка системы оповещения и управления эвакуацией людей на предприятии».

В разделе «Общая характеристика предприятия» представлено расположение; функциональное назначение; коммунальные и инженерные системы; пожарно-технические характеристики здания(й), имеющиеся системы противопожарной защиты, противопожарное водоснабжение; вид, количество и размещение пожарной нагрузки).

В разделе «Система оповещения и управления эвакуацией людей на предприятия» произведён анализ инцидентов, анализ результатов производственного контроля и перечень выявленных проблем, рисков для безопасной деятельности.

В разделе «Разработка системы оповещения и управления эвакуацией людей на предприятии» рассматривается описание и возможность внедрения современной системы оповещения и управления эвакуацией людей на предприятии, произведена разработка системы оповещения и управления эвакуацией людей на предприятия.

В разделе «Охрана труда» описана действующая система управления охраной труда на объекте; разработана процедура проведения вводного инструктажа по охране труда.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» представлены сведения об объекте, как источнике образования отходов производства и потребления.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» составлен план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте и произведена оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Количественная характеристика ВКР: объем работы составляет 60 страниц, 19 рисунков, 8 таблиц.

Содержание

Введение 4
Термины и определения 6
Перечень сокращений и обозначений 8
1 Общая характеристика предприятия 9
2 Система оповещения и управления эвакуацией людей на предприятия 15
2.1 Анализ инцидентов 15
2.2 Анализ результатов производственного контроля 15
3 Разработка системы оповещения и управления эвакуацией людей на предприятия 22
4 Охрана труда 39
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность 42
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности 46
Заключение 54
Список используемых источников 57

Введение

Сегодня технологические меры, которые обеспечивают эвакуацию из зданий, в основном используются в качестве компенсации, если правила безопасности не могут быть достигнуты обычными средствами из-за специфических условий здания. Однако технологические меры обеспечивают гибкость проектирования и помогают обойти дилеммы (особенно в отношении существующих зданий).

Достижение требуемого уровня безопасности является наиболее важной мерой обеспечения безопасности здания.

Однако технология получает высокий уровень признания только в том случае, если она экономически эффективна. Этого можно добиться с помощью индивидуально подобранных стратегий обеспечения безопасности, в которые интегрированы технологические меры.

Спектр рисков, из которого вытекают требования к проектированию зданий, широк. Следовательно, существует целый ряд факторов, влияющих на эвакуацию из здания. Все люди, находящиеся в здании в чрезвычайной ситуации, должны покинуть здание невредимыми и иметь возможность безопасно выбраться наружу или спастись в безопасном месте без помощи третьей стороны. Поэтому требования в отношении эвакуации к проектировщикам и владельцам зданий высоки.

Цель исследования – разработать систему оповещения и управления эвакуацией людей на предприятия.

Задачи работы:

– ознакомиться с общей характеристикой предприятия (расположение; функциональное назначение; коммунальные и инженерные системы объекта (водоснабжение, электроснабжение, отопление, вентиляция/кондиционирование); пожарно-технические характеристики здания(й) (класс функциональной пожарной опасности, степень огнестойкости и класс конструктивной

пожарной опасности зданий/сооружений и др.), имеющиеся системы противопожарной защиты, противопожарное водоснабжение; вид, количество и размещение пожарной нагрузки);

- провести анализ инцидентов;
- провести анализ результатов производственного контроля;
- представить перечень выявленных проблем, рисков для безопасной деятельности;
- рассмотреть описание и возможность внедрения современной системы оповещения и управления эвакуацией людей на предприятии;
- представить описание действующей системы управления охраной труда на объекте;
- разработать процедуры проведения вводного инструктажа по охране труда;
- провести инвентаризацию экологических аспектов организации;
- выявить антропогенное воздействие объекта на окружающую среду;
- предложить замена старого оборудования на новое;
- разработать план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте;
- произвести оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Меры пожарной безопасности – «действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности» [8].

Негативное воздействие на окружающую среду – воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды [7].

Огнетушитель – «переносное или передвижное устройство для тушения очагов пожара за счет выпуска запасенного огнетушащего вещества» [16].

План эвакуации при пожаре – документ, в котором указаны эвакуационные пути и выходы, установлены правила поведения людей, а также порядок и последовательность действий обслуживающего персонала на объекте при возникновении пожара.

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [19].

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 [8].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [19].

Спасание людей при пожаре – действия по эвакуации людей, которые не могут самостоятельно покинуть зону, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.

Эвакуация людей при пожаре – вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара

Эвакуационный выход – «выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону» [15].

Эвакуационный путь – «путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре» [15].

Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий [7].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения:

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

ЛВС – локально-вычислительная сеть.

ОАО – открытое акционерное общество.

ОТ и ПБ – охрана труда и пожарная безопасность.

ПК – пожарный кран.

ППР – правила противопожарного режима.

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией.

ТК – трудовой кодекс.

ФЗ – федеральный закон.

ЦДП – центральный диспетчерский пункт.

ЧОП – частное охранное предприятие.

1 Общая характеристика предприятия

Здание Служебного корпуса (дома Хомякова) Государственного академического Большого театра России расположено по адресу: ул. Петровка д. 3, стр. 1.

По функциональному назначению – здание административное с классом функциональной пожарной опасности Ф4.3.

В здании находятся помещения: служебные кабинеты, репетиционные залы оперы и оркестра, нотные хранилища, раздевалки, гостевые (служебные) квартиры.

Пожарная опасность веществ и материалов, обращающихся в производстве представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Пожарная опасность веществ и материалов, обращающихся в производстве

Наименование помещения, технологического оборудования	Наименование горючих веществ и материалов	Краткая характеристика пожарной опасности	Средства тушения
Административные и служебные помещения	Электропроводка	Короткое замыкание, искрение, токсичные вещества опасные при вдыхании.	Порошок углекислота
	Мебель, бумага, ткани бытовая и орг. техника	Сгораемый материал, поддерживает горение. Способствует распространению пожара.	Углекислота, порошок
Помещения комбината питания	Электропроводка	Короткое замыкание, искрение, токсичные вещества опасные при вдыхании.	Порошок
	Мебель, торговое оборудование, упаковочная тара	Сгораемый материал, поддерживает горение. Способствует распространению пожара.	Вода, порошок
Складские помещения	Электропроводка	Короткое замыкание, искрение, токсичные вещества опасные при вдыхании.	Порошок Углекислота
	Мебель ,бумага, упаковочная тара, музыкальные инструменты	Сгораемый материал, поддерживает горение. Способствует распространению пожара.	Вода, порошок

Пожарная нагрузка помещений служебного корпуса (дома Хомякова) составляет 15-40 кг/м^2.

Пожарная нагрузка помещений служебного корпуса (дома Хомякова) обуславливается:

- использованием большого количества осветительного оборудования, электробытовых приборов;
- хранение материальных ценностей (ноты, музыкальные инструменты) [12].

Пожарная опасность служебного корпуса (дома Хомякова) обуславливается:

- наличием большого количества людей в здании (в дневное время приблизительно 300 чел., в ночное время 20 чел.);
- сложностью планировки этажей (на -1 этаже предусмотрены 2 подземных перехода в основное здание, на 2 этаже предусмотрен переход во вспомогательный корпус).

Системой газового пожаротушения защищены следующие помещения служебного корпуса (дома Хомякова):

- помещение № 24 – техническое помещение;
- помещение № 46 – электрощитовая;
- помещение № 25 – производство нот;
- помещение № 26 – нотное хранилище;
- помещение № 32 – нотное хранилище;
- помещение № 01– серверная отдела ЛВС;

При входе в каждое помещение, оборудованное системой газового пожаротушения, имеется кнопка ручного пуска системы. Телефон диспетчера фирмы «АСПО», обслуживающей системы противопожарной защиты в здании: (495) 250-73-11 (местные 11-11, 17-14).

Характеристика установок пожаротушения служебного корпуса (дома Хомякова) представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Наличие и характеристика установок пожаротушения на объекте

Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска установок пожаротушения	Порядок включения и рекомендации по использованию
Помещение № 24 – техническое помещение, помещение № 46 – электрощитовая, помещение № 25 – производство нот, помещение № 26 – нотное хранилище, помещение № 32 – нотное хранилище, помещение № 01- серверная отдела ЛВС	Установка газового пожаротушения	Автоматическое срабатывание от датчиков АПС, ручное срабатывание от кнопки на щитке перед входом в данное помещение.	Автоматическое срабатывание. Предусмотрен ручной запуск установки с пульта перед каждым помещением.

Здание служебного корпуса (дома Хомякова) Государственного академического Большого театра России оборудовано системами подпора воздуха и дымоудаления. Характеристика систем дымоудаления и подпора воздуха представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика систем дымоудаления и подпора воздуха

Наименование помещений, защищаемых установками дымоудаления и подпора воздуха	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска установок дымоудаления и подпора воздуха	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Удаление дыма из коридоров этажей	Клапаны дымоудаления, вентиляторы, щиты управления фирмы «КлиматВентМаш».	Включается автоматически при срабатывании АПС	Включается автоматически при срабатывании АПС, но возможно включение систем с компьютера приемной станции АПС, или путем нажатия кнопки, при этом отключается общеобменная вентиляция, лифты блокируются и опускаются на 1-й этаж.
Подпор воздуха в щахты лифтов	Вентиляторы, щиты управления фирмы «Systemair», «Веза».	Включается автоматически при срабатывании АПС	

Клапана подпора воздуха расположены в лестничных клетках и шахтах лифтов. Клапана дымоудаления расположены в коридорах на путях эвакуации. Вентиляционные системы подпора воздуха и дымоудаления находятся на крыше служебного корпуса (дома Хомякова).

Вентиляторы дымоудаления и подпора воздуха находятся на крыше здания.

Клапана дымоудаления расположены в коридорах на путях эвакуации.

Инженерные системы и системы автоматической противопожарной защиты объединены в единую систему защиты, которая позволяет контролировать состояние и дистанционно управлять системами. Для организации контроля за системами в инженерном корпусе Большого театра России организован ЦДП с круглосуточным пребыванием обслуживающего персонала.

Помещения служебного корпуса (дома Хомякова) оборудованы автоматической пожарной сигнализацией (АПС). Сигналы о срабатывании пожарных извещателей поступают на центральную станцию BOSCH UGM2020 далее на АРМ (автоматизированное рабочее место) оператора ЦДП, а также на пункт связи 86 пожарной части. Общее количество извещателей служебного корпуса (дома Хомякова) составляет 468. В здании смонтированы извещатели следующих типов:

- адресные дымовые извещатели;
- адресные ручные извещатели;
- адресные линейные извещатели;
- адресный аспирационные извещатели.

Систем охранного теленаблюдения на базе российского оборудования и программного обеспечения «TRASSIR». Системой видеонаблюдения перекрыты все коридоры здания.

Система оповещения речевого типа. Система оповещения включается автоматически при срабатывании 2-х адресных пожарных извещателей,

ручного извещателя. Ручной запуск предусмотрен из помещений пункта связи 86 пожарной части [17].

Стойки управления системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре находятся в служебном корпусе (доме Хомякова) в аппаратной № 52.

При срабатывании автоматической пожарной сигнализации и системы оповещения происходит разблокирование магнитных замков наружных эвакуационных дверей.

Микрофон установлен в помещении диспетчерской 86 пожарной части в Основном здании Большого театра и предназначен для оперативного управления при возникновении чрезвычайной ситуации.

Наружное противопожарное водоснабжение обеспечивается от городской кольцевой водопроводной сети диаметром 600 мм по улицам Петровка, Копьевский переулок, Театральная площадь, Щепкинский проезд. Ближайшие гидранты расположены:

- на тротуаре по Копьевскому переулку перед основным входом во Вспомогательный корпус на расстоянии 50 метров от служебного корпуса (дома Хомякова);
- на проезжей части улицы Петровка, напротив здания служебного корпуса (дома Хомякова) на расстоянии 10 метров от здания.

В здании имеется внутренний противопожарный водопровод, на котором установлены 42 внутренних пожарных крана. Все ПК оборудованы соединительными гайками типа «Богдановские», прорезиненными рукавами и стволами РС50.

Внутренней противопожарный водопровод служебного корпуса (дома Хомякова) запитан по двум вводам диаметром 300 мм, от насосной станции, расположенной в инженерном корпусе на втором подземном этаже.

В насосной станции установлены 10 насосов-повысителей марки SP-210-5-2 фирмы «Grundfos» (Дания), разделенных на 3 группы.

Производительность 1 группы (4 насоса) – 58,3 л/с каждый, 2 группы (3 насоса) – 58,3 л/с каждый, 3 группы (3 насоса) – 20,8 л/с каждый.

Включение насосов-повысителей производится автоматически при отборе воды от ПК. Развиваемое давление – 10,6 атм.

Категория надежности электроснабжения I от двух независимых источников. Напряжение в сети – 220 и 380 В. Для аварийного питания противопожарных систем защиты предусмотрен дизель – генератор мощностью 900 кВт, расположенный во дворе служебного корпуса, переключение происходит в автоматическом режиме. Электроснабжение отключается в КТП № 3 Основного здания дежурным электриком.

Вентиляция – приточно-вытяжная. Вентиляция включается и отключается с центрального диспетчерского пульта, находящегося в здании Инженерного корпуса.

При необходимости системы вентиляции отключаются с компьютера управления диспетчером ЦДП.

В здании установлено 4 пассажирских лифта. Предусмотрено автоматическое, при срабатывании систем противопожарной защиты, опускание (подъем) лифтов на эвакуационные этажи и открывание дверей [18].

Организовано круглосуточное дежурство сотрудников цеха лифтов.

Выводы по разделу.

В разделе рассмотрены общие сведения о служебном корпусе (дома Хомякова) Государственного академического Большого театра России.

В разделе определено, что пожарную нагрузку усугубляет разветвленная система вентиляции (по вентиляционным каналам возможно распространение огня и дыма).

Стойки управления системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре из Государственного академического Большого театра России находятся в служебном корпусе (доме Хомякова) в аппаратной № 52.

Система оповещения речевого типа.

2 Система оповещения и управления эвакуацией людей на предприятии

2.1 Анализ инцидентов

Пожар в гостевых (служебных) квартирах может возникнуть в связи с большим количеством электронагревательных приборов и электрооборудования. Пожар может получить большое развитие в связи с нахождением там большого количества мебели. При этом может образоваться сильное задымление. При пожаре в гостевых (служебных) квартирах может возникнуть большая сложность с эвакуацией проживающих в связи с обесточиванием здания и возможным возникновением паники.

Пожар в репетиционном хоровом зале может возникнуть в связи с большим количеством осветительных приборов. Пожар может получить большое развитие в связи с наличием большого количества кресел и деревянной отделки зала, в связи с этим возможен переход огня на балкон репетиционного зала, коридоры 1 и 2 этажа. При этом может образоваться сильное задымление во всем здании [6].

Исходя, из оперативно-тактической характеристики здания служебного корпуса (дома Хомякова) Большого театра России наиболее опасными местами возникновения пожара являются гостевые (служебные) квартиры на третьем и четвертом этаже здания и репетиционный хоровой зал.

2.2 Анализ результатов производственного контроля

Работа по контролю за техническим состоянием пожарных гидрантов расположенных в непосредственной близости от охраняемых зданий Большого театра и поддержанию в исправном состоянии осуществлялась в соответствии с «(Инструкцией по содержанию и эксплуатации пожарных гидрантов на сети водопровода г. Москвы» и («Рекомендациями по

организации проверки наружных средств противопожарного водоснабжения в подразделениях пожарной охраны г. Москвы», а также с графиками Главного управления МЧС России по г. Москве и графиками Управления организации деятельности объектовых подразделений Главного управления МЧС России по г. Москве, совместно с представителями ОАО и 33-й пожарно-спасательной части.

Работа по контролю за техническим состоянием внутреннего противопожарного водопровода объекта и поддержанием его в исправном состоянии, осуществляется в соответствии с руководящими документами, с привлечением работников инженерной службы и цеха санитарно-технических систем. В дислокацию 86 пожарной части входят 5 зданий, оборудованных внутренним противопожарным водопроводом.

Все сотрудники учреждения должны соблюдать режим пожарной безопасности, и ответственность за это несет руководство. Его задача — обеспечить и проконтролировать.

Рассмотрим обязанности должностных лиц театра.

Ответственный заместитель генерального директора (в период подготовки и проведения спектаклей на Основной и Новой сцене):

- организует взаимодействие должностных лиц театра, 86 пожарной части, ЧОП «Большой Карат» по эвакуации зрителей, артистов и сотрудников театра;
- после принятых мер по эвакуации людей, докладывает в штаб пожаротушения о принятых им мерах и поступает в распоряжение руководителя тушения пожара.

Главный инженер (заместитель главного инженера):

- организует взаимодействие технических служб по обеспечению устойчивой работы противопожарных систем;
- прибывает в штаб пожаротушения и поступает в распоряжение руководителя тушения пожара.

Начальник службы охраны объекта (заместитель начальника службы охраны объекта):

- организует освобождение территории от автотранспорта и открытие проездов с улицы Большая Дмитровка и улицы Петровка;
- организует эвакуацию людей в атриум Административно-вспомогательного корпуса;
- координирует работу службы охраны объекта и ЧОП «Большой Карат»;
- сообщает в штаб пожаротушения о количестве эвакуируемых и наличии людей в здании.
- прибывает в штаб объекта.

Начальники цехов и служб театра:

- собирают сведения об эвакуированных сотрудниках своих цехов и докладывают в службу охраны объекта;
- находятся на связи со штабом объекта.

Главный администратор (старший администратор) при получении сообщения о пожаре во время спектакля, действует в соответствии с приказами по эвакуации из Основного здания и здания Новой сцены, при этом взаимодействует с 86 пожарной частью, службой охраны объекта и ЧОП «Большой Карат».

Главный специалист службы главного инженера по пожарной безопасности:

- сообщает членам добровольной пожарной дружины;
- прибывает в штаб пожаротушения;
- организует взаимодействие должностных лиц театра, 86 пожарной части, городских пожарных частей, службы охраны объекта, технических служб и других служб по тушению пожара;
- координирует работу штаба объекта со штабом пожаротушения;
- совместно со службой охраны объекта организует встречу городских пожарных частей;

– консультирует сотрудников штаба пожаротушения по специфике объекта, его особенностях, возможных путях развития пожара.

Члены добровольной пожарной дружины:

– получив информацию о пожаре, прибывают к месту пожара в боевой одежде пожарного с первичными средствами пожаротушения (огнетушители), принимают участие в организации эвакуации людей из здания театра;
– прибывают в штаб объекта и выполняют распоряжения руководителя тушения пожара.

Главный специалист службы диспетчеризации инженерных систем и технической документации (дежурный инженер службы главного инженера):

– сообщает о пожаре ответственному заместителю генерального директора (в период подготовки и проведения спектакля) и заместителю генерального директора – главному инженеру;
– координируют работу технических и дежурных служб театра до прибытия своих руководителей (в рабочее время);
– координирует работу штаба объекта со штабом пожаротушения;
– организует взаимодействие технических служб по обеспечению устойчивой работы противопожарных систем;
– прибывают в штаб пожаротушения и выполняет распоряжения руководителя тушения пожара;
– постоянно поддерживает связь с диспетчером службы главного инженера и вызывает через него необходимых специалистов театра в штаб пожаротушения.

Диспетчер службы диспетчеризации инженерных систем и технической документации (дежурный диспетчер службы главного инженера) получив информацию о пожаре от диспетчера 86 пожарной части:

а) сообщает о пожаре:

1) главному специалисту службы диспетчеризации инженерных систем и технической документации (дежурному инженеру службы главного инженера);
2) дежурному электрику;

б) поддерживает постоянную связь с оповещенными о пожаре работниками театра;

в) ведет записи сообщений в журнале;

г) далее действует в соответствии со своей должностной инструкцией.

Диспетчер участка противопожарных систем Новой сцены службы диспетчеризации инженерных систем и технической документации:

– действует в соответствии со своей должностной инструкцией;
– при пожаре не в здании Новой сцены через систему оповещения о пожаре, оповещает артистов и сотрудников театра о необходимости срочного освобождении ими проездов от личного автотранспорта;
– открывает подъезд № 2.

Начальники смен службы охраны объекта:

– обеспечивают беспрепятственный пропуск личного состава 86 пожарной части и прибывших городских пожарных подразделений к месту пожара, организуют открытие дверей соответствующих подъездов, указывают ближайшие пути следования к месту пожара, при срабатывании системы оповещения о пожаре, обеспечивают открытие дверей подъездов по периметру театра на всю ширину дверных проемов, и оказывают помощь в эвакуации людей и предотвращении паники;
– при необходимости вскрывают опломбированные помещения, с последующим составлением акта;
– прибывают вместе с дежурными, находящимися в резерве, в штаб объекта для выполнения распоряжений руководителя тушения пожара;

– направляют эвакуируемых людей в Атриум административно-вспомогательного корпуса (при пожаре в административно-вспомогательном корпусе – в вестибюль здания Новой сцены);
– получив информацию о пожаре от диспетчера 86 пожарной части, оповещает начальника службы охраны объекта, руководство театра, сообщает на все посты (во все здания) службы охраны объекта и дежурной смене ЧОП «Большой Карат».

Начальники смен Основного здания и здания Новой сцены организуют эвакуацию маломобильных групп граждан.

Начальник смены инженерного корпуса обеспечивает пропуск прибывающих городских подразделений пожарной охраны на территорию объекта с улицы Большая Дмитровка и улицы Петровка.

Дежурный диспетчер цеха лифтов, получив информацию о пожаре от диспетчера службы диспетчеризации инженерных систем и технической документации (дежурного диспетчера службы главного инженера), сообщает об этом дежурному электромеханику, который прибывает в штаб объекта и выполняет распоряжения руководителя тушения пожара.

Дежурный электрик электротехнического цеха:
– получив информацию о пожаре от диспетчера службы диспетчеризации инженерных систем и технической документации (дежурного диспетчера службы главного инженера), прибывает к месту возникновения пожара, с необходимым инструментом;
– по требованию сотрудников 86 пожарной части обесточивает помещения в зоне пожара и выдает допуск на тушение пожара на отключенном энергетическом оборудовании;
– в случае наличия в помещении источника бесперебойного питания UPS, предупреждает об этом сотрудников пожарной охраны;
– прибывает в штаб пожаротушения и выполняет распоряжения руководителя тушения пожара.

Дежурный электромеханического цеха:

– получив информацию о пожаре от диспетчера службы диспетчеризации инженерных систем и технической документации (дежурного диспетчера службы главного инженера), проверяет закрытие противопожарного занавеса, противопожарных штор и ворот;
– в случае отказа противопожарного занавеса, противопожарных штор и ворот, принимает меры к их закрытию;
– прибывает в штаб объекта.

Выводы по разделу.

В разделе произведён анализ инцидентов, анализ результатов производственного контроля и перечень выявленных проблем, рисков для безопасной деятельности.

Определено, что исходя, из оперативно-тактической характеристики здания служебного корпуса (дома Хомякова) Большого театра России наиболее опасными местами возникновения пожара являются гостевые (служебные) квартиры на третьем и четвертом этаже здания и репетиционный хоровой зал.

Системы противопожарной защиты зданий, сооружений и строений обеспечивают возможность эвакуации людей в безопасную зону до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара.

Кабели и провода систем противопожарной защиты, систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации сохраняют работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону. Светильники аварийного освещения на путях эвакуации с автономными источниками питания обеспечены устройствами для проверки их работоспособности при имитации отключения основного источника питания. Ресурс работы автономного источника питания обеспечивает аварийное освещение на путях эвакуации в течение времени эвакуации людей в безопасную зону.

3 Разработка системы оповещения и управления эвакуацией людей на предприятия

В здании служебного корпуса (дома Хомякова) Большого театра России при проведении репетиции находятся около 200 человек артистов, около 50 человек рабочего персонала театра, который находится на всех этажах здания.

На данное здание разработана инструкция по эвакуации, утвержденная приказом Генерального директора Большого театра РФ.

План эвакуации из помещений 1-го этажа представлен на рисунке 1.

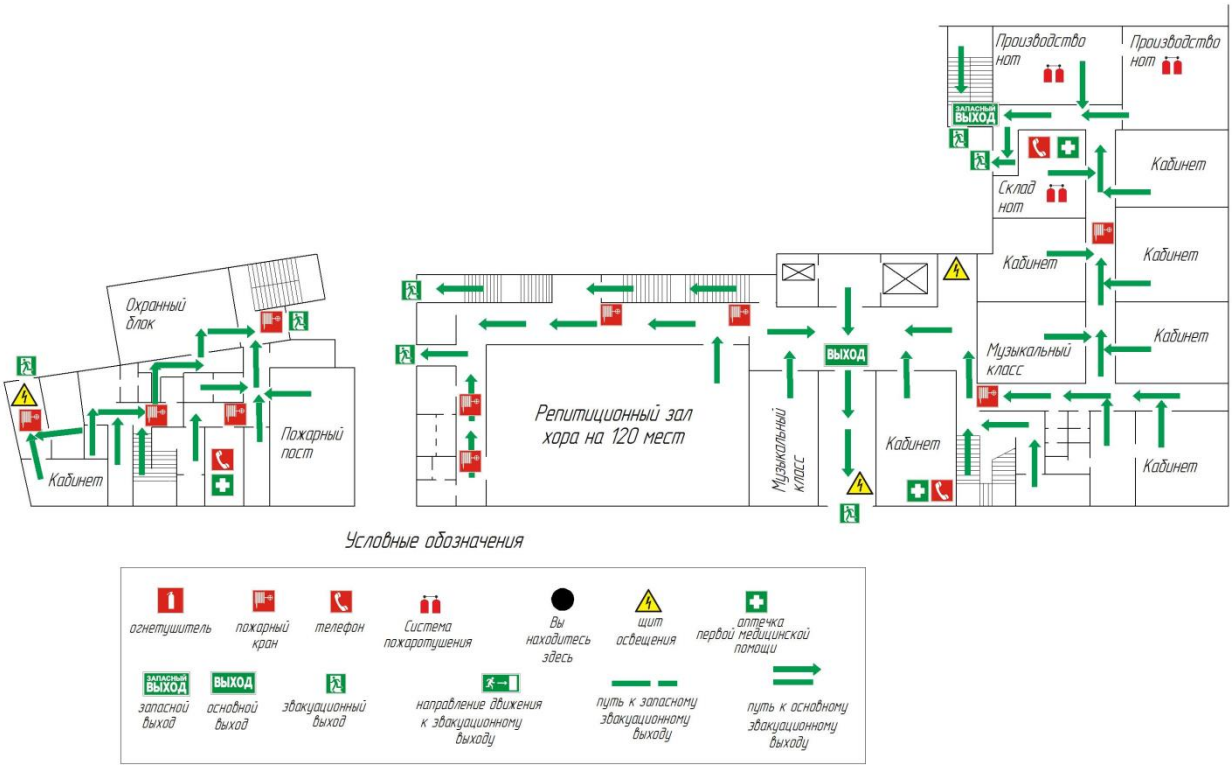


Рисунок 1 – План эвакуации из помещений 1-го этажа

На уровне 2-го этажа предусмотрен переход в здание Административно-вспомогательного корпуса.

План эвакуации из помещений 2-го этажа представлен на рисунке 2.

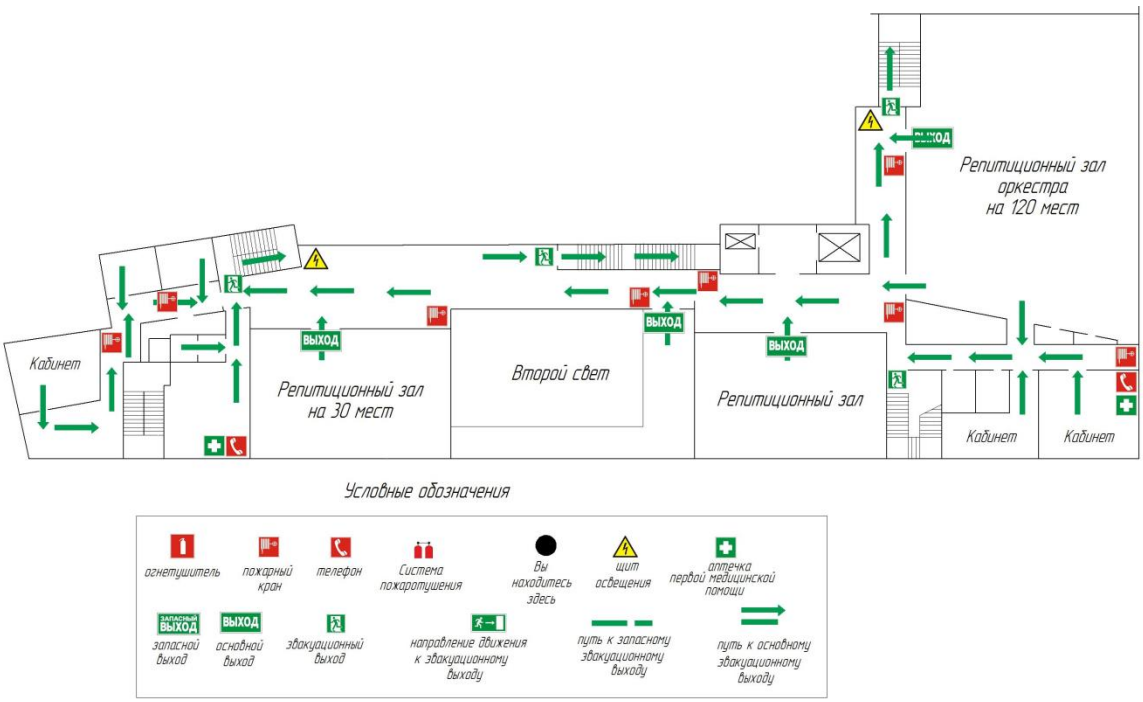


Рисунок 2 – План эвакуации из помещений 2-го этажа

На уровне 3-го этажа предусмотрен надземный воздушный переход в Основное здание. План эвакуации из 3-го этажа представлен на рисунке 3.

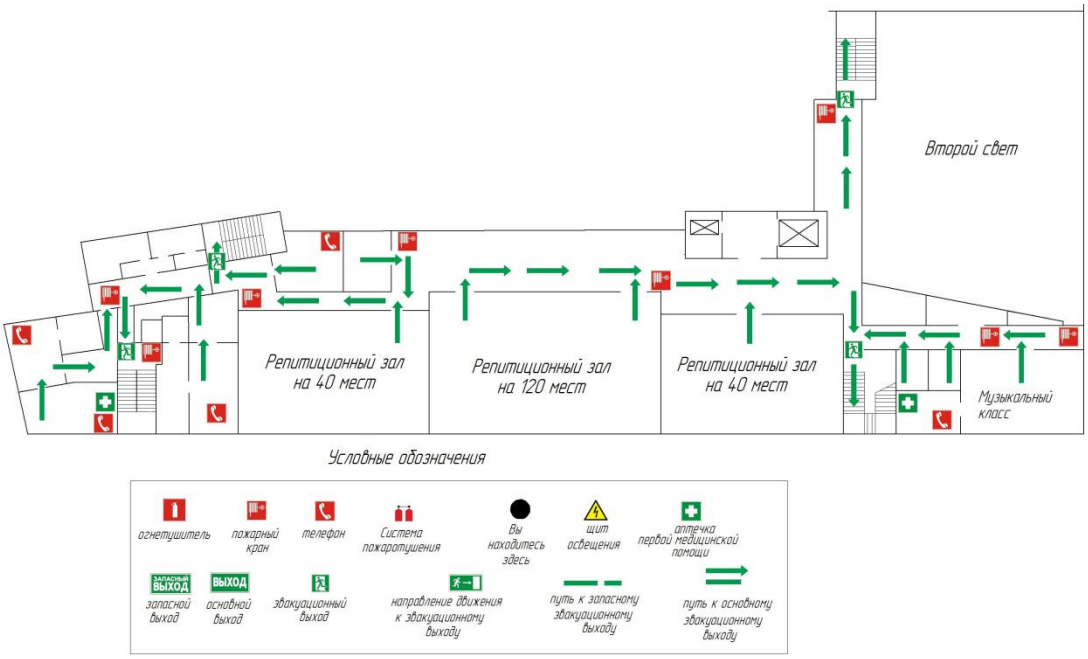


Рисунок 3 – План эвакуации из помещений 3-го этажа

План эвакуации из помещений 4-го этажа представлен на рисунке 4.

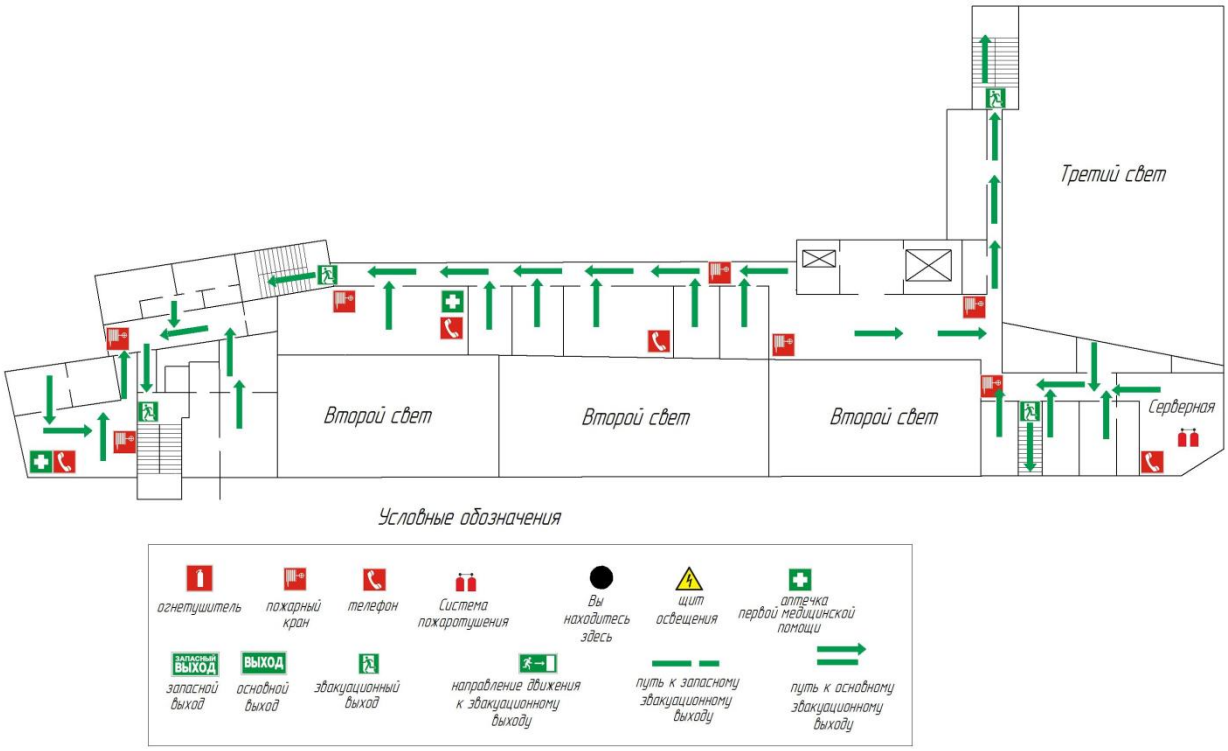


Рисунок 4 – План эвакуации из помещений 4-го этажа

Эвакуация артистов и рабочего персонала из служебного корпуса (дома Хомякова) производится:

– с 1 этажа выходы наружу через 2,4,6,8,10,11 подъезды;
– со 2,3,4 этажа по л/к № 1,5,6 со спуском на 1 этаж и выходом наружу через 4,6,10 подъезды;
– из гостевых (служебных) квартир по л/к № 2 с выходом наружу через 1 подъезд, по л/к №7 с выходом наружу.

В области противопожарной защиты термин «системная инженерия» стал общим для обозначения технологических мер. «Технические меры не сводятся только к противопожарной защите. Они предлагают потенциал оптимизации для достижения целевого уровня безопасности и помогают повысить этот уровень» [1].

Безопасность и достижение цели защиты улучшаются главным образом за счет поддержки направления людей по доступным путям эвакуации и снижения риска дезориентации и нежелательного (например, панического) поведения.

Если возникает опасная ситуация, остается очень мало времени для успешной эвакуации пострадавших людей. В течение этого периода времени инцидент должен быть идентифицирован или обнаружен, и должно быть произведено оповещение пострадавших лиц (для самоспасения), а также групп помощи и спасения (для эвакуации). На основе идентификации опасности и оповещения пострадавшим лицам указывается на опасность, чтобы они могли начать эвакуацию. Период между оповещением и завершением эвакуации здесь определяется как эвакуация [1].

«Существуют различные типы маршрутизации эвакуации в зависимости от используемых концепций и элементов. Прежде всего, существует статическая и пассивная, которые устанавливаются внутри здания и указывают на пути эвакуации и аварийные пути» [24].

«Для поддержки эвакуации используются оптические и акустические устройства, которые выходят за рамки статической сигнализации или маркировки. Они используются таким образом, что становятся активными или включаются только в случае необходимости, например, при использовании защитного освещения (с подсветкой или подсветкой), систем управления безопасностью с электроприводом или воспроизведения записанного объявления системой речевой сигнализации. Такие продукты позволяют реагировать на опасные ситуации, в то время как они не допускают изменения в отношении отображения их статуса. Динамическая маршрутизация эвакуации основывается на этом, но также выходит за рамки системы. Это позволяет использовать одноразовую переменную разметку направления в начале эвакуации (например, разметка указывает наверх / вниз, направо / налево или маршруты утверждены / закрыты)» [4].

На рисунке 5 показан функциональный принцип адаптивного маршрута эвакуации, иллюстрирующий событие пожара. С помощью рисунка видно, что имеющиеся пожарные извещатели, обычно используемые для быстрого определения опасности, не подходят для наблюдения за путями эвакуации. Пожарные извещатели обычно устанавливаются на потолке, поскольку именно там они могут наиболее быстро идентифицировать дым или газы. Наблюдение за путями эвакуации с точки зрения доступности должно быть ниже 2,20 м, где находятся эвакуируемые лица.

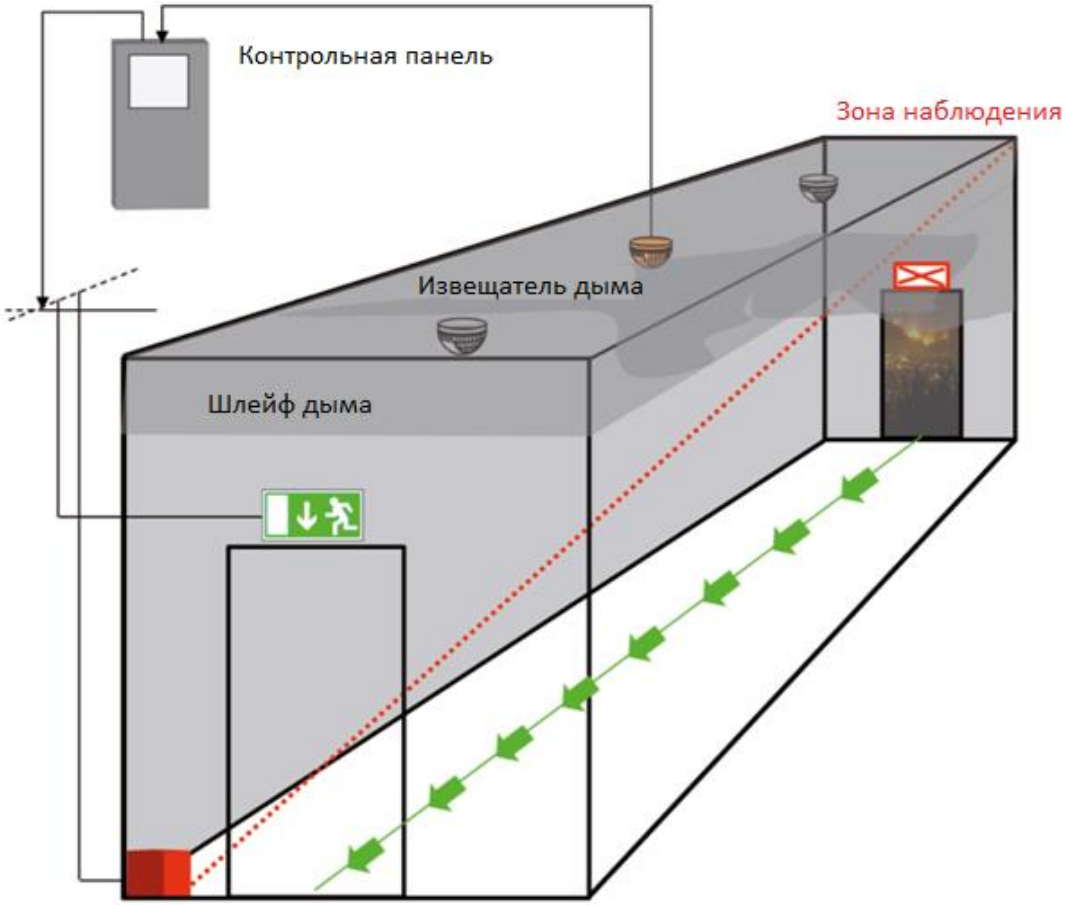


Рисунок 5 – Функциональный принцип адаптивного маршрута эвакуации

«Для оценки доступности путей эвакуации различные технологии и средства могут быть объединены в целостную концепцию (например, пожарный извещатель, видеокамеры, (оптические, акустические, тактильные) устройства сигнализации, лифты, стационарные и мобильные телефоны,

мессенджеры и системы управления зданием. С помощью определенной информации о доступности путей эвакуации могут быть адресованы сигналы, указывающие путь, и может быть отображен наиболее безопасный маршрут эвакуации. Таким образом, возможно блокирование и закрытие путей эвакуации» [25].

«Современные технологические разработки, такие как системы позиционирования внутренних помещений, моделирование маршрутов эвакуации, а также интеграция подходящих лифтов, эскалаторов, могут поддерживать адаптивную маршрутизацию эвакуации» [3].

Термины «активный» и «динамичный» часто используются как синонимы. В определенной степени эти концепции основаны на одних и тех же элементах.

Активные концепции или системы устанавливаются внутри здания и включаются в случае необходимости. Они становятся активными. Динамические концепции или системы являются развитием активных концепций. В случае необходимости они не только становятся активными или включаются, но и могут дополнительно направлять в разные направления эвакуации, в то время как направление в случае инцидента определяется один раз и остается до конца эвакуации [22].

Адаптивные концепции или системы представляют собой дальнейшую стадию развития. Они становятся активными в случае необходимости, способны указывать различные направления эвакуации и могут адаптироваться к развитию опасной ситуации в отличие от активных и динамичных систем. Следовательно, они могут гибко регулировать направление эвакуации во время эвакуации. Таким образом, адаптивные концепции подразумевают наблюдение за путями эвакуации с учетом их доступности.

Светильники аварийных знаков классической системы безопасного освещения могут, например, эксплуатироваться на рабочем месте в нерабочем режиме. Таким образом, как правило, эти аварийные сигнальные

светильники выключены. В случае пожара внутри здания светильники могут включаться автоматически и при этом становиться активными. Если светильники аварийного знака показывают неизменное направление, как правило, изначальный маршрут эвакуации отображается независимо от опасной ситуации. Мы говорим об активном маршруте эвакуации. Если светильники имеют переменную индикацию направления, в зависимости от начальной ситуации опасности, то есть может отображаться альтернативный маршрут эвакуации (запасной маршрут эвакуации), а «опасная зона (например, пожарный отсек) может быть оптически закрыта с помощью значков блокировки. Мы говорим о динамической маршрутизации эвакуации. Однако адаптивный маршрут эвакуации реагирует на дальнейшие сообщения, например, с панели управления пожарной сигнализацией и системы наблюдения за маршрутами эвакуации, и постоянно корректирует направление эвакуации в зависимости от развития опасности – например, распространения дыма» [2].

Обычно после обнаружения пожара остается менее десяти минут, чтобы предупредить людей, находящихся в опасности, и завершить эвакуацию из здания. В зонах зданий, непосредственно затронутых пожаром, у людей в зоне воздействия ОФП есть всего две-три минуты, рассчитанные с момента начала оповещения, в течение которых они могут покинуть непосредственно затронутую опасную зону, не пострадав [21].

«Во-первых, дым и газы собираются под потолками по тепловым причинам и оттуда распространяются по всему помещению. Видимость ограничена дымом. Газы содержат токсичные вещества (например, монооксид углерода, синильную кислоту) и вещества, которые раздражают слизистые оболочки (например, двуокись углерода) и которые вредны для людей и влияют на их восприятие. Тем самым затрудняется ориентация убегающих лиц» [25].

Помимо вредного воздействия на людей, огонь может препятствовать имеющимся мерам защиты. Например, идентификация ориентиров и

аварийных обозначений, которые могут быть установлены высоко, но также и освещение, могут быть значительно затруднены.

Некоторые характерные особенности пожара, такие как, например, видимость, температура и концентрация веществ, могут быть использованы для обнаружения, запуска мер противопожарной защиты и пожаротушения, а также для наблюдения за доступностью путей эвакуации.

На рисунке 6 показан схематический эскиз здания. Проиллюстрированный этаж пространственно разделен на четыре сегмента. Маркировка осуществляется с помощью пассивных элементов.

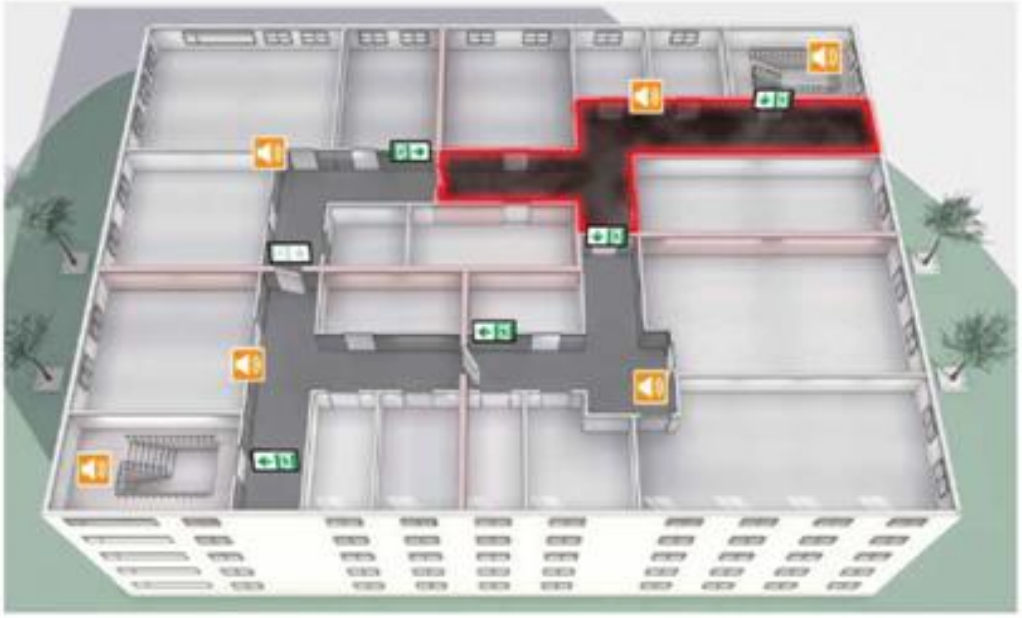


Рисунок 6 – Схематический эскиз здания

Как показано на рисунке 6, пассивные элементы не реагируют на опасность.

На рисунке 7 показано, что при использовании активного маршрута эвакуации сигнальные устройства, указывающие на маршрут эвакуации, включаются независимо от опасной ситуации в случае опасности. В комплект входят, например, разметка путей эвакуации в неуправляемом режиме и записанные объявления системы речевой сигнализации.

Кроме того, может быть включена разметка пола.

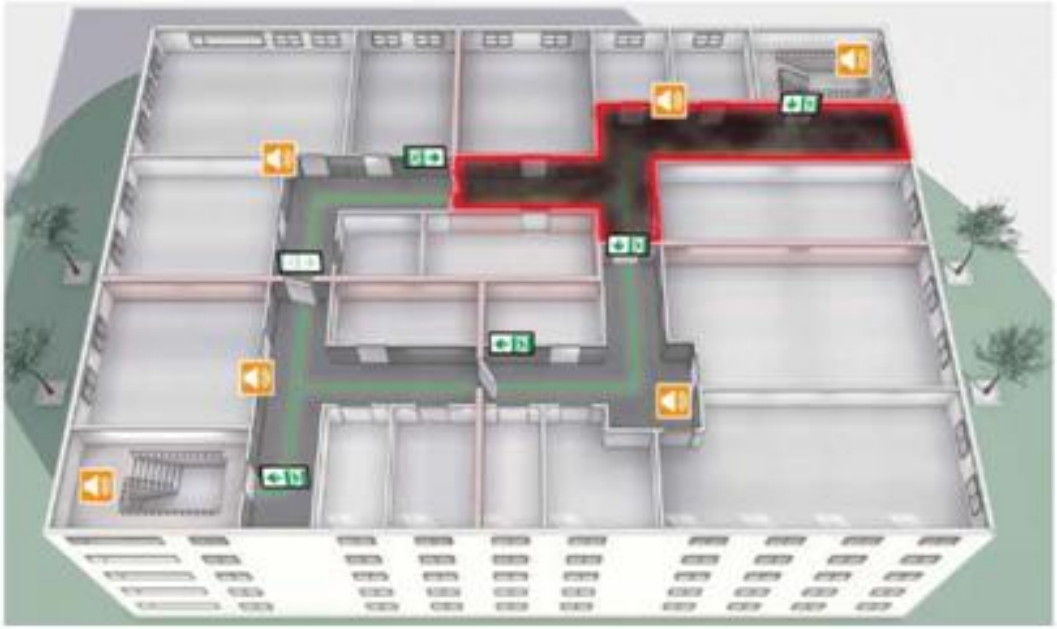


Рисунок 7 – Использование активного маршрута эвакуации

Динамическая маршрутизация эвакуации дает возможность давать указания один раз.

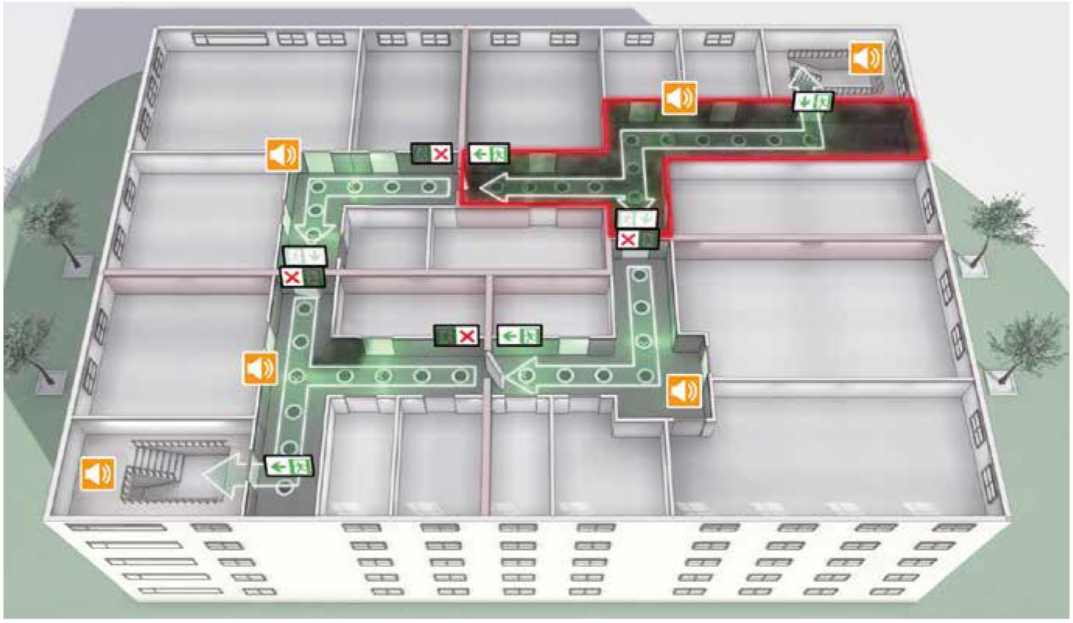


Рисунок 8 – Схематический эскиз здания с динамическим маршрутом эвакуации (динамические указатели эвакуации и наземные указатели, а также голосовые сигналы тревоги) в зависимости от опасной ситуации

Как показано на рисунке 8, система наведения на пути эвакуации изменяет отображение направления в сопоставимой опасной ситуации, как показано на рисунках 6 и 7.

«Динамический маршрут эвакуации способен реагировать на опасность, изменяя отображение направлений эвакуации. В зависимости от опасной ситуации он может указать кратчайший путь из опасной зоны и направить людей по оставшимся путям эвакуации, например, наружу. Опасная зона будет оптически заблокирована с помощью значков блокировки снаружи» [25]. Напольная система обеспечения безопасности, проиллюстрированная здесь стробоскопами, поддерживает эвакуацию, особенно в опасной зоне. «Кроме того, в зависимости от опасной ситуации инициируются объявления об эвакуации с помощью речевого оповещения. Все сигнальные устройства, указывающие пути эвакуации, способны адаптироваться к опасной ситуации только один раз, а именно в начале эвакуации, а затем оставаться в своем состоянии до окончания опасности» [23].

Если системы являются «адаптивными или динамическими, это, как правило, зависит от концептуальной интеграции ее элементов, включая контроль доступности путей эвакуации. Знаки для обозначения путей эвакуации являются пассивными, в то время как маркировка с подсветкой и общие объявления об эвакуации системы речевой сигнализации, которые включаются в случае опасности, классифицируются как активные. Если сигнализация путей эвакуации постоянно адаптирована к условиям окружающей среды в соответствии с развитием опасности, она определяется как адаптивная. Это относится как к оптическим системам наведения, так и к громкоговорителям речевого оповещения или тактильным системам» [25].

«При адаптивной маршрутизации эвакуации маршруты эвакуации постоянно контролируются, чтобы доказать их доступность. Адаптивная система распознает, если путь эвакуации больше недоступен (например, дым, газы, препятствия), и автоматически перенаправляет систему наведения

безопасности с помощью оптического и акустического отображения безопасных путей эвакуации» [24].

«Ядром адаптивной маршрутизации эвакуации является управление сигнализацией маршрута эвакуации посредством постоянной оценки опасной ситуации. Поступающая информация об опасностях (например, пожарные извещатели) непрерывно оценивается центральной системой пожарной сигнализации и передается на сигнальные устройства и при необходимости принимает дополнительные меры. В то же время информация о доступности путей эвакуации и эвакуации (например, детекторы путей эвакуации) анализируется и включается в оценку» [24].

На рисунке 9 представлен пример использования адаптивной системы маршрутизации системы обеспечения эвакуации из помещений Большого театра РФ.

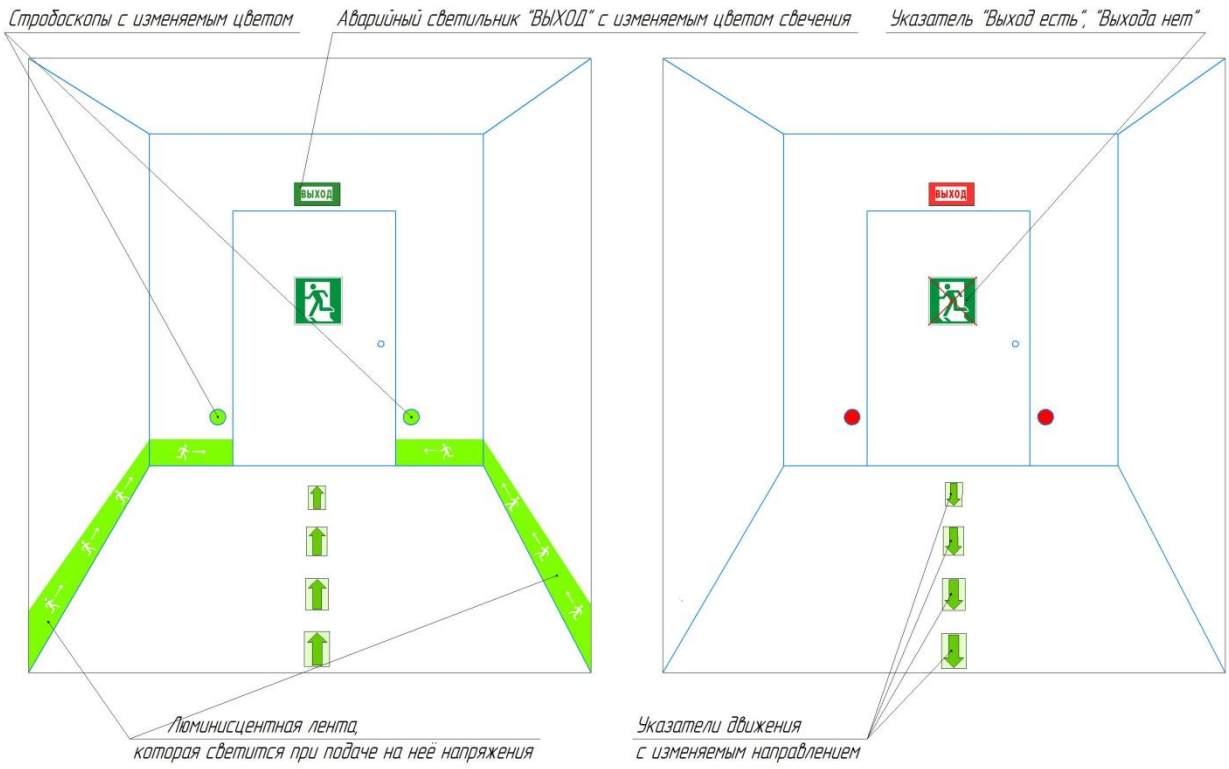


Рисунок 9 – Пример использования адаптивной системы маршрутизации системы обеспечения эвакуации из помещений Большого театра РФ

Если, например, произойдет пожар, путь эвакуации в опасную зону будет закрыт. В этом случае светильник с указателем аварийного выхода и напольный светильник указывают путь в направлении вестибюля лифта, таким образом, в безопасную зону.

Рядом с разметкой используется маркировка путей эвакуации с подсветкой или подсветкой в поддерживаемом или не поддерживаемом режиме. Они питаются от источника питания с автоматическим запуском в целях безопасности, чтобы сохранить функциональность, или их можно активировать в случае отключения электроэнергии.

«Акустическая сигнализация используется для оповещения в случае возникновения опасной ситуации. Все чаще объявления по громкоговорителям используются с помощью систем голосовой сигнализации. Они имеют преимущества перед простыми акустическими сигнальными устройствами, такими как рожки или колокольчики, например, они сокращают время эвакуации, особенно в зданиях с незнакомыми посетителями» [25].

«Кроме того, для акустической сигнализации направлений путей эвакуации доступны сигналы ориентации пути эвакуации с различными интервалами импульсов и модуляциями. Поэтому необходимо использовать единую адресную систему громкоговорителей» [25]. Для регулируемого по времени использования сигнальных устройств необходимы индивидуально адресные громкоговорители.

Центральное оборудование системы оповещения комплекса зданий расположено в закрытом 19" шкафу на посту охраны на 1-м этаже.

Центральное оборудование будет состоять из модулей:

- аварийная панель JEDIA JEU-211A (рисунок 10);
- блок аварийных сообщений для аварийной панели JEDIA JEU-211AMA (рисунок 11);
- аварийный коммутатор JEDIA JES-120A (рисунок 12);

– многофункциональный блок реле на 20 каналов JEDIA JRG-220A (рисунок 13);
– усилитель мощности 360 Вт\100В JEDIA JPA-360DP, с приоритетным входом (рисунок 14);
– блок питания JEDIA JPD-322A с автоматическим включением (рисунок 15);
– блок автономного аварийного питания и зарядное устройство JEDIA JEP-352 (рисунок 16);
– блок контроля линий громкоговорителей JEDIA JSC-132 (рисунок 17).

Рисунок 10 – Аварийная панель JEDIA JEU-211A

При поступлении сигнала о пожаре, устройство обеспечивает индикацию возгорания (звуковой и световой сигналы) по месту своего нахождения. В течение первых 10 секунд в зону пожара подаёт звуковой сигнал, затем воспроизводит сообщение, записанное на блоке аварийных сообщений.

Рисунок 11 – Блок аварийных сообщений для аварийной панели JEDIA JEU-211AMA

Рисунок 12 – Аварийный коммутатор JEDIA JES-120A

Имеет 20 ПЦН входов, с помощью которых принимается аварийный сигнал от пожарной сигнализации. Имеет 21 клавишу для 20-зонального ручного выбора линий трансляции при аварийной ситуации.

Рисунок 13 – Многофункциональный блок реле на 20 каналов JEDIA JRG-220A

Громкоговорители управляются с помощью реле, срабатывающих по сигналу от встроенной матрицы. Сообщения могут направляться на громкоговорители по сигналу с аварийного коммутатора, удаленной микрофонной консоли, селектора зон. Текущее состояние сигнализируется светодиодными индикаторами. Громкоговорители подключаются по двухполюсной схеме как для обычных сообщений.

Рисунок 14 – Усилитель мощности 360 Вт\100В JEDIA JPA-360DP, с приоритетным входом

Одноканальный усилитель с выходной мощностью 360W (RMS). Система защиты от перегрузок и коротких замыканий в линии громкоговорителя, ограничение перегрузок. Приоритетный вход для обеспечения приоритета аварийных сообщений над второстепенными сигналами.

Рисунок 15 – Блок питания JEDIA JPD-322A с автоматическим включением

Блок питания. Имеет разъем подключения к сети переменного тока для питания всей стойки. Выходные терминалы 24В для питания устройств, объединенных в ту же стойку. Устройство резервного питания стойки 24В от аккумуляторных батарей при отключении сети переменного тока.

Рисунок 16 – Блок автономного аварийного питания и зарядное устройство JEDIA JEP-352

Блок автономного аварийного питания обеспечивает автоматическое переключение питания с переменного на постоянный ток при отсутствии напряжения в сети. Имеет возможность работы как от встроенной, так и от внешней батареи.

Рисунок 17 – Блок контроля линий громкоговорителей JEDIA JSC-132

С помощью речевого оповещения люди, находящиеся внутри здания, могут получить инструкции, зависящие от конкретной ситуации, например, закрыть окна или избегать определенных зон внутри здания.

Вывод по 3 разделу.

В разделе рассматривалась возможность внедрения современной системы оповещения и управления эвакуацией людей.

Предложена адаптивная система управления эвакуацией.

В отличие от статического, активного и динамического маршрута эвакуации, в случае возникновения опасной ситуации адаптивный маршрут эвакуации дает преимущество путём изменения маршрута эвакуируемых лиц в соответствии с развитием опасной ситуации. С развитием пожара пути эвакуации и лестницы, которые, возможно, были безопасными, могут стать недоступными в кратчайшие сроки. В этом случае эвакуируемые лица должны быть перенаправлены на альтернативные пути эвакуации или лестницы и перенаправлены вокруг вновь созданных опасных зон.

При пожаре более высокая скорость эвакуации может быть достигнута благодаря мерам адаптивного маршрута эвакуации, которые помогают избежать застоев и задержек во внезапно возникающих опасных зонах.

С помощью целенаправленного маршрута эвакуации, адаптированного к ситуации, людей можно вывести из опасной зоны без образования узких мест на пути и чрезмерного использования сборных зон внутри здания. Часто для эвакуации используются хорошо известные маршруты и основные маршруты, что может привести к чрезмерному их использованию, что

повысит плотность людского потока в узких местах, таких как выходы, лестницы или двери.

Это места, подверженные заторам, где может возникнуть паническое поведение.

Адаптивная схема эвакуации может сократить продолжительность эвакуации, если группы людей будут направлены по безопасным маршрутам эвакуации и если можно избежать скоплений людей, а также отклонений от правил обеспечения безопасности при эвакуации.

Предложен состав центрального оборудования системы оповещения комплекса зданий Большого театра РФ.

С помощью речевого оповещения люди, находящиеся внутри здания, могут получить инструкции, зависящие от конкретной ситуации, например, закрыть окна или избегать определенных зон внутри здания.

4 Охрана труда

Система управления охраной труда является составной частью административной системы управления.

Возглавляет СУОТ руководитель объекта – генеральный директор Большого театра РФ.

Ответственным лицом за организацию и проведение мероприятий по охране труда является специалист по охране труда.

Проведение всех видов инструктажей по охране труда регулируется постановлением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 года № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» [9].

«Для всех принимаемых на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель (или уполномоченное им лицо) обязаны проводить инструктаж по охране труда» [13].

«Все принимаемые на работу лица, а также командированные в организацию работники и работники сторонних организаций, выполняющие работы на выделенном участке, обучающиеся образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящие в организации производственную практику, и другие лица, участвующие в производственной деятельности организации, проходят в установленном порядке вводный инструктаж, который проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя (или уполномоченного им лица) возложены эти обязанности» [13].

«Вводный инструктаж по охране труда проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя (или уполномоченного им лица) возложены эти обязанности» [13].

Процедура по охране труда в части проведения вводного инструктажа изображена на рисунке 18.

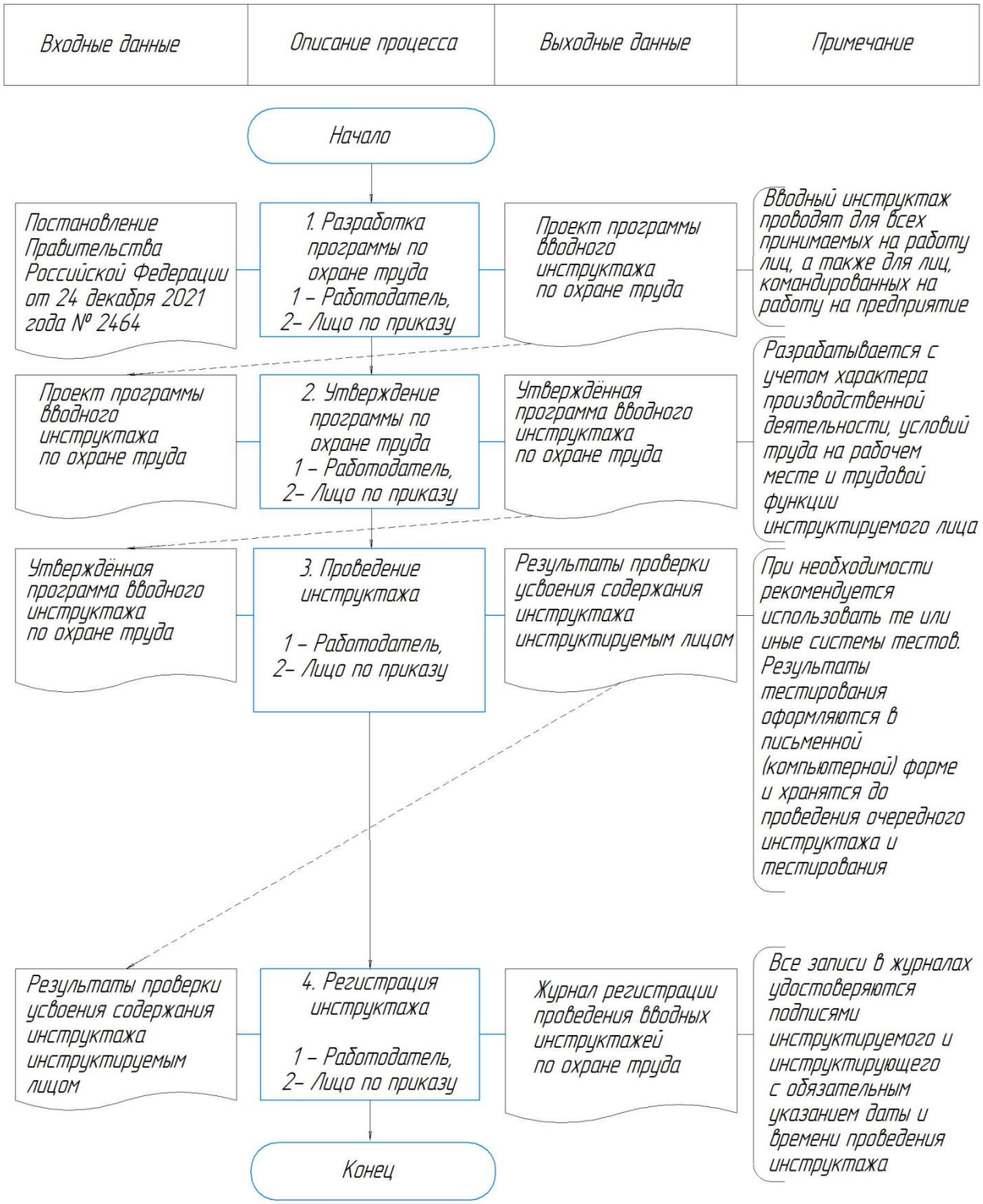


Рисунок 18 – Регламентированная процедура по охране труда

«Вводный инструктаж по охране труда проводится по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности

организации и утвержденной в установленном порядке работодателем (или уполномоченным им лицом)» [13].

«Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа» [13].

Разработка регламентированной процедуры по охране труда поможет в оценке результатов деятельности в сфере охраны труда.

Выводы по 4 разделу.

В разделе рассмотрена структура организации управления системой охраны труда Большом театре РФ.

Определено, что возглавляет СУОТ руководитель объекта – генеральный директор Большого театра РФ.

В разделе разработана процедура по охране труда в части проведения вводного инструктажа по охране труда.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

В результате деятельности образуются отходы, при обращении с которыми могут иметь место негативное воздействие на окружающую среду [9].

Перечень отходов и их класс опасности представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень отходов и их класс опасности

Отходы	Класс опасности	Предельное накопление	
		т	$м^3$
«Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства» [10]	1	0,02	0,01
«Масло моторное отработанное» [10]	3	3	3
«Масло трансмиссионное отработанное» [10]			
«Обтирочный материал, загрязненный маслами с содержанием масел менее 15%» [10]	3	0,15	0,3
«Сальниковая набивка асбесто-графитовая, промасленная (содержание масла менее 15%)» [10]	4	0,4	0,3
«Резиновые изделия незагрязненные, потерявшие потребительские свойства» [10]	4	0,1	0,1
«Песок, загрязненный маслами с содержанием масел менее 15%» [10]	4	0,3	0,55
«Смет с территории» [10]	4	0,7	1
«Мусор от офисных бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» [10]	5	0,4	0,4
«Отходы спецодежды и спецобуви» [10]	5	0,2	0,3
«Бытовые отходы (исключая крупногабаритный)» [10]	5	0,25	0,75

«Индивидуальные предприниматели, юридические лица, в процессе деятельности которых образуются отходы I - V классов опасности, обязаны осуществить отнесение соответствующих отходов к конкретному классу опасности для подтверждения такого отнесения в порядке, установленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти. Подтверждение отнесения отходов I - V классов опасности к конкретному классу опасности осуществляется уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти» [11].

«Отходы производства и потребления, радиоактивные отходы подлежат сбору, накоплению, утилизации, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению, условия и способы которых должны быть безопасными для окружающей среды и регулироваться законодательством Российской Федерации» [11].

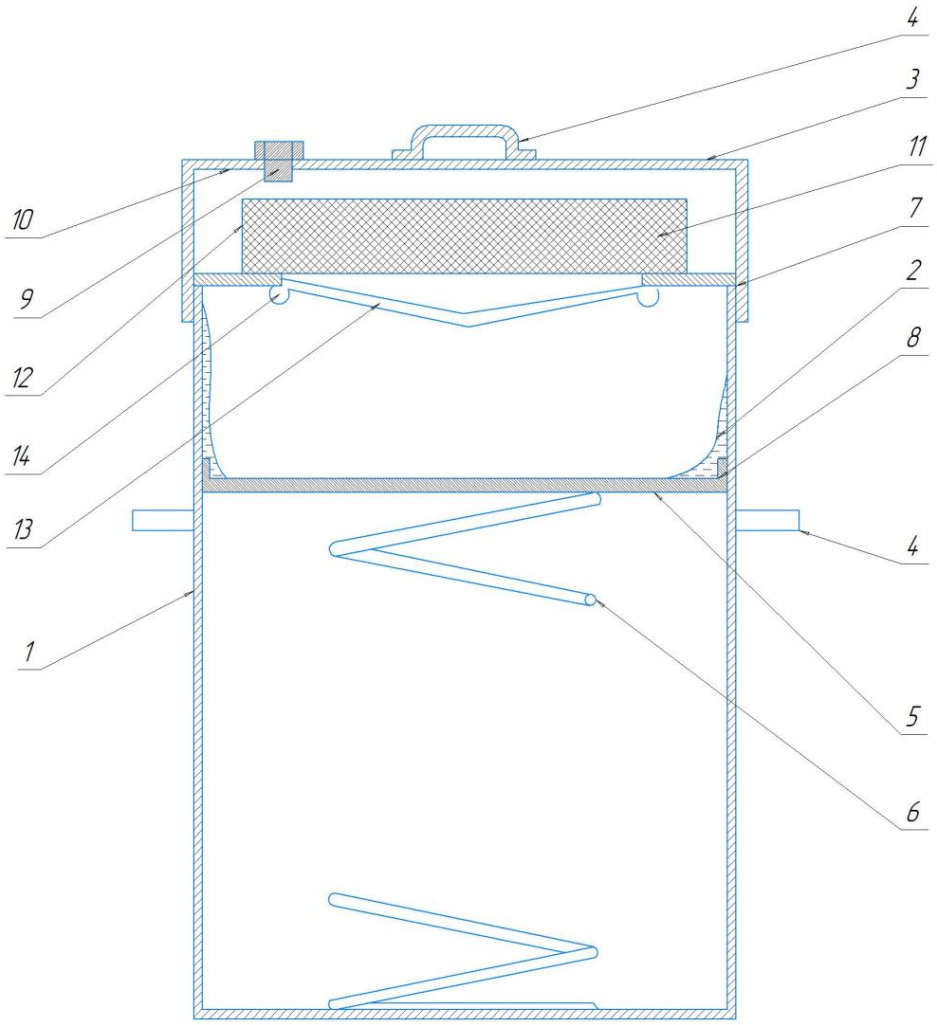
«Запрещаются:

- сброс отходов производства и потребления, в том числе радиоактивных отходов, в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площади, в недра и на почву;
- размещение отходов I - IV классов опасности и радиоактивных отходов на территориях, прилегающих к городским и сельским поселениям, в лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зонах, на путях миграции животных, вблизи нерестилищ и в иных местах, в которых может быть создана опасность для окружающей среды, естественных экологических систем и здоровья человека;
- захоронение отходов I - IV классов опасности и радиоактивных отходов на водосборных площадях подземных водных объектов, используемых в качестве источников водоснабжения, в бальнеологических целях, для извлечения ценных минеральных ресурсов;
- захоронение в объектах размещения отходов производства и потребления продукции, утратившей свои потребительские свойства и содержащей озоноразрушающие вещества, без рекуперации данных веществ из указанной продукции в целях их восстановления для дальнейшей рециркуляции (рециклирования) или уничтожения» [11].

Для снижения антропогенного воздействия при неправильном обращении с опасными ртутьсодержащими отходами необходимо заменить металлические ящики для хранения ртутьсодержащих отходов ламп на

герметичные контейнеры с системой предотвращения разрушения люминесцентных ртутьсодержащих ламп.

На рисунке 19 представлен контейнер для сбора и транспортировки ртутьсодержащих ламп.



1 – бак, 2 – вкладыш, 3 – крышка, 4 – ручка, 5 – дно, 6 – пружина, 7 – уплотнительное кольцо, 8 – ограничители, 9 – штуцер, 10 – защитный колпачок, 11 – окно, 12 – шторка, 13 – шторка, 14 – пружина.

Рисунок 19 – Контейнер для сбора и транспортировки ртутьсодержащих ламп

«Контейнер содержит бак 1 для сбора и транспортировки ламп с ручками 4 для его переноса и погрузки, в который вложен герметичный

эластичный вкладыш 2, например полиэтиленовый мешок. Использование полиэтиленового вкладыша толщиной более 100 мкм обеспечивает герметичность при бое ламп и проведении операции демеркуризации» [14].

«Сверху бака установлена крышка 3 с ручкой 4 для ее снятия, которая имеет внутреннее уплотнительное кольцо 7, штуцер 9 с пробкой или защитным колпачком 10 и окно 11 для загрузки энергосберегающих ламп, которое перекрывается наружной шторкой 12, выполненной из пылевлагонепроницаемого материала, и/или внутренними шторками 13, выполненными в виде взаимно перекрывающихся металлических пластин и снабженными возвратными пружинами 14» [14].

«Второе подвижное дно 5 устанавливается на демпфирующую пружину 6, высота подъема дна ограничивается четырьмя ограничителями 8, которые устанавливаются внутрь корпуса бака. Ограничители 8 устанавливают подвижное дно 5 на расстоянии, превышающем максимальный диаметр энергосберегающей лампы на 10 см от узла загрузки» [14].

Вывод по разделу.

Представленное оборудование – герметичные контейнеры с системой предотвращения разрушения люминесцентных ртутьсодержащих ламп обеспечит снижение антропогенное воздействие опасных выбросов в атмосферу при неправильном обращении с опасными ртутьсодержащими отходами на окружающую среду.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе предложена адаптивная система управления эвакуацией, которая в отличие от статического, активного и динамического маршрута эвакуации, в случае возникновения опасной ситуации дает преимущество изменения маршрута эвакуации людей в соответствии с развитием опасной ситуации. При пожаре более высокая скорость эвакуации может быть достигнута благодаря мерам адаптивного маршрута, которые помогают избежать задержек людей в внезапно возникающих опасных зонах.

Адаптивная схема эвакуации может сократить продолжительность эвакуации, если группы людей могут быть направлены по безопасным маршрутам эвакуации и если можно избежать скоплений людей.

Предложен состав центрального оборудования системы оповещения комплекса зданий Большого театра РФ.

С помощью речевого оповещения люди, находящиеся внутри здания, могут получить инструкции, зависящие от конкретной ситуации, например, закрыть окна или избегать определенных зон внутри здания.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 5.

Таблица 5 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование адаптивной системы эвакуации из помещений комплекса зданий Большого театра РФ	2023 год
Проектирование системы оповещения о пожаре в комплексе зданий Большого театра РФ	2023 год
Монтаж адаптивной системы эвакуации из помещений комплекса зданий Большого театра РФ	2023 год
Монтаж системы оповещения о пожаре в комплексе зданий Большого театра РФ	2023 год

Расчёт ожидаемых потерь Государственного академического Большого театра России от пожаров будет производиться по двум вариантам:

– на объекте не создана адаптивная интеллектуальная система обеспечения эвакуации людей из здания Государственного академического Большого театра России при пожаре;
– на объекте создана адаптивная интеллектуальная система обеспечения эвакуации людей из здания Государственного академического Большого театра России при пожаре.

При первом варианте в связи с тем, что на объекте не создана динамическая интеллектуальная система обеспечения эвакуации людей из здания Государственного академического Большого театра России при пожаре прибывающие пожарные подразделения будут направляться на эвакуацию и спасение людей, так как решающим направлением действий сил и средств пожарной охраны при неокончательной эвакуации людей из здания при пожаре будет – спасение людей.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [5]	$м^2$	F	2450	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [5]	руб./$м^2$	Ст	80000	83000
«Стоимость поврежденных частей здания» [5]	руб/$м^2$	Ск	100000	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [5]	$м^2$	F” пож	2450	2450
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [5]	$м^2$	Fпож	4	
«Вероятность возникновения пожара» [5]	1/$м^2$ в год	J	$3{,}2 \cdot 10^{-4}$	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [5]	-	p1	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [5]	-	p2	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [5]	-	-	0,52	

Продолжение таблицы 6

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [5]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [5]	м/мин	vл	1	
«Время свободного горения» [5]	мин	Всвг	20	8
«Норма текущего ремонта» [5]	%	Нт.р.	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [5]	%	На	-	10
«Период реализации мероприятия» [5]	лет	Т	10	

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 1:

$$F'_{пож} = \pi \times (\vartheta_л \cdot B_{св})^2 м^2, \quad (1)$$

«где $\upsilon_л$ – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{св}$ – время свободного горения, мин.» [5]

$$F'_{пож1} = 3{,}14 \times (1 \cdot 20)^2 = 1256\ м^2$$

$$F'_{пож2} = 3{,}14 \times (1 \cdot 8)^2 - 201\ м^2$$

Произведём расчёт ожидаемых потерь Государственного академического Большого театра России по формуле 2.

$$M(П2) = M(П_1) + M(П_2) + M(П_3) \quad (2)$$

«где $M(П_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [5]:

$$M(П_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{пож} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (3)$$

«где J – вероятность возникновения пожара, 1/м^2 в год;

F – площадь объекта, м^2;

$C_Т$ – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м^2;

$F_{пож}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м^2;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами» [5].

$$M(П_2) = J \cdot F \cdot (C_Т \cdot F'_{пож} + C_к) \cdot 0.52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (4)$$

«где J – вероятность возникновения пожара, 1/м^2 в год;

F – площадь объекта, м^2;

$C_Т$ – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м^2;

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

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

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

p_2– вероятность тушения пожара привозными средствами» [5].

$$M(П_3) = J \cdot F \cdot \left(C_Т \cdot F''_{пож} + C_к\right) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (5)$$

где $F''_{пож}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м^2.

Для первого варианта:

$$M(П_1) = 3{,}2 \times 10 - 4 \times 2450 \times 80000 \times 4 \times (1 + 1{,}63) \times 0{,}86 =$$
$$= 567440{,}38 \text{ руб./год};$$
$$M(П_2) = 3{,}2 \times 10 - 4 \times 2450 \times (80000 \times 1256 + 100000) \times 0{,}52 \times$$
$$\times (1 + 1{,}63) \times (1 - 0{,}79) \times 0{,}86 = 19476213{,}74 \text{ руб./год}.$$

$$М(П_3) = 3{,}2 \times 10 - 4 \times 2450 \times (80000 \times 2450 + 100000) \times (1 + 1{,}63) \times$$
$$\times [1 - 0{,}79 - (1 - 0{,}79) \times 0{,}86] = 12130275{,}36 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$М(П_1) = 3{,}2 \times 10 - 4 \times 2450 \times 83000 \times 4 \times (1 + 1{,}63) \times 0{,}86 =$$
$$= 588719{,}40 \text{ руб./год;}$$
$$М(П_2) = 3{,}2 \times 10 - 4 \times 2450 \times (83000 \times 201 + 100000) \times 0{,}52 \times$$
$$\times (1 + 1{,}63) \times (1 - 0{,}79) \times 0{,}86 = 3249843{,}86 \text{ руб./год.}$$
$$М(П_3) = 3{,}2 \times 10 - 4 \times 2450 \times (83000 \times 2450 + 100000) \times (1 + 1{,}63) \times$$
$$\times [1 - 0{,}79 - (1 - 0{,}79) \times 0{,}86] = 12584928{,}72 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери Государственного академического Большого театра России от пожаров составят:

– если на объекте не создана адаптивная интеллектуальная система обеспечения эвакуации людей из здания Государственного академического Большого театра России при пожаре:

$$М(П)1 = 567440{,}38 + 19476213{,}74 + 12130275{,}36 =$$
$$= 32173929{,}48 \text{ руб./год;}$$

– если на объекте создана адаптивная интеллектуальная система обеспечения эвакуации людей из здания Государственного академического Большого театра России при пожаре:

$$М(П)2 = 588719{,}40 + 3249843{,}86 + 12584928{,}72 =$$
$$= 16423491{,}98 \text{ руб./год.}$$

Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование адаптивной системы эвакуации из помещений комплекса зданий Большого театра РФ	200000
Проектирование системы оповещения о пожаре в комплексе зданий Большого театра РФ	100000
Монтаж адаптивной системы эвакуации из помещений комплекса зданий Большого театра РФ	400000
Монтаж системы оповещения о пожаре в комплексе зданий Большого театра РФ	300000
Стоимость оборудования адаптивной интеллектуальной системы обеспечения эвакуации людей из здания Государственного академического Большого театра России при пожаре	11000000
Итого:	12000000

Эксплуатационные расходы на содержание системы обеспечения эвакуации людей составит:

$$P_1=0$$

$$P_2 = A + C \quad (6)$$

где А – затраты на амортизацию системы обеспечения эвакуации людей, руб./год;

С – текущие затраты указанных систем, руб/год.

$$P_2=1200000+49250=1249250 \text{ руб./год}$$

$$C = C_{тр} + П + Э \quad (7)$$

где $C_{тр}$ – затраты на текущий ремонт, руб./год.

$$C = 24000 + 24000 + 1250 = 49250 \text{ руб./год.}$$

$$C_{тр} = \frac{K \times H_{тр}}{100\%}, \text{руб./год} \quad (8)$$

где К – капитальные затраты на приобретение, проектирование, монтаж системы обеспечения эвакуации людей, руб.;

$H_{тр}$ – норма текущего ремонта, %.

$$C_{тр} = \frac{12000000 \times 0{,}2}{100} = 24000 \text{ руб./год}$$

Затраты на амортизацию систем системы обеспечения эвакуации людей:

$$А = \frac{К_2 \times Н_а}{100\%} = \frac{12000000 \times 10}{100} = 1200000 \text{ руб./год} \quad (9)$$

Экономический эффект от оснащения адаптивной интеллектуальной системой обеспечения эвакуации людей из здания при пожаре составит:

$$И = \sum_{t=0}^{T}([М(П_1) - М(П_2] - [Р_2 - Р_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (К_2 - К_1) \quad (10)$$

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

t – год осуществления затрат;

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

М(П1), М(П2) – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

К1, К2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

Р1, Р2– эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [5].

Расчёт денежных потоков от мероприятий представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта Т	М(П1)-М(П2)	$Р_2$-$Р_1$	1/ $(1+НД)^t$	[М(П1)-М(П2)-($С_2$-$С_1$)]* 1/$(1+НД)^t$	$К_2$-$К_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	15750437,5	1249250	0,91	13196080,63	13000000	196080,63
2	15750437,5	1249250	0,83	12035985,63	-	12035985,63

Продолжение таблицы 8

Год осуществления проекта Т	М(П1)-М(П2)	Р2-Р1	1/(1+НД)t	[М(П1)-М(П2)-(С2-С1)]* 1/(1+НД)t	К2-К1	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
3	15750437,5	1249250	0,75	10875890,63	-	10875890,63
4	15750437,5	1249250	0,68	9860807,5	-	9860807,5
5	15750437,5	1249250	0,62	8990736,25	-	8990736,25
6	15750437,5	1249250	0,56	8120665	-	8120665
7	15750437,5	1249250	0,51	7395605,63	-	7395605,63
8	15750437,5	1249250	0,47	6815558,13	-	6815558,13
9	15750437,5	1249250	0,42	6090498,75	-	6090498,75
10	15750437,5	1249250	0,39	5655463,13	-	5655463,13
Экономический эффект						76037291,28

Вывод по разделу.

В разделе составлен план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте и произведена оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Интегральный экономический эффект от оснащения адаптивной интеллектуальной системой обеспечения эвакуации людей из здания Государственного академического Большого театра России при пожаре за десять лет составит 76037291,28 рублей.

Заключение

В первом разделе рассмотрены общие сведения о служебном корпусе (дома Хомякова) Государственного академического Большого театра России.

В разделе определено, что пожарную нагрузку усугубляет разветвленная система вентиляции (по вентиляционным каналам возможно распространение огня и дыма).

Стойки управления системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре из Государственного академического Большого театра России находятся в служебном корпусе (доме Хомякова) в аппаратной № 52. Система оповещения речевого типа.

Во втором разделе произведён анализ инцидентов, анализ результатов производственного контроля и перечень выявленных проблем, рисков для безопасной деятельности.

Определено, что исходя, из оперативно-тактической характеристики здания служебного корпуса (дома Хомякова) Большого театра России наиболее опасными местами возникновения пожара являются гостевые (служебные) квартиры на третьем и четвертом этаже здания и репетиционный хоровой зал.

Системы противопожарной защиты зданий, сооружений и строений обеспечивают возможность эвакуации людей в безопасную зону до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара.

Кабели и провода систем противопожарной защиты, систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации сохраняют работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону. Светильники аварийного освещения на путях эвакуации с автономными источниками питания обеспечены устройствами для проверки их работоспособности при имитации отключения основного источника питания. Ресурс работы автономного

источника питания обеспечивает аварийное освещение на путях эвакуации в течение времени эвакуации людей в безопасную зону.

В третьем разделе рассматривалась возможность внедрения современной системы оповещения и управления эвакуацией людей.

Предложена адаптивная система управления эвакуацией.

В отличие от статического, активного и динамического маршрута эвакуации, в случае возникновения опасной ситуации адаптивный маршрут эвакуации дает преимущество путём изменения маршрута эвакуируемых лиц в соответствии с развитием опасной ситуации. С развитием пожара пути эвакуации и лестницы, которые, возможно, были безопасными, могут стать недоступными в кратчайшие сроки. В этом случае эвакуируемые лица должны быть перенаправлены на альтернативные пути эвакуации или лестницы и перенаправлены вокруг вновь созданных опасных зон.

При пожаре более высокая скорость эвакуации может быть достигнута благодаря мерам адаптивного маршрута эвакуации, которые помогают избежать застоев и задержек во внезапно возникающих опасных зонах.

С помощью целенаправленного маршрута эвакуации, адаптированного к ситуации, людей можно вывести из опасной зоны без образования узких мест на пути и чрезмерного использования сборных зон внутри здания. Часто для эвакуации используются хорошо известные маршруты и основные маршруты, что может привести к чрезмерному их использованию, что повысит плотность людского потока в узких местах, таких как выходы, лестницы или двери.

Это места, подверженные заторам, где может возникнуть паническое поведение.

Адаптивная схема эвакуации может сократить продолжительность эвакуации, если группы людей будут направлены по безопасным маршрутам эвакуации и если можно избежать скоплений людей, а также отклонений от правил обеспечения безопасности при эвакуации.

Предложен состав центрального оборудования системы оповещения комплекса зданий Большого театра РФ.

С помощью речевого оповещения люди, находящиеся внутри здания, могут получить инструкции, зависящие от конкретной ситуации, например, закрыть окна или избегать определенных зон внутри здания.

В четвёртом разделе рассмотрена структура организации управления системой охраны труда Большом театре РФ.

Определено, что возглавляет СУОТ руководитель объекта – генеральный директор Большого театра РФ.

В разделе разработана процедура по охране труда в части проведения вводного инструктажа по охране труда.

В пятом разделе произведена идентификация экологических аспектов организации и предложена замена старого оборудования хранения опасных отходов на новое.

Представленное оборудование – герметичные контейнеры с системой предотвращения разрушения люминесцентных ртутьсодержащих ламп обеспечит снижение антропогенное воздействие опасных выбросов в атмосферу при неправильном обращении с опасными ртутьсодержащими отходами на окружающую среду.

В шестом разделе составлен план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте и произведена оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Интегральный экономический эффект от оснащения адаптивной интеллектуальной системой обеспечения эвакуации людей из здания Государственного академического Большого театра России при пожаре за десять лет составит 87346844,11 рублей.

Список используемых источников

1. Валеев С. С., Кондратьева Н. В., Янгирова А. Ф. Иерархическая система поддержки принятия решений при эвакуации людей из здания в критических ситуациях // Вестник УГАТУ = Vestnik UGATU. 2014. №1 (62). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ierarhicheskaya-sistema-podderzhki-prinyatiya-resheniy-pri-evakuatsii-lyudey-iz-zdaniya-v-kriticheskih-situatsiyah (дата обращения: 18.07.2022).

2. Захматов В.Д., Турсенев С.А., Чернышов М.В., Адаев А.А., Бекасов А.В. Новые средства обеспечения эвакуации в общественных зданиях с массовым пребыванием людей // Пожаровзрывобезопасность. 2018. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-sredstva-obespecheniya-evakuatsii-v-obschestvennyh-zdaniyah-s-massovym-prebyvaniem-lyudey (дата обращения: 18.07.2022).

3. Кирик Е.С., Юргельян Т.Б., Малышев А.В., Дектерев А.А., Харламов Е.Б., Гаврилов А.А., Литвинцев К.Ю., Необъявляющий П.А. Об интеграции математических моделей эвакуации и распространения ОФП // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2010. №1 (1). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ob-integratsii-matematicheskih-modeley-evakuatsii-i-rasprostraneniya-ofp (дата обращения: 18.07.2022).

4. Колодкин В.М., Галиуллин М.Э. Программные алгоритмы, реализующие модель движения людских потоков в системе управления эвакуацией людей из здания // Пожаровзрывобезопасность. 2016. №10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/programmnye-algoritmy-realizuyuschie-model-dvizheniya-lyudskih-potokov-v-sisteme-upravleniya-evakuatsiey-lyudey-iz-zdaniya (дата обращения: 18.07.2022).

5. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 17.07.2022).

6. Мирмович Э.Г., Федотов С.Б. Проблемы пожарной безопасности в театрах // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2015. №1 (6). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-pozharnoy-bezopasnosti-v-teatrah (дата обращения: 18.07.2022).

7. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: https://docs.cntd.ru/document/901808297 (дата обращения: 17.07.2022).

8. 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: 17.07.2022).

9. О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда [Электронный ресурс] : Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 года № 2464. URL: https://docs.cntd.ru/document/727688582#7D20K3 (дата обращения: 13.07.2022).

10. 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: 17.07.2022).

11. 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: 17.07.2022).

12. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: https://docs.cntd.ru/document/1200071156 (дата обращения: 17.07.2022).

13. Организация обучения безопасности труда. Общие положения [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.004-2015. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200136072 (дата обращения: 17.07.2022).

14. Патент № RU2411170C1 «Контейнер для сбора и транспортировки ртутьсодержащих ламп», автор – Косорукова Наталья Владимировна (RU), патентообладатель – Тимошин Владимир Николаевич (RU) и Тиняков Константин Михайлович (RU), подача заявки 04.03.2010 [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2411170C1_20110210 (дата обращения: 17.07.2022).

15. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.004-91. URL: https://docs.cntd.ru/document/9051953 (дата обращения: 17.07.2022).

16. Пожарная техника. Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.2.047-86. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200007105#7D20K3 (дата обращения: 17.07.2022).

17. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675 (дата обращения: 17.07.2022).

18. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс] : СП 1.13130.2020. URL: https://docs.cntd.ru/document/565248961 (дата обращения: 17.07.2022).

19. 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: 17.07.2022).

20. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: http://docs.cntd.ru/document/901807664 (дата обращения: 17.07.2022).

21. A Scalable Approach for Dynamic Evacuation Routing in Large Smart Buildings [Электронный ресурс]. URL: https://www.ics.uci.edu/~dsm/scifire/pubs/kyungbaek-smartcomp-2019.pdf (дата обращения: 18.07.2022).

22. Dynamic Emergency Evacuation System for Large Public Building [Электронный ресурс]. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6733-5_16?noAccess=true (дата обращения: 18.07.2022).

23. Dynamic Evacuation Planning on Cruise Ships Based on an Improved Ant Colony System (IACS) [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/349451488_Dynamic_Evacuation_Planning_on_Cruise_Ships_Based_on_an_Improved_Ant_Colony_System_IACS (дата обращения: 18.07.2022).

24. Dynamic Multi-Objective Evacuation Path Planning in Mobile Ad Hoc Networks [Электронный ресурс]. URL: https://aifb.kit.edu/images/4/4c/Main.pdf (дата обращения: 18.07.2022).

25. Scalable evacuation routing in a dynamic environment [Электронный ресурс]. URL: https://johnwilson.usc.edu/wp-content/uploads/2018/03/Scalable-evacuation-routing-in-a-dynamic-environment.pdf (дата обращения: 18.07.2022).