

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Тактика тушения пожара на объекте социальной сферы |

УДК 614.842.6:727:378.4

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 1E71 | Приходько Евгений Юрьевич | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Задорожная ТА | К.Т.Н | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Жиронкин С.А | Д.Э.Н | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Федорчук Ю.М | Д.Т.Н | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОКД | Вторушина А.Н | К.Х.Н | | |

Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|---|---|
| Универсальные компетенции | |
| УК(У)-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| УК(У)-2 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |
| УК(У)-3 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде |
| УК(У)-4 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах) |
| УК(У)-5 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах |
| УК(У)-6 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни |
| УК(У)-7 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности |
| УК(У)-8 | Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций |
| Общепрофессиональные компетенции | |
| ОПК(У)-1 | Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности |
| ОПК(У)-2 | Способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности |
| ОПК(У)-3 | Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности |
| ОПК(У)-4 | Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды |
| ОПК(У)-5 | Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе |
| ДОПК(У)-1 | Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей |
| Профессиональные компетенции | |
| ПК(У)-9 | Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики |
| ПК(У)-10 | Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях |
| ПК(У)-11 | Способность организовать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды |
| ПК(У)-12 | Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения объектов защиты |
| ПК(У)-14 | Способность определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду |
| ПК(У)-15 | Способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации |
| ПК(У)-16 | Способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов |
| ПК(У)-17 | Способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска |
| ПК(У)-18 | Готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации |

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 20.03.01 Техносферная
 безопасность
 _____ АН Вторушина
 04.02.2021 г

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|----------------------------|
| 1E71 | Приходько Евгению Юрьевичу |

Тема работы:

Тактика тушения пожара на объекте социальной сферы

Утверждена приказом директора (дата, номер) От 22.01.2021 №22-73/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: 07.06.2021 г

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|---|
| Исходные данные к работе | Объект исследования – №18 корпус ТПУ Литературные данные, статьи, методические указания по определению времени эвакуации, тактики тушения. |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | 1) Провести анализ литературных источников по тактике тушения пожаров на социальных объектах. 2) Провести анализ пожарной безопасности объекта. 3) Провести расчет времени эвакуации людей при пожаре на объекте. 4) Описать сценарий развития пожара и рассчитать силы и средства подразделений пожарной охраны для тушения пожара; 5) Разработать разделы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность» |
| Перечень графического материала | |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы | |

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>(с указанием разделов)</i> | |
| Раздел | Консультант |
| Социальная ответственность | Федорчук Юрий Митрофанович |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Жиронкин Сергей Александрович |

| | |
|---|--------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 04.02.2021 г |
|---|--------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------------|------------------------|---------|--------------|
| Доцент | Задорожная Татьяна Анатольевна | к.т.н | | 04.02.2021 г |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|--------------|
| 1Е71 | Приходько Евгений Юрьевич | | 04.02.2021 г |

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: 07.06.2021 г

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|--|------------------------------------|
| 15.03.2021 | Обзор литературных данных | 20 |
| 27.03.2021 | Изучение методики определения времени эвакуации | 10 |
| 08.04.2021 | Изучение методики определения тактики тушения пожара | 15 |
| 22.04.2021 | Изучение мероприятий по раннему обнаружению пожаров | 15 |
| 15.05.2021 | Анализ результатов | 10 |
| 20.04.2021 | Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | 10 |
| 07.06.2021 г | Оформление и представление ВКР | 20 |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент | Задорожная ТА | к.т.н | | 04.02.2021 |

СОГЛАСОВАНО:

| Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|--------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОКД | Вторушина АН | к.х.н | | 04.02.2021 |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| | |
|----------------|-----------------------------------|
| Группа 1E71 | ФИО Приходько Евгению Юрьевичу |
|----------------|-----------------------------------|

| | | | |
|---------------------|-------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Школа | ИШНКБ | Отделение школы | Отделение контроля и диагностики |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 20.03.01 «Техносферная безопасность» |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|---|---|
| <i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Оклад руководителя – 27000 Оклад студента – 1900 Бюджет проекта – не более 100 тыс.руб.: - затраты на оплату труда – не более 50 тыс. руб. |
| <i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | Дополнительная заработная плата – 15% Районный коэффициент – 30% Накладные расходы – 16% Премимальный коэффициент – 30% Коэффициент доплат и надбавок – 20% Показатель интегральной ресурсоэффективности – не менее 3 баллов из 5. |
| <i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | Отчисления во внебюджетные фонды – 30 % |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| <i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ Quad-анализ |
| <i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка диаграммы Ганта. Формирование бюджета затрат на НИ: - материальные затраты; - затраты на оборудование; - заработная плата (основная и дополнительная) - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы. |
| <i>3. Определение ресурсной финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | Интегральный финансовый показатель Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности. |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

| | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности НИ 2. Матрица SWOT 3. Технология Quad 4. Диаграмма Ганта 5. Бюджет НИ 6. Основные показатели эффективности НИ | |
|--|--|

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор ОСГН | Жиронкин Сергей Александрович | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 1E71 | Приходько Евгений Юрьевич | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|---------------|----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 1E71 | Приходько Евгению Юрьевичу |

| | | | |
|---------------------|--------------|---------------------------|--|
| Школа | ИШНКБ | Отделение (НОЦ) | ОКД |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 20.03.01 Техносферная безопасность |

Тема ВКР:

| | |
|---|---|
| Тактика тушения пожара на объекте социальной сферы | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Объект исследования пожар в аудитории №608 18-го корпуса. Отделение контроля и диагностики. Рассмотреть влияние вредных и опасных факторов на сотрудника Государственной противопожарной службы РФ при ликвидации пожара на данном объекте |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов <ul style="list-style-type: none"> • Природа воздействия • Действие на организм человека • Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов) • СИЗ коллективные и индивидуальные 1.2. Анализ выявленных опасных факторов : <ul style="list-style-type: none"> • Термические источники опасности • Электробезопасность • Пожаробезопасности | 1. Вредные факторы: 1.1 Недостаточная освещенность; 1.2 Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; 1.3 Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; 1.5 Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ; 2. Опасные факторы: 2.1 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R _{заземления} , СКЗ, СИЗ; 2.2 Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации. |
| 2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> • Выбросы в окружающую среду • Решения по обеспечению экологической безопасности | Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, обрезки монтажных проводов, бракованная строительная продукция) и способы их утилизации; |
| 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное |

| | |
|---|--|
| | проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае. |
| 4. Перечень нормативно-технической документации. | Приведен перечень НТД |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------------------|------------------------|---------|-------------|
| Профессор ТПУ | Федорчук Юрий Митрофанович | д.т.н | | 11.05.2021г |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|-------------|
| 1E71 | Приходько Евгений Юрьевич | | 11.05.2021г |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 106 страниц, 16 рисунков, 27 таблиц, 22 источник.

Ключевые слова: тактика, тушение, пожар, учебный корпус.

Объектом исследования является № 18 корпус ТПУ г Томска по адресу Савиных, 7

Цель работы – оценить количество сил и средств, необходимые для тушения пожара в учебном корпусе №18 ТПУ.

В процессе исследования проводились:

- Изучение особенности тушения пожаров в учебном заведении.
- Анализ статистики пожаров в учреждениях высшего, послевузовского и др. профессионального образования
- Изучение этапов проведения работ пожарных подразделений.
- Изучение оперативно-тактической характеристики и пожарной безопасности объекта.
- Расчет времени эвакуации людей при пожаре на объекте.
- Расчет сил и средства подразделений пожарной охраны, привлекаемых для тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ.
- Анализ развертывания сил и средств.

В результате исследования проведен расчет сил и средств, необходимых для тушения пожара, возникший в учебном корпусе №18 ТПУ.

Степень внедрения: полученные результаты будут использованы для повышения пожаробезопасности объекта исследования.

Область применения: исследования в сфере пожаробезопасности.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

СИЗОД – средства индивидуальной защиты органов дыхания

ГДЗС – газодымозащитная служба

ПТО – производственно-технический отдел

РТП – руководитель тушения пожара

РСК – ручной пожарный ствол

АЛ – автолестница пожарная

АЦ – автоцистерна пожарная

ГОСТ – государственный стандарт;

ГПС – Государственная противопожарная служба

ЛВЖ – легковоспламеняющиеся жидкости;

ОСТ – отраслевой стандарт;

ОФП – опасные факторы пожара;

ПБ – пожарная безопасность;

ППБ – правила пожарной безопасности;

СП – свод правил;

АУПТ – автоматические установки пожаротушения

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией

Оглавление

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 14 |
| 1. Особенности тушения пожаров в учебных заведениях. Этапы проведения работ по тушению пожара | 15 |
| 1.1 Анализ пожарных происшествий по России | 16 |
| 1.2 Этапы проведения работ по тушению пожара | 17 |
| 1.3 Прием и обработка вызова..... | 17 |
| 1.4 Выезд и следование к месту пожара..... | 18 |
| 1.5 Проведение разведки на месте пожара..... | 18 |
| 1.6 Спасение людей | 19 |
| 1.7 Боевое развертывание сил и средств | 21 |
| 1.8 Ликвидация горения на социальных объектах | 22 |
| 1.9 Сбор и возвращение в подразделение | 23 |
| 2 . Характеристика объекта | 24 |
| 2.1 Пожарно-техническая классификация учебно-лабораторного корпуса №18 НИ ТПУ.. | 28 |
| 2.2 Описание чрезвычайной ситуации | 30 |
| 2.3 Расчет эвакуации | 31 |
| 3. Расчет сил и средств..... | 42 |
| 3.1 Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения | 49 |
| 3.2 Мероприятия по раннему обнаружению и тушению пожаров | 51 |
| 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 54 |
| 4.1 Инженерные и технические мероприятия по противодействию возгораниям | 55 |
| 4.2 Потенциальные потребители результатов исследования | 57 |
| 4.3 Анализ конкурентных технических решений..... | 58 |
| 4.4 Технология QuaD..... | 60 |
| 4.5 SWOT-анализ | 62 |
| 4.6 Планирование научно-исследовательских работ | 65 |
| 4.6.1 Структура работ в рамках научного исследования..... | 65 |
| 4.6.2 Разработка графика проведения научного исследования..... | 66 |
| 4.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) | 70 |
| 4.7.1 Расчет материальных затрат НТИ..... | 70 |
| 4.7.2 Расчет затрат на программное обеспечение для научных (экспериментальных) работ | 71 |
| 4.8 Основная заработная плата исполнителей темы | 72 |
| 4.8.1 Дополнительная заработная плата исполнителей темы | 74 |
| 4.8.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)..... | 75 |
| 4.8.3 Накладные расходы..... | 75 |
| 4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта | 76 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.10 | Определение финансовой, бюджетной и экономической эффективности НИ | 77 |
| 5. | Социальная ответственность | 81 |
| 5.1 | Производственная безопасность | 82 |
| 5.1.1 | Анализ вредных и опасных факторов при пожаре | 82 |
| 5.1.2 | Освещенность | 83 |
| 5.1.3 | Микроклимат | 84 |
| 8.1.4 | Повышенный уровень шума и вибраций. | 86 |
| 5.1.5 | Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны | 88 |
| 5.1.6 | Поражение электрическим током | 90 |
| 5.1.7 | Пожаробезопасность | 92 |
| 5.2 | Экологическая безопасность | 94 |
| 5.3 | Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 95 |
| 5.4 | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 96 |
| | Заключение..... | 98 |
| | Список использованных источников..... | 99 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ А | 101 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ Б | 106 |

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель пожаротушения - тушение пожара для защиты жизни и имущества. С ростом научно-технического прогресса ежегодно растет и количество новых опасностей, но, как известно, одним из самых опасных факторов для человека был – пожар. Исходя из этого, к пожарной безопасности предъявляются особые требования. Таким образом, высокий уровень пожарной безопасности на любом объекте, свидетельствует о защищенности жизни и имущества. Именно для этого Российская Федерация ежегодно тратит денежные ресурсы на повышения уровня пожарной безопасности.

Актуальностью данной работы является то, что пожары – это наиболее распространённые источники возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера в зданиях и сооружениях жилого, социального, культурного назначения, где характерно массовое пребывание людей, поэтому важно разрабатывать тактику тушения пожаров на каждом объекте для минимизации ущерба и жертв.

Цель работы– оценить количество сил и средств, необходимые для тушения пожара в учебном корпусе №18 ТПУ.

Для достижения поставленной цели в данной выпускной квалификационной работе необходимо решить следующие задачи:

- 1) Провести анализ литературных источников по тактике тушения пожаров на социальных объектах.
- 2) Провести анализ пожарной безопасности объекта.
- 3) Провести расчет времени эвакуации людей при пожаре на объекте.
- 4) Рассчитать силы и средства подразделений пожарной охраны для тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ.
- 5) Предложить мероприятия по раннему обнаружению и тушению пожаров.

1. Особенности тушения пожаров в учебных заведениях. Этапы проведения работ по тушению пожара.

Сложность тушения учебных заведений заключается в большом количестве людей, разных планировках, как самого здания, так и его отдельных помещений. В зданиях существует опасность быстрого задымления, этажей, которые расположены выше. Данные типы здания имеют коридорную планировку, интенсивность распространения пламени увеличивается.

Спустя 5 минут с момента возгорания едкие продукты горения распространяются по всей лестничной летке.

При пожаре возможны: угроза людям, находящимся на этажах, задымление эвакуационных путей, быстрое распространение горения по сгораемым конструкциям, высокая температура в помещениях, в которых отсутствуют оконные проемы, а также в лабораторных помещениях возможно наличие ЛВЖ и ГЖ, которые могут спровоцировать взрыв.

Подразделения пожарной охраны, прибывающие к месту пожара, одновременно с проведением разведки пожара организуют спасение людей и приступают к выполнению других видов действий [1].

Для успешного ведения работ по предотвращению пламени необходимо: узнать места расположения людей (в данном случае используют расписание занятий), с учетом особенности здания подобрать кратчайшие и безопасные пути эвакуации, а также определить количество сил и средств для ликвидации горения и эвакуации людей. Для безопасной работы, пожарный должен соблюдать правила охраны труда и техники безопасности при выполнении поставленных задач.

1.1 Анализ пожарных происшествий по России

В таблице 1 приведена статистика пожаров в учреждениях высшего, послевузовского и др. профессионального образования за 2015-2020 года[2]:

Таблица 1– Данные по пожарам, произошедших в учреждениях высшего, послевузовского и др. профессионального образования за 2015–2020 г

| Статистический период | 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Количество зарегистрированных пожаров | 19 | 36 | 19 | 17 | 26 | 34 |
| Число погибших | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Число получивших травмы | 0 | 5 | 2 | 4 | 4 | 1 |

На основании данных таблицы 1 можно сделать вывод о том, что общее количество пожаров снизилось на 52.8 % и нулевой показатель среди погибших и травмированных людей. Данные показатели напрямую связаны с эпидемиологической ситуацией и переводом всех обучающихся на дистанционное обучение.

Основные причины пожаров в учебных заведениях:

- 1) Неосторожное обращение с огнем.
- 2) Неисправность электрооборудования.
- 3) Нарушение требований пожарной безопасности [3].
- 4) Неподготовленность персонала к возникновению ЧС.
- 5) Неудовлетворительное противопожарное состояние объекта.

Главная задача учреждений высшего, послевузовского и др. профессионального образования выполнение требований основных руководящих документов пожарной безопасности:

- Федеральный закон № 69 «О пожарной безопасности» от 21.12.1994[4];
- Постановление Правительства РФ от 25.04.2012. №390 «О противопожарном режиме» [5];
- СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты Ограничение распространения пожара на объектах защиты Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [6].

1.2 Этапы проведения работ по тушению пожара

- 1) Прием и обработка вызова;
- 2) Выезд и следование к месту пожара;
- 3) Проведение разведывательных работ;
- 4) Аварийно-спасательные работы при пожаре – спасение людей;
- 5) Развертывание сил и средств;
- 6) Ликвидация горения;
- 7) Выполнение спасательных работ;
- 8) Сбор и возвращение к месту постоянной дислокации;

1.3 Прием и обработка вызова

Прием и обработка сообщения о пожаре осуществляется диспетчером подразделения и данный этап включает в себя:

- прием от заявителя информации о пожаре и дальнейшая ее регистрация;
- оценку полученной информации;
- принятие решения о направлении к месту пожара (вызова) сил и средств.

При приеме информации о возникновении ЧС диспетчеру сообщатся следующие данные:

- адрес возникновения ЧС;
- масштаб ЧС;
- использование объекта;

- данные заявителя;

Так же диспетчер может уточнить дополнительную информацию об объекте, которая может помочь при проведении тушения пожара.

После получения информации о пожаре диспетчером осуществляются следующие действия:

- 1) подается сигнал "ТРЕВОГА".
- 2) подготавливается путевка для следования на пожар;
- 3) путевка передаётся должностному лицу, которое возглавляет дежурный караул [7].

1.4 Выезд и следование к месту пожара

Пожар – это непредсказуемое явление и для спасания людей и ликвидации возгорания, личный состав ГПС должен пребыть к месту пожара незамедлительно, поэтому должны выполняться следующие требования:

- должен осуществляться быстрый сбор и выезд личного состава;
- движение пожарного автомобиля осуществляется с безопасностью скоростью, установленной правилами дорожного движения;
- так же водителю необходимо хорошо знать расположение улиц и домов для быстрого подъезда к ним [7].

1.5 Проведение разведки на месте пожара

Разведка на месте пожара одно из главных составляющих тактики тушения пожара, так как от собранной информации зависит дальнейшие действия для успешного тушения пожара..

При проведении разведки необходимо узнать:

- характер угрозы для людей и их местоположение;
- возможность образования и проявления опасных и вредных факторов пожара;
- необходимо установить эпицентр возгорания и площадь горения;
- расположение источников воды для тушения пожара;

- необходимо найти и отключить электроустановки под напряжением;
- при необходимости рассмотреть места разборки строительных конструкций;
- определить направления сил и установку средств для тушения возгорания.

Разведывательные операции проводит руководитель тушения пожара, либо другие лица по его поручению.

При организации разведки руководитель тушения пожара:

- определяет направление проведения разведки;
- для четкой и слаженной работы руководителю нужно определить количество групп разведки;

В ходе разведки полученную информацию необходимо оперативно передать руководителю, поэтому перед началом хода разведки нужно установить порядок передачи информации.



Рисунок –1 Схема состава группы разведки

1.6 Спасение людей

Спасение людей при пожаре — это основное действие по тушению пожара и представляет собой комплекс мер по эвакуации людей из зоны воздействия опасных факторов пожара.

Эвакуация людей в безопасное место может производиться, как самостоятельно, так и с использованием специальных технических средств.

Самостоятельная эвакуация людей производится посредством самостоятельного выхода из зоны поражающих факторов.

Эвакуация людей с помощью технических средств производится под чутким руководством РТП с использованием пожарных автолестниц или пожарных автоподъемников.

Во время эвакуации людей осуществляется защита людей от ОФП с помощью СИЗОД [8].



Рисунок 2 – Схема средств спасения при пожаре

1.7 Боевое развертывание сил и средств

Развертывание сил и средств – это осуществление мероприятий по приведению прибывшей к месту пожара пожарной и аварийно-спасательной техники в состояние готовности к выполнению основной боевой задачи.

Успех этого процесса заложен в четком взаимодействии сил и своевременно введении средств. От оперативности развертывания сил и средств зависит быстрота тушения пожара и спасение людей.

Главные этапы развертывания сил и средств при ликвидации пожара:

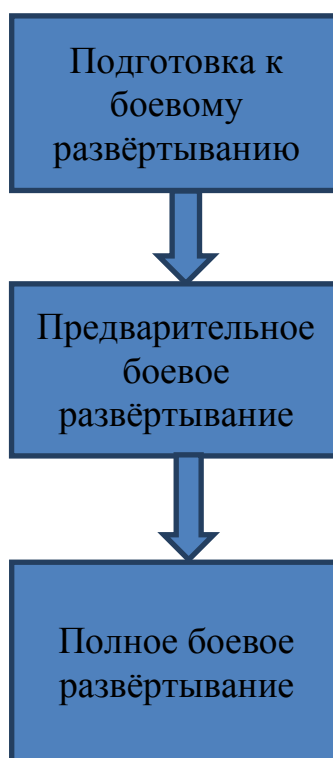


Рисунок – 3 этапы развертывания сил и средств при ликвидации пожара

Подготовка к боевому развертыванию производится непосредственно на месте пожара. Для успешного выполнения должны выполняться следующие требования:

- подключение пожарного автомобиля к источнику воды, подготовка к работе пожарного насоса;
- выкладка пожарных инструментов рядом с автомобилем;

– присоединение рукавной линии со стволом к напорному патрубку насоса.

В предварительном развертывании сил и средств выполняются действия, предусмотренные для этапа «Подготовка к боевому развертыванию», а также прокладываются магистральные рукавные линии и устанавливаются разветвления, возле которых размещаются рукава и стволы для прокладки рабочих линий.

В заключительном этапе выполняются действия предыдущих двух этапов.

В дополнение определяется расстановка сил и средств.

1.8 Ликвидация горения на социальных объектах

Для тушения пожаров используются разные огнетушащие вещества, такие как: вода, пена, негорючие газы. Тушат возгорание посредством, прекращение горения с подачей огнетушащих веществ на горящие поверхности.

С течением времени, стало понятно, что вода и пена самые эффективные огнетушащие вещества и большой процент пожаров тушатся именно ими. Для подачи огнетушащих веществ, таких как вода и пена используются основные пожарные автомобили.

Действия пожарных могут осуществляться следующими способами:



Рисунок 4 – Способы действия пожарных

Для тушения пожаров в помещениях социальных объектов могут использоваться водяные и пенные стволы и генераторы: РСК-50, РС-50, РС-70. В нашем случае, для ликвидации горения в учебном корпусе № 18 будет использоваться РСК-5, т.к. данные стволы принимаются в помещениях при высоте не более 6 м.

1.9 Сбор и возвращение в подразделение

Сбор и возвращение в подразделение – действия по возвращению сил и средств с места ЧС в ПЧ. Перед тем как покинуть место пожара, пожарные подразделения осуществляют следующие действия:

- проверка наличия личного состава, принимавшего участие в тушении пожара;
- сбор и проверка комплектности аварийно-спасательного оборудования и пожарно-технического вооружения согласно таблице положенности;
- размещение и крепление аварийно-спасательного оборудования и пожарно-технического вооружения на автомобилях;
- принятие мер по приведению в безопасное состояние использующихся систем противопожарного водоснабжения.

– О завершении сбора сил и средств на месте пожара и их готовности к возвращению в подразделение начальник караула, командир отделения докладывает РТП и (или) дежурному диспетчеру.

2. Характеристика объекта

Учебный корпус в Томской Области, город Томск, Кировский район по адресу ул. Савиных 7 (рисунок 5). Шестиэтажное здание имеет общую площадь всех помещений 8416,1 квадратных метров. Объект находится на расстоянии 2000 метров от ПЧ.



Рисунок 5 – Схема расположения здания со спутника

Конструктивные особенности учебного корпуса №18

Здание учебного корпуса №18 площадью 2322,7 м². Здание каркасное, с наружным ограждением конструкциями из красного кирпича. Стены подвала - сборные блоки, колонны – сборные железобетонные сечением 40x40, ригели – сборные железобетонные, перекрытия и покрытия – сборные железобетонные, перемычки – сборные железобетонные, лестницы – железобетонные, кровля совмещенная рулонная с утеплителем из минеральных плит повышенной жесткости.

Высота этажей с 1 по 6 этажи. В чистоте равна 3 метра, подвала 3,5метра. Внутренняя отделка стен: облицовка гипсокартонном, стеновыми панелями, керамической плиткой. Покраской вододисперсионными и

маслеными красками. Потолки помещений – подвесные. Полы бетонные, мозаично сборные и мозаичные, керамическая плитка, линолеум, гомогенное покрытие, ламинированный паркет.

Система противопожарной защиты:

Здание оборудовано системами извещения (извещатель типа ИП-104 и ДТЛ), ПУ расположен на вахте, который работает, как в автоматическом режиме, так и в ручном эвакуационные выходы оборудованы световым табло, установок пожаротушения нет, помещения заблокированы охранно-пожарной сигнализацией, также в здание оснащено водопроводом, холодной и горячей водой, отоплением, канализацией, приточной и вытяжной вентиляцией, силовой и слаботочной электро-системами.

В здании имеется 23 пожарных крана и на этажах 131 (28 огнетушителей на этажах, остальные в аудиториях) огнетушитель. Огнетушители вида ОУ, ОП – 5, и воздушно – пенные. В таблице 1 показан план размещения огнетушителей и пожарных кранов на каждом этаже.

Таблица 2 – План размещения огнетушителей и пожарных кранов

| Этаж | Пожарные краны | Огнетушители |
|--------|----------------|--------------|
| 1 | 7 | 10 |
| 2 | 3 | 4 |
| 3 | 5 | 6 |
| 4 | 2 | 2 |
| 5 | 2 | 2 |
| 6 | 2 | 2 |
| Подвал | 2 | 2 |

Вентиляция: вытяжная, принудительная.

Водоснабжение наружное: два ПГ-1 К-150 ул. Савиных, 10 а, – расстояние 30 м., ПГ-2 К-150 ул. Савиных, 4а – расстояние 200м.

Сведения об эвакуационных путях и выходах из здания:

– количество выходов: 1 основной (напротив вахты), запасных

5 выходов и один выход из подвала.

Дополнительные сведения:

– среднее значение плотности пожарной нагрузки помещений составляет 170 МДж/м^2 , что относит данный учебный корпус к категории В4.

– электроснабжение: силовое (380 В) и осветительное (220 В), центральная электрощитовая находится на первом этаже, а также рубильники отключения электроэнергии на каждом этаже и в подвале.

– отопление: центральное, водяное;

Сведения об эвакуационных путях.

Ширина маршей лестниц, предназначенных для эвакуации, составляет 1,37 м. Уклон лестниц на путях эвакуации не более 1:2; ширина проступи 30 см, высота ступени 19 см.

Лестничные марши и площадки имеют ограждения с поручнями.

Пути эвакуаций при пожаре.

При эвакуации, люди из помещений направляются в коридор, который ведет к эвакуационным путям расположенных на лестничных клетках, которые ведут непосредственно наружу.

Для обеспечения безопасной эвакуации людей:

- предусмотрено по два эвакуационных выхода с каждого этажа;
- обеспечено беспрепятственное движение людей по путям

эвакуации

и через эвакуационные выходы;

– организовано оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям (в том числе с использованием световых табло – указателя «ВЫХОД»).

Двери эвакуационных выходов и двери на путях эвакуации не имеют препятствий для свободного открывания изнутри без ключа и отпираются по направлению выхода из здания и лестничной клетки.

Для эвакуации людей в случае пожара разработаны и на видных местах вывешены планы эвакуации. Разработанные планы эвакуации

соответствуют ГОСТ Р 12.2.143-2009 согласованы и территориальным подразделением ГПС [9].

Эвакуационные пути и выходы (коридоры, лестничные клетки, холлы) обозначены знаками пожарной безопасности в соответствии с СП 1.13130.2020 [10].

Действия работников при возникновении пожара

В таблице 3 представлен перечень работников корпуса до прибытия пожарных подразделений.[11]

Таблица 3 – Действия работников корпуса

| Номер пожарного расчета | Должность | Действия номера пожарного расчета при пожаре |
|-------------------------|---------------------|--|
| 1 | Ответственный за ПБ | Организуется сообщение о пожаре в противопожарную службу города;назначает ответственного, для встречи пожарных подразделений;организует эвакуацию людей из здания и тушение пожара подручными средствами;оповещается руководство предприятия |
| 2 | Дежурный электрик | Обеспечивает своевременное отключение силовых, осветительных электросетей и установок |
| 3 | Охрана | 1. Сообщает о пожаре администрации корпуса, принимает действия по тушению пожара первичными средствами пожаротушения. 2. Сообщает ответственному за ПБ. 3.Встречает подразделения пожарной охраны. |
| 4 | Персонал | При получении сигнала о пожаре производят эвакуацию учащихся, согласно планам эвакуации. Эвакуация производится по |

| | | |
|---|-----------------------|--|
| | | маршевым лестничным клеткам и эвакуационным выходам наружу. |
| 5 | Администрация корпуса | Консультанты РТП; организуют эвакуацию; организуют встречу пожарных подразделений; принимают меры по предотвращению паники; организуют транспортировку больных в мед. учреждения; организуют взаимодействие служб жизнеобеспечения с пожарными подразделениями |

2.1 Пожарно-техническая классификация учебно-лабораторного корпуса №18 НИ ТПУ

Пожарно-техническая классификация применяется для определения требований ПБ в зависимости от функционального назначения и пожарной опасности. В соответствии со ст. 29 ФЗ №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» классификация зданий осуществляется по трем критериям: класс функциональной пожарной опасности, класс конструктивной пожарной опасности и степень огнестойкости [12].

С помощью класса функциональной пожарной опасности здания классифицируются по их функциональному назначению и режиму ведения производственного процесса. Поскольку здание учебно-лабораторного корпуса ТПУ в первую очередь является учебным заведением, то относится к зданиям образовательных организаций высшего образования в соответствии со ст. 32 ФЗ №123-ФЗ имеет класс функциональной пожарной опасности – Ф 4.2.

Исходя из архитектурно-строительной характеристики объекта защиты, несущие стержневые элементы, наружные стены с внешней стороны, стены, перегородки, перекрытия, марши и площадки лестниц в лестничных клетках выполнены из негорючих материалов (железобетон, кирпич, керамическая плитка). Отсюда следует, что класс пожарной

опасности строительных конструкций – К0, значит класс конструктивной пожарной опасности здания – С0 [13].

Поскольку в качестве главного строительного материала рассматриваемого объекта применены железобетон и кирпич, то строительная конструкция учебного корпуса имеет способность сохранять несущие и ограждающие функции в условиях пожара, что определяет третью степень огнестойкости здания [12].

2.2 Описание чрезвычайной ситуации

Пожар возник на 6-ом этаже в 605 (рисунок 8) лабораторной аудитории вследствие включения всего электрооборудования, что впоследствии привело к короткому замыканию проводки. После поступления на пульт диспетчера с ПСЧ-1 , ПСЧ-2 выехал караул на место происшествия, одна автолестница АЛ-30 и четыре автоцистерны.



Рисунок 6 – Изображение автолестницы (АЛ-30)



Рисунок 7 – Изображение автоцистерны

2.3 Расчет эвакуации

Эвакуация людей – один из основных этапов спасения жизни из горящего здания. Для обеспечения безопасной эвакуации людей из зданий расчетное время эвакуации t_p должно быть меньше необходимого времени эвакуации людей $t_{н.б}$: $t_p \leq t_{н.б}$. [14]

Все расчетные формулы приведены в Приложении А.

Время начала эвакуации:

Исходя из класса функциональной пожарной опасности зданий (Ф 4.2) и учета систем оповещения и управления эвакуацией (3-5), по таблице А1 Приложения А значение времени начала эвакуации $t_{н.э}$ для помещения очага пожара принимается равным:

$$t_{н.э} = 1.5 \text{ мин}$$

Расчет времени эвакуации:

Для эвакуации с 6-го этажа используются две лестничных клетки.

В соответствии с расписанием на 6 этаже находятся:

- В 601 аудитории 13 человек
- В 602 аудитории 15 человек
- В 604 аудитории 13 человек
- В 605 аудитории 25 человек
- В 606 аудитории 24 человек

План шестого этажа изображен на рисунке 8.

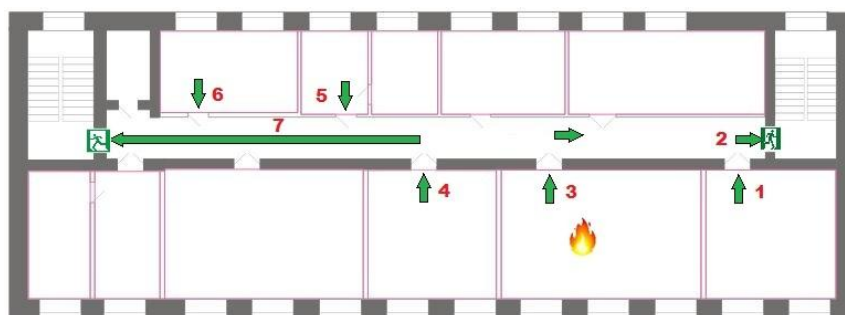


Рисунок 8 – План 6 этажа

1) Для определения времени движения людей по первому участку, с учетом габаритных размеров аудитории 604:

$N_1 = 13$ – людей на участке, чел.;

$l_1 = 5,9$ – длина участка, м;

$\delta_1 = 5,7$ – ширина участка, м;

$f = 0,16 \text{ м}^2/\text{чел}$ – проекция человека (таблица А2)

Определяем плотность людского потока по формуле 3 Прил. А:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1} = \frac{13 \cdot 0,16}{5,9 \cdot 5,7} = 0,05 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице А3 Приложение А, определяем интенсивность движения людского потока и скорость: $q_1 = 5 \text{ м/мин}$ $V_n = 100 \text{ м/мин}$.

При $q_1 = 5 \text{ м/мин} < q_{\text{max}} = 16,5 \text{ м/мин}$ – движение без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке по формуле 2 Прил.

А:

$$\tau_1 = \frac{l_1}{V_n} = \frac{5,9}{100} = 0,059 \text{ мин}$$

1.1) Определяем интенсивность движения людского потока при движении через дверной проем (эвакуационный выход) и время задержки людского потока в дверном проеме:

Длина дверного проема принимается равной нулю. Наибольшая возможная интенсивность движения в проеме в нормальных условиях $q_{\text{max}} = 19,6 \text{ м/мин}$, интенсивность движения в проеме шириной 1,5 м рассчитывается по формуле 4 приложение А:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125$$

Время движения в проеме определяется по формуле:

$$t_{d1} = \frac{N_1 \cdot f}{q_d \cdot \delta_d} = \frac{13 \cdot 0,16}{8,125 \cdot 1,5} = 0,15 \text{ мин}$$

1.2) Путь для эвакуируемых с аудитории 604 проходит без препятствий и задержек, поэтому рассчитаем время следования по лестничному пролету к эвакуационному выходу ведущий на улицу:

Для определения скорости движения по лестнице рассчитывается интенсивность движения на первом участке по формуле:

$$q_1 = \frac{q_d \cdot b_d}{b_n} = \frac{8,125 \cdot 1,5}{1,4} = 9 \text{ м/мин}$$

На лестнице скорость людского потока по табличным значениям 100 м/мин. Длина лестничного пролета к эвакуационному выходу составляет $l_{л.н} = 70$ м. Время движения по лестнице вниз до эвакуационного выхода:

$$\tau_n = \frac{l_{л.н}}{V_n} = \frac{70}{100} = 1,1 \text{ мин}$$

Рассчитаем полное время эвакуации с аудитории 604:

$$t_3 = t_1 + t_{d1} + t_n = 0,059 + 0,15 + 1,1 = 1,4 \text{ мин}$$

2) Для определения времени движения людей по второму участку, с учетом габаритных размеров аудитории 605:

$$N_2 = 25; l_2 = 8,8; \delta_2 = 5,7;$$

$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f}{l_2 \cdot \delta_2} = \frac{25 \cdot 0,16}{8,8 \cdot 5,9} = 0,07 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице А3 Приложение А определяем интенсивность движения людского потока и скорость к выходу из аудитории: $q_2 = 7$ м/мин $V_n = 100$ м/мин

$$\tau_2 = \frac{l_2}{V_n} = \frac{5,9}{100} = 0,059 \text{ мин}$$

2.2) Определяем интенсивность движения людского потока при движении через дверной проем аудитории 605:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Время движения в проеме определяется по формуле:

$$t_{d2} = \frac{N_2 \cdot f}{q_d \cdot \delta_d} = \frac{25 \cdot 0,16}{8,125 \cdot 1,5} = 0,33 \text{ мин}$$

2.3) Путь для эвакуируемых с аудитории 605 проходит без препятствий и задержек, поэтому рассчитаем время следования по этажу до эвакуационного выхода. Длина пути составит 8.5 метра:

$$\tau_{2.3} = \frac{l_{2.3}}{V_n} = \frac{8.5}{100} = 0,085 \text{ мин}$$

Интенсивность движения через дверной проем ведущий к лестничной клетке :

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Время движения в проеме определяется по формуле:

$$t_{d2.3} = \frac{N_2 \cdot f}{q_d \cdot \delta_d} = \frac{25 \cdot 0,16}{8,125 \cdot 1,5} = 0,33 \text{ мин}$$

2.4) Рассчитаем время следования по лестничному пролету к эвакуационному выходу ведущий на улицу:

Скорость движения по лестнице:

$$q_l = \frac{q_d \cdot b_d}{b_l} = \frac{8,125 \cdot 1,5}{1,4} = 9 \text{ м/мин}$$

Из полученных данных таблицы А3 Приложение А имеем:

$V_n = 100 \text{ м/мин}$. Длина лестничного пролета ведущего к эвакуационному выходу составляет $l_{л.н} = 70 \text{ м}$. Время движения по лестнице вниз до эвакуационного выхода:

$$\tau_3 = \frac{l_{л.н}}{V_n} = \frac{70}{100} = 1,1 \text{ мин}$$

Рассчитаем полное время эвакуации для эвакуируемых с аудитории 605. По формуле А1 (прил. А):

$$t_3 = t_2 + t_{d2} + t_{2.3} + t_{d2.3} + t_l = 0,059 + 0,33 + 0,085 + 0,33 + 1,1 = 1,9 \text{ мин}$$

3) Для определения времени движения людей по третьему участку, с учетом габаритных размеров аудитории 606:

$$N_3 = 24; l_3 = 59; \delta_3 = 58;$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_3 = \frac{N_3 \cdot f}{l_3 \cdot \delta_3} = \frac{24 \cdot 0,16}{5,8 \cdot 5,7} = 0,10 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице А2 Приложение А интенсивность составляет:

$$q_n = 6 \text{ м/мин}, V_n = 80 \text{ м/мин}$$

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_3 = \frac{l_3}{V_n} = \frac{5,9}{80} = 0,07 \text{ мин}$$

3.1) Определяем интенсивность движения людского потока при движении через дверной проем аудитории 606:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Время движения в проеме определяется по формуле:

$$t_{d3} = \frac{N_3 \cdot f}{q_d \cdot \delta_d} = \frac{24 \cdot 0,16}{8,125 \cdot 1,5} = 0,32 \text{ мин}$$

4) Для определения времени движения людей по четвертому участку, с учетом габаритных размеров аудитории 602:

$$N_4 = 15; l_4 = 57; \delta_4 = 3,5;$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_4 = \frac{N_4 \cdot f}{l_4 \cdot \delta_4} = \frac{15 \cdot 0,16}{5,8 \cdot 3,5} = 0,06 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице А2 Приложение А определяем интенсивность движения людского потока и скорость: $q_n = 6 \text{ м/мин}, V_n = 100 \text{ м/мин}$

При $q_n = 6 \text{ м/мин} < q_{max} = 16,5 \text{ м/мин}$ – движение без задежек

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_4 = \frac{l_4}{V_n} = \frac{5,7}{100} = 0,057 \text{ мин}$$

4.1) Определяем интенсивность движения людского потока при движении через дверной проем аудитории 602:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Время движения в проеме определяется по формуле

$$t_{d4} = \frac{N_4 \cdot f}{q_d \cdot \delta_d} = \frac{15 \cdot 0,16}{8,125 \cdot 1,5} = 0,15 \text{ мин}$$

5) Для определения времени движения людей по пятому участку, с учетом габаритных размеров аудитории 601:

$$N_5 = 13; l_5 = 61; \delta_5 = 3,5;$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_5 = \frac{N_5 \cdot f}{l_5 \cdot \delta_5} = \frac{13 \cdot 0,16}{6,1 \cdot 3,5} = 0,09 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице А3 Приложение А определяем интенсивность движения людского потока и скорость: $q_n = 9$ м/мин, $V_n = 100$ м/мин.

При $q_n = 9$ м/мин $< q_{max} = 16,5$ м/мин – движение без задежек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$\tau_5 = \frac{l_5}{V_n} = \frac{6,1}{100} = 0,061 \text{ мин}$$

5.1) Определяем интенсивность движения людского потока при движении через дверной проем аудитории 601:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Время движения в проеме определяется по формуле:

$$t_{d5} = \frac{N_5 \cdot f}{q_d \cdot \delta_d} = \frac{13 \cdot 0,16}{8,125 \cdot 1,5} = 0,16 \text{ мин}$$

б) После того как все обучающиеся вышли с учебных аудиторий, поток двинулся к ближайшему эвакуационному выходу (рисунок–5) :

$$N_6 = 52; l_6 = 13; \delta_6 = 2,3;$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_6 = \frac{N_6 \cdot f}{l_6 \cdot \delta_6} = \frac{52 \cdot 0,16}{13 \cdot 2,3} = 0,3 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице А3 определяем интенсивность движения людского потока и скорость: $q_n = 3$ м/мин, $V_n = 100$ м/мин.

$$\tau_6 = \frac{l_6}{V_n} = \frac{27}{100} = 0,27 \text{ мин}$$

6.1) Определим интенсивность прохождения через эвакуационный выход на 6-м этаже ведущий к лестничной клетке:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Время движения в проеме определяется по формуле:

$$t_{d6} = \frac{N_5 \cdot f}{q_d \cdot \delta_d} = \frac{52 \cdot 0,16}{8,125 \cdot 1,5} = 0,5 \text{ мин}$$

7) Для определения скорости движения по лестнице рассчитывается интенсивность движения на шестом участке по формуле:

$$q_7 = \frac{q_d \cdot b_d}{b_n} = \frac{8,125 \cdot 1,5}{1,4} = 9 \text{ м/мин}$$

Исходя из табличных значений имеем:

$V_n = 100 \text{ м/мин}$. Длина лестничного пролета равна 14 м

Время движения по лестнице вниз до 5-го этажа:

$$\tau_7 = \frac{l_7}{V_n} = \frac{14}{80} = 0,14 \text{ мин}$$

8) При переходе людей с шестого этажа на пятый, на 7 участке происходит смешивание потоков с людьми выходящими с дверного проема пятого этажа на лестничную клетку (рисунок 9). Количество людей находящихся на 5 этаже составляет 20 человек:

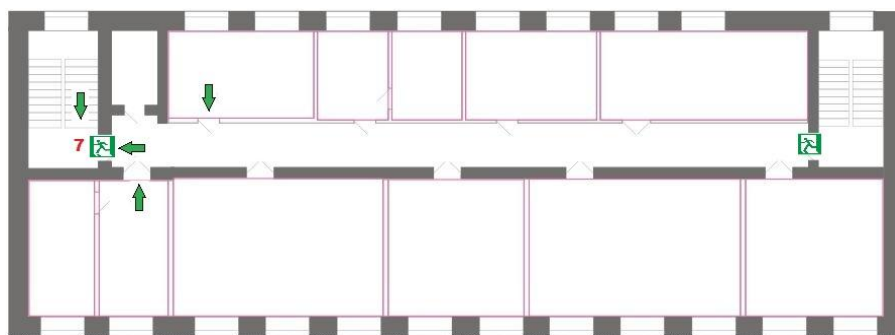


Рисунок 9 – План 5 этажа

Интенсивность движения людей выходящих через дверной проем 5-го этажа:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Интенсивность людского потока людей следующих до 4-го этажа рассчитывается по формуле 5 приложение А:

$$q_8 = \frac{\sum q_{q-1} * b_{i-1}}{bi} = \frac{(8,125 \cdot 1,5) + (9 \cdot 1,4)}{2} = 12,5 \text{ м/мин}$$

Исходя из табличных значений имеем:

$V_n = 18$ м/мин. Длина лестничного пролета равна 14 м.

Время движения по лестнице вниз до 4-го этажа

$$\tau_8 = \frac{l_8}{V_n} = \frac{14}{18} = 0,94 \text{ мин}$$

9) При переходе людей с пятого этажа на четвертый, на 8 участке происходит смешивание потоков с людьми выходящих с дверного проема четвертого этажа на лестничную клетку (рисунок 10). Количество людей находящихся на 4 этаже составляет 15 человек.

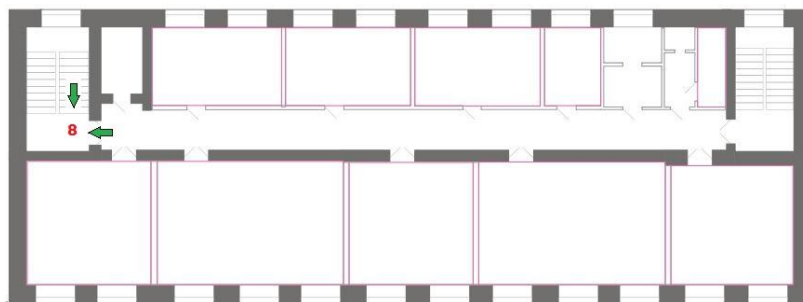


Рисунок 10 – План 4 этажа

Интенсивность движения людей выходящих через дверной проем 5-го этажа:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Интенсивность людского потока людей следующих до 3-го этажа составит составит:

$$q_9 = \frac{\sum q_{q-1} * b_{i-1}}{bi} = \frac{(8,125 \cdot 1,5) + (12,5 \cdot 1,4)}{2} = 14,5 \text{ м/мин}$$

Исходя из табличных значений имеем:

$V_n = 24$ м/мин. Длина лестничного пролета равна 14 м.

Время движения по лестнице вниз до 3-го этажа

$$\tau_9 = \frac{l_9}{V_n} = \frac{14}{24} = 0,58 \text{ мин}$$

10) При переходе людей с четвертого этажа на третий, на 9 участке происходит смешивание потоков с людьми, выходящих с дверного проема третьего этажа на лестничную клетку (рисунок 11).

Количество людей находящихся на 3 этаже составляет 12 человек

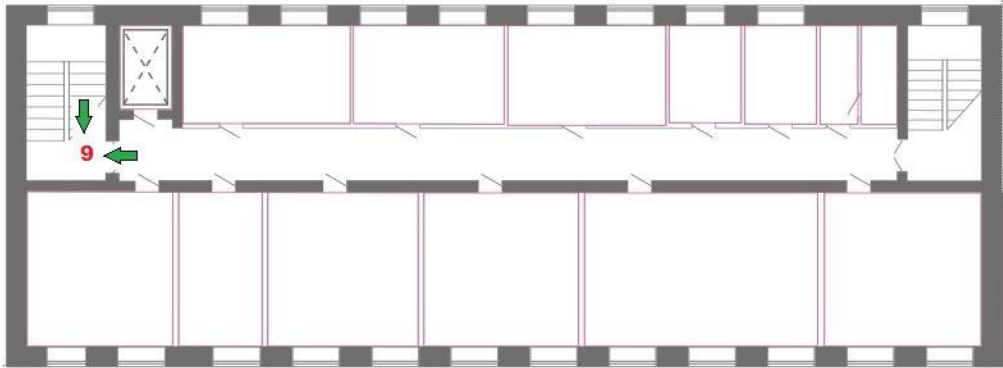


Рисунок 11 – План 4 этажа

Интенсивность движения людей выходящих через дверной проем 5-го этажа:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Интенсивность людского потока людей, следующих до 2-го этажа, составит:

$$q_{10} = \frac{\sum q_{q-1} \cdot b_{i-1}}{b_i} = \frac{(8,125 \cdot 1,5) + (14,5 \cdot 1,4)}{2} = 16,0 \text{ м / мин}$$

Исходя из табличных значений имеем:

$V_n = 40 \text{ м/мин}$. Длина лестничного пролета равна 14 м.

Время движения по лестнице вниз до 3-го этажа.

$$\tau_{10} = \frac{l_{10}}{V_n} = \frac{28}{40} = 0,7 \text{ мин}$$

11) Оказавшись на первом этаже, люди двигаются к ближайшему эвакуационному выходу (рисунок 12):

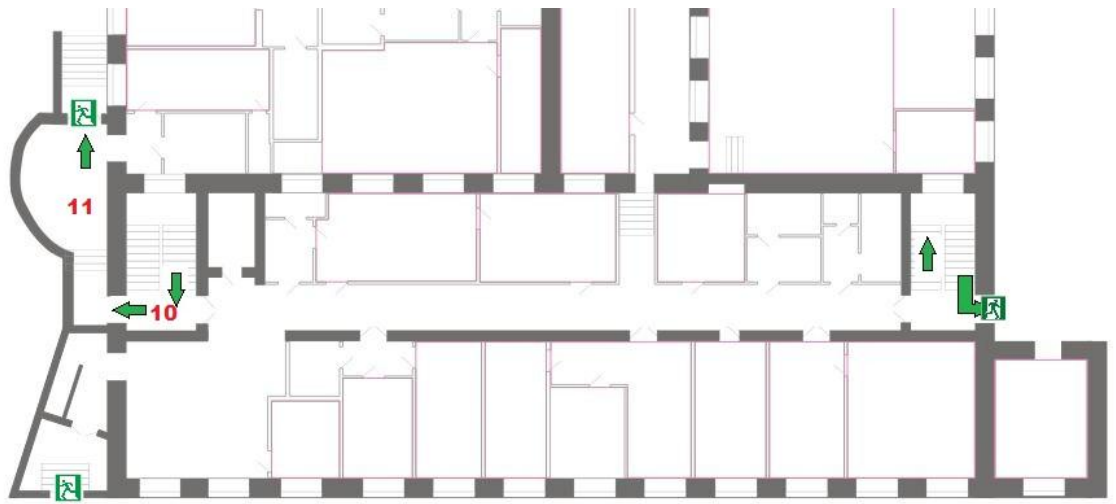


Рисунок 12 – План 1 этажа

Определим интенсивность движения людского потока через дверной проем ведущий к эвакуационному выходу:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,5 = 8,125 \text{ м/мин}$$

Время движения в проеме определяется по формуле

$$t_{d11} = \frac{N_{11} \cdot f}{q_d \cdot \delta_d} = \frac{92 \cdot 0,16}{8,125 \cdot 1,5} = 1,2 \text{ мин}$$

12) Так как на одиннадцатом участке находится 92 человек, плотность людского потока составит:

$$N_{12} = 92; l_{12} = 7; \delta_{12} = 3; f = 0,16$$

$$D_{12} = \frac{N_{12} \cdot f}{l_{12} \cdot \delta_{12}} = \frac{92 \cdot 0,16}{5,8 \cdot 5,7} = 0,4 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

Исходя из табличных значений имеем:

$$q_n = 4 \text{ м/мин}, V_n = 100 \text{ м/мин.}$$

$$\tau_{12} = \frac{l_{12}}{V_n} = \frac{7}{40} = 0,2 \text{ мин}$$

Общее время эвакуации людей (по формуле 1 Прил. А) людей с шестого этажа:

$$t_{\text{общ}} = t_{\text{н.э}} + t_3 + t_{d3} + t_4 + t_{d4} + t_5 + t_{d5} + t_6 + t_{d6} + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} = 5 \text{ мин } 30 \text{ с}$$

Следовательно, расчетное время эвакуации людей с 6-го этажа составляет 5 мин 30 с.

Вывод: время эвакуации при условном пожаре удовлетворительно, так как соответствует табличным значениям нормативного документа. Нормативное значение составляет 6 минут [14]. Для более эффективной эвакуации необходимо разработать рекомендации по снижению времени.

3. Расчет сил и средств

Определение параметров пожара на момент начала ведения боевых действий[15]:

1) Определяем время свободного горения $T_{св.гор.}$:

$$T_{св.гор.} = T_{\delta c} + T_{сооб} + T_{сб.} + T_{сл.} + T_{б/р.} ;$$

где:

$T_{\delta c}$ – промежуток времени от начала возникновения пожара до сообщения о нем в пожарную охрану, мин (при наличии сигнализации 5 мин);

$T_{сооб}$ – время сбора личного состава боевых расчетов по тревоге, мин (принимается равным 1 мин);

$T_{сб.}$ – время сбора личного состава боевых расчетов по тревоге, мин (принимается 1 мин);

$T_{сл.}$ – время следования подразделений на пожар, мин

$$T_{сл.} = \frac{60 \cdot L}{V_{сл.}} = \frac{60 \cdot 2}{45} = 3 \text{ мин}$$

где:

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

$V_{сл.}$ – средняя скорость движения пожарных автомобилей, [км/ч] (при расчетах можно принимать: на широких улицах с твердым покрытием 45 км/ч, а на сложных участках, при интенсивном движении и грунтовых дорогах 25 км/ч)

$T_{б/р.}$ – время боевого развертывания пожарных подразделений, мин (принимается 3 минуты)

$$T_{св.гор.} = 5 + 1 + 3 + 3 + 2 = 13 \text{ мин}$$

2) Определяем возможную длину пути распространения горения L :

$$L = 0,5 \cdot V_{л.} \cdot 10 + V_{л.} \cdot (T_{св.гор.} - 10)$$

$$L = 0,5 \cdot 1 \cdot 10 + 1 \cdot (13 - 10) = 8 \text{ м}$$

V_d – линейная скорость распространения горения принимаем равной 1 м/мин

Определяем возможную форму площади и возможную обстановку пожара:

Размеры аудитории 8.8×5.9 м, учитывая, что путь, пройденный огнем до момента подачи первого ствола равен 8 м, форма площади пожара прямоугольная, то есть кабинет полностью охвачен пламене

Определяем площадь пожара S_n :

$$S_n = a \cdot L$$

$$S_n = 8.8 \cdot 8 = 70,4 \text{ м}^2$$

Учитывая объемно-планировочные особенности помещения, пожар будет ограничен размерами кабинета, следовательно:

$$S_n = 52 \text{ м}^2$$

3) Определяем площадь тушения по фронту S_T :

$$S_T = n \cdot a \cdot h_T$$

S_T – это часть площади пожара, которая может быть эффективно потушена в зависимости от вида применяемых стволов.

h_T – глубина тушения ствола. Глубину обработки горячей площади для ручных стволов принимают 5 метров.

Тушение ведется с двух направлений n

$$S_T = 2 \cdot 6 \cdot 5 = 60 \text{ м}^2$$

$$S_T = S_n,$$

то есть площадь тушения равна площади пожара.

4) Определяем интенсивность подачи огнетушащих средств:

В нашем случае огнетушащим веществом является вода, I_{TP}^T – интенсивность подачи огнетушащих средств на тушение принимаем

равной $0,10 \text{ л} / (\text{м}^2\text{с})$, I_3 – интенсивность подачи огнетушащих средств на защиту принимаем равной $0,025 \text{ л} / (\text{м}^2\text{с})$ Данные берем из справочника

Определяем расход огнетушащего вещества и количество водяных стволов Q_{TP}^T :

$$Q_{TP}^T = S_T \cdot I_{TP}^T$$

$$Q_{TP}^T = 52 \cdot 0,1 = 5,2 \text{ л/с}$$

5) Определим требуемое количество стволов для локализации и тушения пожара N_T^B :

$$N_T^B = \frac{Q_{TP}^T}{Q_{приб}^B}$$

На тушение принимаем ствол «РСК-50» с расходом воды $Q_{приб}^B = 3,5$ л/с:

$$N_T^B = 5,2 / 3,5 = 1,48 = 2$$

6) Определим общий фактический расход воды на ликвидацию горения Q_ϕ^T :

$$Q_\phi^T = N_{приб}^T \cdot Q_{приб}^B$$

$$Q_\phi^T = 2 \cdot 3,5 = 7 \text{ л/с}$$

Условие для ликвидации горения удовлетворено $Q_\phi^T > Q_{TP}^T$

7) Определим требуемый расход на защиту Q_{TP}^3 :

$$Q_{TP}^3 = S_3 \cdot I_3$$

где: S_3 – площадь помещения куда подаются огнетушащие средства на защиту.

I_3 – интенсивность подачи огнетушащих средств на защиту принимаем равной $0,025 \text{ л} / (\text{м}^2\text{с})$.

$$Q_{TP}^3 = 52 \cdot 0,025 = 1,3 \text{ л/с}$$

8) Определим требуемое количество стволов N_T^B :

$$N_T^B = Q_{TP}^3 / Q_{приб}^3 = 1,3 / 3,5 = 1$$

9) Определим общий фактический расход воды на защиту: Исходя из тактических соображений и оперативно-тактических характеристик объекта берем 2 ствола «РСК-50»:

$$Q_{\phi}^3 = N_{приб}^3 \cdot Q_{приб} = 2 \cdot 3,5 = 7 \text{ л/с}$$

$$Q_{\phi}^3 > Q_{TP}^3$$

10) Общее количество воды необходимое для тушения:

$$Q_{TP} = Q_{\phi}^T + Q_{\phi}^3 = 5,2 + 1,3 = 6,5 \text{ л/с}$$

11) Общее фактическое количество воды необходимое для тушения:

$$Q_{\phi} = Q_{\phi}^T + Q_{\phi}^3 = 7 + 17 = 14$$

Общее условие для ликвидации горения удовлетворено $Q_{\phi} > Q_{TP}$

12) Определяем требуемое количество ПА для установки на водоисточники $N_{авт}$:

$$N_{авт} = Q_{\phi} / Q_H$$

$$N_{авт} = 14 / 95 = 0,14,$$

следовательно необходимо установить на водоисточник 1 ПА

где: Q_H – производительность насоса

Q_{ϕ} – фактический расход на тушение и защиту

Для полной обеспеченности объекта водой необходимы два условия:

б) чтобы водоотдача водопроводной сети превышала фактический расход воды ($Q_H \geq Q_{\phi}$); $95 \geq 14$, условие выполняется

7) чтобы количество пожарных гидрантов соответствовало бы количеству пожарных автомобилей, которые необходимо установить на эти

гидранты ($N_{ПГ} \geq N_{авт}$), $1 \geq 1$, условие выполняется.

13) Определяем численность личного состава для проведения действий по тушению пожара:

Исходя из оперативно-тактических особенностей данного объекта, 3 звена ГДЗС будет выполнять задачу непосредственно только по эвакуации пострадавших:

$$N_{л/с} = N_T \cdot 3 + N_{защит/ств\langle РСК-50 \rangle} \cdot 3 + N_{эвак} \cdot 3 + N_{п.б} \cdot 1 + N_{раб.разв} \cdot 1 + N_{Л} \cdot 1$$

$$N_{л/с} = 1 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 6 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 1 = 28$$

где:

N_T – количество работающих на тушение;

$N_{защит/ств\langle РСК-50 \rangle}$ – количество работающих на защите;

$N_{эвак}$ – количество л/с задействованного для эвакуации;

$N_{п.б}$ – количество организованных на пожаре постов безопасности (из расчета на три работающих звена ГДЗС один пост безопасности)

$N_{раб.разв}$ – количество личного состава занятого контролем за магистральной рукавной линией из расчета : 1 человек на 1 магистральную рукавную линию (если две линии проложены параллельно в одном направлении, то берется также один человек);

$N_{Л}$ – количество выдвижных лестниц на которые задействованы страховщики из расчета: 1 человек на 1 лестницу;

14) Определяем требуемое количество пожарных подразделений (отделений) $N_{отд}^{АЦ}$:

$$N_{отд}^{АЦ} = N_{л.с} / 4$$

$$N_{отд}^{АЦ} = 28 / 4 = 7$$

Таблица 4 - Сводная таблица расчета сил и средств для тушения пожара

| Наименование помещения и его площадь | Линейная скорость распространения | Расчетная площадь гонения | Интенсивность подачи огнетушащих веществ | Общий расход огнетушащих | Количество стволов на тушение | | Количество стволов на тушение | | Количество отделений | Количество звеньев ГДЗ | Количество личного состава | № вызова |
|--|-----------------------------------|---------------------------|--|--------------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|----------------------|------------------------|----------------------------|----------|
| | | | | | РСК-50 | РСК-70 | РСК-50 | РСК-70 | | | | |
| Учебная аудитория 52 м ² | 1 | 52 м ² | 0,1 | 14 | 2 | - | 2 | - | 7 | 6 | 28 | 3 |

Вывод: При возникновении пожара в учебно-лабораторном корпусе №18 ТПУ на место ЧС выехало два пожарных подразделения ПЧ-1 и ПЧ-2. Количество пожарных автомобилей составило (4АЦ и 1 АЛ), численность боевого состава 12. Сил и средств дежурного караула ПЧ-1 и ПЧ-2 недостаточно для тушения пожара, необходимо дополнительно привлечь пять отделений на основных пожарных автомобилях. Дополнительные отделения в количестве пяти помогут полноценно ликвидировать горение, возникшее в лабораторной аудитории площадью 52 м², и предотвратить распространение пламени в коридор и другие аудитории. Больше семи отделений для тушения возгорания нецелесообразно использовать, так как будет простой технических средств и человеческого ресурса. В таблице 4 приведено необходимое количество подразделений, пожарных машин,

численность боевого состава, время следования и развёртывания сил и средств.

Таблица 5 - Силы и средства, привлекаемые на тушение пожара и временах сосредоточения

| Подразделения, место дислокации | Количество и тип пожарных автомобилей, шт. | Численность боевого расчета, чел | Расстояния от пожарных подразделений до объекта, км | Время следования, минут/летнее мин | Время развертывания сил и средств, мин |
|---------------------------------------|--|--|--|---|---|
| ПЧ-1 | 2АЦ | 8 | 2 | 3 | 6 |
| ПЧ-2 | 2АЦ,1АЛ-30 | 4 | 2 | 3 | 6 |
| ПЧ-3 | 2АЦ,1АЛ-30 | 4 | 4 | 9 | 6 |
| УПЧ | 1АЦ | 4 | 10 | 24 | 6 |
| ПЧ-5 | 1АЦ | 4 | 10 | 24 | 6 |
| ПЧ-10 | 2АЦ | 4 | 5 | 12 | 6 |
| ПЧ-13 | 2АЦ | 4 | 8 | 19 | 6 |

3.1 Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения

Состав, дислокация, порядок и время сосредоточения сил и средств, выделяемых участниками взаимодействия при получении сообщения о пожаре:

- Кировский РОВД, ул. Нахимова, 9а время сосредоточения 5 мин
- МУП «Томский энергокомплекс»; ул. Шевченко, 41 время сосредоточения 10 мин
- ОАО «Горэлектросети»; ул. Шевченко, 62 время сосредоточения 15 мин
- МЛПМУ «Станция скорой помощи»; ул. Щорса 1 время сосредоточения 10 мин
- ОВО Кировского района; ул. Шевченко, 55 стр. 1 время сосредоточения 15 мин
- ГИБДД ТО; ул. Иркутский тракт ,77 время сосредоточения 15 мин

При получении о пожаре дежурные (диспетчера) данных служб высылают силы и средства. Привлечение сил и средств осуществляется на основании действующих соглашений о взаимодействии.

Связь осуществляется через СОО (ДС) ГУ «ЦУКС МЧС России по Томской области»

Таблица 6 – порядок взаимодействия всех служб, принимающих участие в тушении пожара

| № № п/п | Содержание задач | Ответственная служба | Привлекаемые должностные лица различных служб |
|---------------|--|----------------------|---|
| 1 | Оцепление места пожара Организация безопасности граждан | Кировский РОВД | Начальник смены ДЧ, Наряд полиции |

Продолжение таблицы 6

| | | | |
|---|--|--|--|
| 2 | <p>Обеспечение максимальной водоотдачи водопроводных сетей</p> <p>Подготовка ПГ соседних сетей</p> <p>В случае аварии на водопроводных сетях ,принять меры к её устранению</p> | МУП «Томский энергокомплекс» | <p>Диспетчер</p> <p>Старший аварийной бригады</p> |
| 3 | <p>Отключение электроснабжения с последующей выдачей письменного разрешения-допуска</p> | <p>ОАО</p> <p>«Горэлектросети»</p> | <p>Диспетчер</p> <p>Старший аварийной бригады</p> |
| 4 | Оказание медицинской помощи | <p>Дежурная</p> <p>бригада «Станция скорой помощи»</p> | <p>Старший врач скорой помощи</p> <p>бригада скорой помощи</p> |
| 5 | <p>Охрана материальных ценностей</p> <p>Доставка материально-ответственных лиц</p> | ОВО Кировского района | <p>Дежурный ПЦО</p> <p>Наряд ВО</p> |
| 6 | Перекрытие дорожного движения | ГИБДД ТО | <p>Дежурный ДПС</p> <p>Наряд ДПС</p> |

3.2 Мероприятия по раннему обнаружению и тушению пожаров

Ежегодно в пожарах погибает большое количество людей и материальный убыток исчисляется в миллионах рублей, но самое ценное это человеческая жизнь.

Для минимизации материального ущерба и сохранению человеческих жизней могут быть предложены следующие мероприятия:

1. Использование современных систем пожарной сигнализации, такие как СОУЭ 5-го типа.

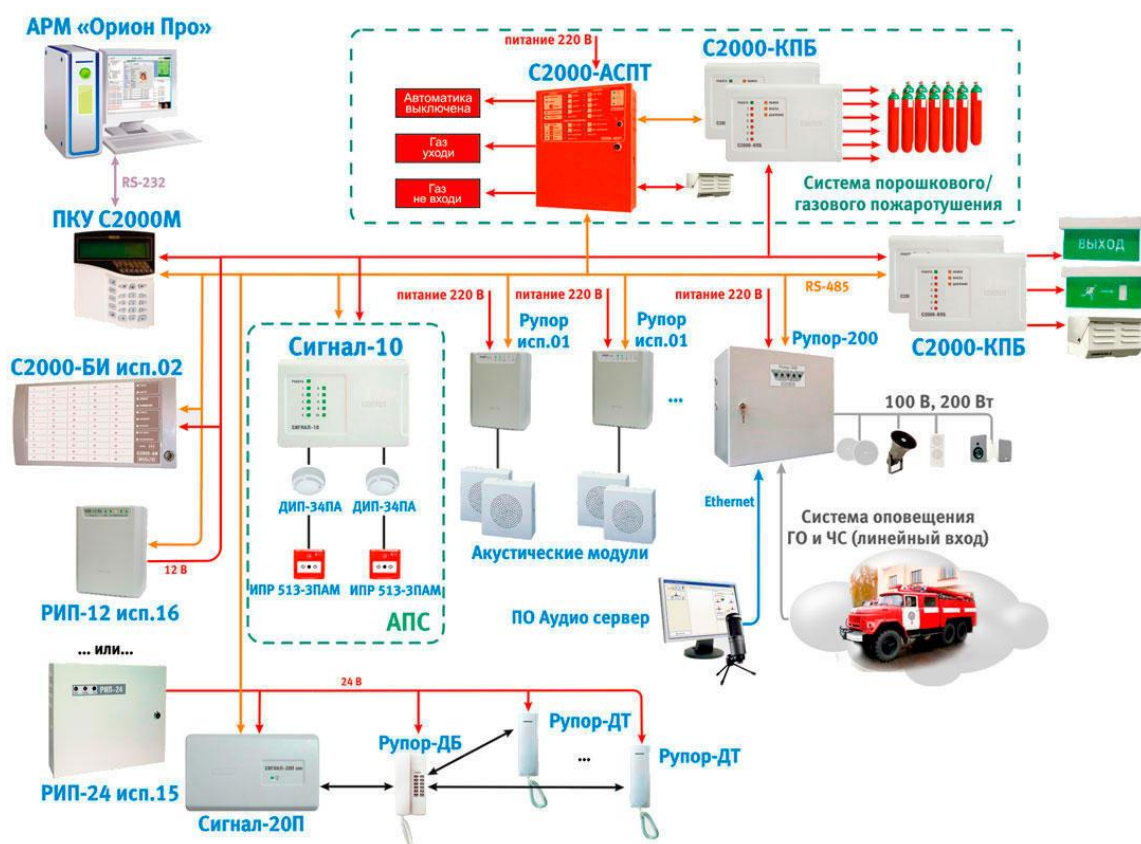


Рисунок 13 – Пример системы оповещения 5-го типа

1) Преимуществом данной СОУЭ является передача первоочередной информации для обслуживающего персонала, что способствует предотвращению паники, скоплению людей, столкновению людских потоков при эвакуации.

2) Передача полноценной информации о необходимых направлениях движения эвакуирующимся, находящихся в разных зонах помещения, к ближайшему выходу.

2. Применение современных комбинированных извещателей.



Рисунок 14 – Извещатель комбинированный

В комбинированных пожарных извещателях сигнал "Пожар" может формироваться при достижении определенной средневзвешенной суммарной величины нескольких факторов еще до того момента, когда какой-либо из факторов в отдельности достигнет порогового значения, что свойственно однотипным пожарным извещателям. Так, в интеллектуальном дымовом/тепловом извещателе проводится измерение величины удельной оптической плотности дыма и скорости повышения температуры в относительных единицах. Даже при наличии сравнительно небольшой оптической плотности дыма повышение температуры со скоростью несколько градусов в минуту соответствует пожароопасной обстановке. Данная логика работы комбинированного извещателя позволяет значительно сократить время обнаружения возгораний, сопровождающихся одновременно несколькими факторами.

Из дополнительных преимуществ можно выделить:

– Экономическая целесообразность приобретения, монтажа, использования/обслуживания одного изделия вместо двух/четырех устройств.

- Снижение потребления электротока.
- Улучшение дизайна интерьера помещений из-за отсутствия огромного количества «разномастных» пожарных извещателей, шлейфов/соединительных линий АПС, проложенных к ним.

Прогресс в области пожарной безопасности движется вперед и это не все средства защиты для социальных объектов. Все конструкторские и технические решения для обеспечения пожарной безопасности будут неэффективны, если не производится качественная проверка и эксплуатация объекта.

На территории Томской области постоянно проводятся пожарно-тактические учения на объектах социальной значимости, а именно в зданиях учебных заведений. Такие учения на сегодняшний день актуальны, так как областной центр занимает лидирующие места по пребыванию студентов.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Содержанием выпускной квалификационной работы является разработка тактики по тушению пожаров №18 корпуса ТПУ. Для достижения поставленной цели проводится изучение основных нормативно-правовых документов в области пожарной безопасности и изучение методик тушения пожара на объекте социальной сферы.

Исследование в области пожарной безопасности предполагает применение, как технических средств, так и схемы, основные действия. Особое внимание уделяют профилактике пожаров, а именно установка датчиков пожарной безопасности, для раннего обнаружения возгорания, а также на рабочих местах проводят инструктажи, где работников знакомят с нормами и правилами пожарной безопасности на объекте.

Целью данной работы является проведение расчетов по тушению пожаров №18 корпуса ТПУ с экономической точки зрения.

Должны выполняться следующие задачи:

1. выполнение анализа конкурентных технических решений;
2. SWOT-анализа, составление структуры работ в рамках научного исследования;
3. определения трудоемкости выполнения работ, разработку графика проведения научного исследования, составление бюджета НИИ (материальные затраты;
4. основная ЗП, дополнительная ЗП, накладные расходы и т.д.), а также определение социальной и экономической эффективности исследования.

4.1 Инженерные и технические мероприятия по противодействию возгораниям

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла при работе в нормальных условиях и в условиях ЧС.

Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно – технические мероприятия.

Систему предотвращения пожара составляет комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара. Предотвращение пожара достигается: устранением образования горючей среды; устранением образования в горючей среде источника зажигания; поддержанием температуры горючей среды ниже максимально допустимой и др. мерами.

Систему противопожарной защиты составляет комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей поражающих факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Противопожарная защита обеспечивается:

- максимально возможным применением негорючих и трудно горючих веществ и материалов;
- ограничением количества горючих веществ и их размещения;
- изоляцией горючей среды, предотвращением распространения пожара за пределы его очага;
- применением средств пожаротушения;
- применением конструкции объектов с регламентированными пределами огнестойкостью и горючестью;
- эвакуацией людей;
- системами противодымной защиты;

- применением средств противопожарной сигнализации и средств извещения о пожаре;
- организацией пожарной охраны промышленных объектов.

Ограничение горючих веществ и их размещения – достигается регламентацией:

- количества горючих веществ, одновременно находящихся в помещении;
- наличие аварийного слива пожаровзрывоопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов;
- противопожарных разрывов и защитных зон;
- периодические очистки помещений от горючих отходов;
- числа рабочих мест, на которых используются пожароопасные вещества;
- выноса пожароопасного оборудования в отдельные помещения и на открытые площадки, а также наличие системы аспирации отходные производства.

Изоляция горючей среды обеспечивается максимальной автоматизацией и механизацией технологических процессов, связанных с обращением пожароопасных веществ; применением для пожароопасных веществ герметизированного оборудования и тары; применением устройств защиты производственного оборудования с пожароопасными веществами от повреждений и аварий; применением изолированных отсеков, камер кабин и т. п.

Предотвращение распространения пожара обеспечивается:

- устройством противопожарных преград (стен, зон, поясов, защитных полос, занавесов и т. п.);
- устройством аварийного отключения и переключения аппаратов и коммуникаций;
- применением средств, предотвращающих разлив пожароопасных жидкостей при пожаре;

- применением огнепреграждающих устройств;
- применением разрывных предохранительных мембран на агрегатах и коммуникациях.

Организационно – технические мероприятия включают:

- организацию пожарной охраны предприятия;
- паспортизацию веществ, материалов, изделий, технологических процессов, зданий и сооружений в части обеспечения пожарной безопасности;
- привлечение общественности к вопросам обеспечения пожарной безопасности;
- организацию обучения работающих правилам пожарной безопасности;
- разработку инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами; изготовление средств наглядной агитации;
- нормирование численности людей на объекте по условиям их безопасности при пожаре;
- разработку мероприятий по действиям администрации и работающих на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей;
- обеспечение необходимых количеств и видов пожарной техники.

4.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Суть данной работы заключается в выработке методики тактики тушения пожара в жилых зданиях повышенной этажности. Правильные действия руководителя по тушению пожара является главным элементом для успешной ликвидации пожара.

Исходя из этого можно выделить потенциальных потребителей результатов исследования – это региональные подразделения МЧС России, нештатные аварийно-спасательные формирования и другие. На территории Томской области потенциальными потребителями являются Главное

управление МЧС России по Томской области, Поисково-спасательная служба по Томской области, пожарные части МЧС России.

Таблица 7 – Карта сегментирования

| | | Вид разработок | | |
|--------------------|---------|---|----------------------------------|-------------------------------|
| | | Техника безопасности при ликвидации горения | Применение средств пожаротушения | Основные действия при тушении |
| Размер организаций | Крупные | | | |
| | Средние | | | |
| | Мелкие | | | |

– ПСЧ; – ПСС;
 – С.

Исходя из данных карты сегментирования, видно, что крупные организации более заинтересованы в разработке по тактике тушения пожара в зданиях средней этажности.

4.3 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Основным сегментом имеющегося рынка является разработка тактики тушения пожара в социальном объекте на территории Томской области.

Для анализа альтернативных способов защиты населения была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция

В таблице представлен анализ конкурентных технических решений. Инженерные мероприятия как «ИНЖ», технические «ТЕХ»

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | Конкурентоспособность | |
|---|--------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | | Б _{инж} | Б _{тех} | К _{инж} | К _{тех} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | |
| 1. Надежность | 0,1 | 5 | 4 | 0,5 | 0,4 |
| 2.Безопасность | 0,15 | 5 | 4 | 0,8 | 0,6 |
| 3. Простота эксплуатации | 0,1 | 3 | 3 | 0,2 | 0,2 |
| 4. Объем производства | 0,15 | 5 | 3 | 0,75 | 0,45 |
| 5. Функциональная мощность | 0,1 | 4 | 1 | 0,4 | 0,1 |
| 6. Сотрудничество с поставщиками | 0,1 | 3 | 3 | 0,3 | 0,3 |
| 7.Повышение производительности труда пользователя | 0,1 | 4 | 4 | 0,4 | 0,4 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | |
| 1. Цена | 0,1 | 3 | 3 | 0,3 | 0,3 |
| 2. Уровень проникновения на рынок | 0,1 | 4 | 2 | 0,4 | 0,2 |
| 3. Точность | 0,1 | 4 | 3 | 0,4 | 0,3 |
| Итого | 1 | - | - | 4,45 | 3,25 |

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя

По данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование инженерных мероприятий для обеспечения своевременной ликвидации пожара в жилых зданиях является наиболее эффективным и целесообразным. Конкурентоспособность находится на отметке высоких показателей, суммарный балл равен 4,45.

4.4 Технология QuaD

Технология оценки QUAD (качественный советник) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений, описанных в разделе 1.2.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность
- правовая защищенность и др.

2) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;

- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Таблица 9 – Показатели оценки качества и перспективности разработки

| Критерий | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительные значения | Среднее значение |
|--------------------------|--------------|-------|-------------------|------------------------|------------------|
| 1. Энергоэффективность | 0,15 | 70 | 100 | 0,7 | 0,105 |
| 2. Надежность | 0,2 | 80 | 100 | 0,8 | 0,14 |
| 3. Унифицированность | 0,08 | 100 | 100 | 1 | 0,08 |
| 4. Простота обслуживания | 0,05 | 80 | 100 | 0,8 | 0,045 |
| 5. Безопасность | 0,2 | 80 | 100 | 0,8 | 0,15 |
| 6. Расходы материалов | 0,05 | 70 | 100 | 0,7 | 0,035 |
| 7. Конкурентоспособность | 0,1 | 90 | 100 | 0,9 | 0,095 |
| 8. Перспективность | 0,07 | 80 | 100 | 0,8 | 0,056 |
| 9. Цена | 0,1 | 95 | 100 | 0,95 | 0,095 |
| Итого | 1 | 0,801 | | | |

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i,$$

где: P_{cp} – средневзвешанное значение показателя качества и перспективности научно разработки;

B_i – вес показателя (В долях единицы);

B_i – средневзвешанное значение i -го показателя.

$$P_{cp}=(0,801 \times 100\%) = 80,1\%$$

Значение позволяет судить о перспективах разработки данной исследовательской работы. В нашем случае разработка является перспективной.

4.5 SWOT-анализ

WOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории:

- Strengths (сильные стороны),
- Weaknesses (слабые стороны),
- Opportunities (возможности),
- Threats (угрозы).

Сильные (S) и слабые (W) стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа, (то есть тем, на что сам объект способен повлиять); возможности (O) и угрозы (T) являются факторами внешней среды (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом).

Результаты SWOT-анализа представляем в табличной форме.

| | | |
|--|---|--|
| | <p>Сильные стороны: С1. Возможность долгосрочного использования исследований; С2. Уменьшение времени на оценку обстановки; С3. Более низкая стоимость расчетов в сравнении с другими фирмами, занимающимися оценкой пожароопасности зданий. С4. Возможность применения в реальных условиях..</p> | <p>Слабые стороны: Сл1. Относительно высокая стоимость; Сл2. Требуются высококвалифицированные кадры. Сл3. Большие временные затраты на полноценный расчет и выводы по расчетам.</p> |
| <p>Возможности: В1. Возможность дальнейшего развития этого направления ввиду повышенной опасности пожаров в зданиях в Российской Федерации в целом и Томской области в частности; В2. Возможность снижения расхода бюджета страны и области путем внедрения наиболее развитых технологий для предупреждения и ликвидации возгораний.</p> | <p>Из-за возможности долгосрочного использования исследования- это приведет к привлечению инвесторов, а также увеличению спроса.</p> | <p>Из – за относительно высокой стоимости возможен отказ инвесторов в финансировании, что приведёт к снижению спроса.</p> |
| <p>Угрозы: У1. Отсутствие финансирования; У2. Неустойчивая ситуация в стране; У3. Конкуренция зарубежных исследований.</p> | <p>Благодаря долгому сроку использования и уменьшения времени на оценку обстановки есть возможность превзойти зарубежные исследования в данной области.</p> | <p>Использование результата исследований может стать не актуальным и это приведет к потере финансирования потребителей.</p> |

В таблице 10 представлена интерактивная матрица проекта

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

| | | Сильные стороны проекта | | | | | Слабые стороны Проекта | | | | |
|--------------------------------|----|----------------------------|----|----|----|----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 |
| Возможности проекта | B1 | + | + | + | + | + | - | - | 0 | - | - |
| | B2 | 0 | + | + | + | + | 0 | 0 | - | 0 | + |
| | B3 | - | + | 0 | + | + | 0 | - | 0 | - | - |
| | B4 | + | + | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | B5 | + | 0 | + | 0 | + | - | - | 0 | + | - |
| Угрозы проекта | У1 | 0 | + | + | 0 | + | - | - | - | 0 | 0 |
| | У2 | + | + | + | + | + | - | - | 0 | - | + |
| | У3 | 0 | 0 | + | - | + | - | - | - | 0 | 0 |
| | У4 | + | + | 0 | + | 0 | + | + | + | - | + |
| | У5 | 0 | + | 0 | + | + | 0 | 0 | 0 | 0 | - |

При анализе данной интерактивной таблицы, можно выявить следующие коррелирующие:

- сильных сторон и возможностей: B1C1C2C3C4C5, B2C2C3C4C5, B3C2C4C5, B4C1C2C5, B5C1C3C5;
- слабых сторон и возможностей: B2Сл5, B5Сл4;
- сильных сторон и угроз: У1C2C3C5, У2C1C2C3C4C5, У3C3C5, У4C1C2C3, У5C2C4C5;
- слабых сторон и угроз: У2Сл5, У4Сл1Сл2Сл3Сл5.

Проанализировав, полученную матрицу проекта, видим, что исследование, рассмотренное в моей работе, имеет достаточно положительных сторон. Безусловно, данный проект имеет минусы, но в нашем случае вопрос касается безопасности, необходимо инвестировать в актуальное на сегодняшний день, чем платить за большие потери от чрезвычайных ситуаций.

4.6 Планирование научно-исследовательских работ

4.6.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл.

Таблица 11 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № | Содержание работ | Должность исполнителя |
|---------------------------------|---|--|-----------------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение темы ВКР | Руководитель |
| | 2 | Составление предварительного плана ВКР | Руководитель, студент |
| Теоретическая подготовка | 3 | Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР | Руководитель, студент |
| | 4 | Изучение и выбор метода исследований ВКР | Руководитель, студент |

| | | | |
|--------------------------------|----|-----------------------------------|-----------------------|
| | 5 | Написание теоретической части | Студент |
| Экспериментальные исследования | 6 | Проведение расчетов по теме ВКР | Студент |
| | 7 | Обоснование расчетов по теме ВКР | Студент |
| | 8 | Построение схем по расчетам | Студент |
| Обобщение и оценка результатов | 9 | Анализ полученных результатов | Руководитель, студент |
| | 10 | Оформление итогового варианта ВКР | Студент |
| | 11 | Проверка ВКР | Руководитель |

Таким образом, выделили основные этапы работ и их содержание, а также исполнителей, выполняющие данные работы.

4.6.2 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма состоит из блоков, расположенных на двух осях: по вертикали располагаются задачи, из которых состоит исследование, а время, запланированное на их выполнение, служит горизонтальной осью диаграммы Ганта. Для построения графика Ганта, следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой, для каждого исполнителя расчеты производятся индивидуально:

$$T_{ki,рук} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

$$T_{ki,инж} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

где: $k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал.рук}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где: $T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{\text{кал}}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году

Расчет трудоемкости и продолжительности работ, на примере задачи «Составление и утверждение темы ВКР»:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 5}{5} = 3,9 \text{ чел / дни}$$

$$T_{\text{pi}} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} = \frac{3,9}{1} = 3,9 \text{ дней}$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$K_{\text{кал.рук}} = \frac{366}{366 - 66 - 14} = 1,28$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Составление и утверждение темы ВКР»:

$$T_{\text{к.рук.}} = 3,9 \cdot 1,28 \approx 5 \text{ кал.дн.}$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя студента):

$$K_{\text{кал.ст.}} = \frac{366}{366 - 66 - 14} = 1,28$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Написание теоретической части»:

$$T_{\text{к.рук.}} = 10,2 \cdot 1,28 \approx 13 \text{ кал.дн.}$$

.

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу

Таблица 12 – Временные показатели проектирования

| Название работы | Трудоёмкость работ | | | | | | Длительность работ в рабочих днях T_{pi} | Длительность работ в календарных днях T_{ki} | | |
|--|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|---------|---|---|--------------|---------|
| | t_{min} , чел-дни | | t_{max} , чел-дни | | $t_{ожі}$, чел-дни | | | | | |
| | Руководитель | Студент | Руководитель | Студент | Руководитель | Студент | Руководитель | Студент | Руководитель | Студент |
| Составление и утверждение темы ВКР | 1 | - | 3 | - | 1,8 | - | 1,8 | - | 3 | - |
| Составление предварительного плана ВКР | 3 | 3 | 4 | 4 | 3,4 | 3,4 | 1,7 | 1,7 | 3 | 3 |
| Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР | 5 | 5 | 7 | 7 | 5,8 | 5,8 | 2,9 | 2,9 | 4 | 4 |
| Изучение и выбор метода исследования | 7 | 7 | 10 | 10 | 8,2 | 8,2 | 4,1 | 4,1 | 6 | 6 |
| Написание теоретической части | - | 9 | - | 12 | - | 10,2 | - | 10,2 | - | 13 |
| Проведение расчетов по теме ВКР | - | 7 | - | 9 | - | 7,8 | - | 7,8 | - | 10 |
| Обоснование расчетов | - | 2 | - | 4 | - | 2,8 | - | 2,8 | - | 4 |
| Построение схем по расчетам | - | 3 | - | 4 | - | 3,4 | - | 3,4 | - | 5 |
| Анализ полученных результатов | 5 | 5 | 7 | 7 | 5,8 | 5,8 | 2,9 | 2,9 | 4 | 4 |
| Итоговое оформление ВКР | - | 14 | - | 20 | - | 16,4 | - | 16,4 | - | 21 |
| Проверка ВКР | 3 | - | 5 | - | 3,8 | - | 3,8 | - | 5 | - |

После произведенных расчетов, представленных в таблице 11, строится диаграмма Ганта, представленная в таблице 12:

Таблица 13 – Календарный план график проведения НИ

| № | Вид работы | Исполнитель | Тк,д н | февраль | | | март | | | апрель | | | май | | |
|----|--|-----------------------|-----------|---------|------------------------------------|-----------------------|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | | | | 1 | Составление и утверждение темы ВКР | Руководитель, студент | 3 | | ■ | | | | | | |
| 2 | Составление предварительного плана ВКР | Руководитель, студент | 3 | | ■ | | | | | | | | | | |
| 3 | Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР | Руководитель, студент | 4 | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 4 | Изучение и выбор метода исследования | Руководитель, студент | 6 | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 5 | Написание теоретической части | Студент | 13 | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| 6 | Проведение расчетов по теме ВКР | Студент | 10 | | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| 7 | Обоснование расчетов | Студент | 4 | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| 8 | Построение схем по расчетам | Студент | 5 | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 9 | Анализ полученных результатов | Руководитель студент | 4 | | | | | | | | ■ | ■ | | | |
| 10 | Итоговое оформление ВКР | Студент | 21 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| 11 | Проверка ВКР | Руководитель | 5 | | | | | | | | | | | | ■ |

■ – студент; ■ – руководитель

Таблица 14 – Сводная таблица по календарным дням

| | Количество дней |
|---|-----------------|
| Общее количество календарных дней для выполнения работы | 82 |
| Общее количество календарных дней, в течение которых работал студент | 53 |
| Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель | 29 |

В результате выполнения данного подраздела разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и студента, позволяющий оценить и

спланировать рабочее время исполнителей. Также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из участников исследования.

4.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.7.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = \sum_{i=1}^m C_i * N_{расх\ i},$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

Таблица 15 – Показатели для расчета материальных затрат на НТИ

| Наименование | Единица измерения | Количество | | Цена за ед., руб | | Затраты на материалы (Зм), руб | |
|-----------------|-------------------|------------|------|------------------|------|--------------------------------|------|
| | | Студ. | Рук. | Студ. | Рук. | Студ. | Рук. |
| Бумага | Лист | 100 | 0 | 2 | 0 | 200 | 0 |
| Шариковая ручка | Шт. | 1 | 2 | 15 | 5 | 15 | 15 |
| Карандаш | Шт. | 1 | 1 | 10 | 0 | 10 | 10 |
| Блокнот | Шт. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| Итого | | | | | | 225 | 75 |

Итого по статье «материальные затраты» получилось 225 рублей на студента и 75 рублей на научного руководителя. Общие «материальные затраты» составляют 300 руб.

4.7.2 Расчет затрат на программное обеспечение для научных (экспериментальных) работ

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость исследования входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов. При выполнении научного исследования использовался компьютер со встроенным программным обеспечением, необходимым для выполнения исследовательской работы. В таблице представлены затраты на оборудование.

Таблица 16 – Затраты на оборудование

| № | Наименование оборудования | Кол-во, шт. | Срок полезного использования, лет | Цены единицы оборудования, тыс. руб. | Общая стоимость оборудования, тыс. руб. |
|--------------|---------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | Компьютер | 1 | 6 | 50 | 50 |
| Итого | | 50 тыс. руб. | | | |

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где: n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m,$$

где: I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для компьютера, с учётом того, что срок полезного использования составляет 5 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{6} = 0,17,$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,17 \cdot 50000}{12} \cdot 3 = 2124 \text{ руб.},$$

4.8 Основная заработная плата исполнителей темы

Зарботная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{ЗП} = Z_{осн} + Z_{доп.}$$

где: $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп.}$ – дополнительная заработная плата (15 % от)

Основная заработная плата научного руководителя и студента рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p,$$

где: $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d},$$

где: $Z_{дн}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} * (1 + K_{пр} + K_d) * K_p,$$

Руководителя:

$$Z_M = Z_{TC} * (1 + K_{пр} + K_d) * K_p = 27000 * (1 + 0,3 + 0,3) * 1,3 = 56160 \text{ руб.},$$

Студента:

$$Z_M = Z_{TC} * (1 + K_{пр} + K_d) * K_p = 1900 * (1 + 0,2 + 0,2) * 1,3 = 3458 \text{ руб.},$$

где: Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент;

K_d – коэффициент доплат и надбавок;

K_p – районный коэффициент

Таблица 17 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Руководитель | Студент |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней | 366 | 366 |
| Количество нерабочих дней | 119 | 119 |
| Выходные дни | 14 | 14 |
| Праздничные дни | | |
| Потери рабочего времени | 29 | 29 |
| Отпуск | 5 | 15 |
| Не выходы по болезни | | |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 200 | 195 |

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{56160 \cdot 10,4}{200} = 2920 \text{ руб,}$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{3458 \cdot 11,2}{195} = 198 \text{ руб,}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_p = 27$ раб.дней

Студент: $T_p = 70$ раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2920 \times 27 = 78840 \text{ руб,}$$

$$Z_{\text{осн}} = 198 \times 70 = 13860 \text{ руб,}$$

Таблица 18 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

| Исполнители | $Z_{\text{тс}}$ | $K_{\text{пр}}$ | $K_{\text{л}}$ | $K_{\text{з}}$ | $Z_{\text{м}}$ | $Z_{\text{дн}}$ | T_p | $Z_{\text{осн}}$ |
|----------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------|------------------|
| Научный руководитель | 27000 | 0,3 | 0,3 | 1,3 | 56160 | 2920 | 27 | 78840 |
| Студент | 1900 | 0,2 | 0,2 | 1,3 | 3458 | 198 | 70 | 13860 |
| Итого | | | | | | | | 92700 |

4.8.1 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}},$$

где: $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты принимать равным 0,13;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 19 – Расчет дополнительной заработной платы

| Заработана плата | Руководитель | Студент |
|-------------------|--------------|---------|
| Основная зарплата | 78840 | 13860 |
| Дополнительная | 9900 | 1785 |
| Итого, руб | 88740 | 15645 |

4.8.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} \times З_{доп})$$

где: $K_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). = 0,271

Величина отчислений во внебюджетные фонды руководителя:

$$З_{внеб} = 88740 \times 0,28 = 24847 \text{ руб}$$

$$З_{внеб} = 15645 \times 0,28 = 4380 \text{ руб}$$

Таблица 20 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Основная заработная плата | Дополнительная заработная плата | Коэффициент отчисления во внебюджетный фонд | Итого отчисления |
|--------------|---------------------------|---------------------------------|---|------------------|
| Руководитель | 78840 | 9900 | 0,28 | 24847 |
| Студент | 13860 | 1785 | 0,28 | 4380 |
| Итого | | | | 29227 |

4.8.3 Накладные расходы

$$\text{Знак} = (\text{Сумма статей } \frac{1}{7}) \times K_{нр},$$

$K_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таблица 21 – Расчет накладных расходов

| Наименование статьи | Сумма | |
|---|--------------|---------|
| | Руководитель | Студент |
| 1. Материальные затраты НТИ | 75 | 225 |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 78840 | 13860 |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 9900 | 1785 |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды | 24870 | 4380 |
| Итого | 113692 | 20250 |
| 5. Накладные расходы | 16050 | 3170 |

4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи | Сумма | |
|---|--------------|---------|
| | Руководитель | Студент |
| 1. Материальные затраты НТИ | 75 | 225 |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 78847 | 13860 |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 9900 | 1785 |

Продолжение таблицы 22

| | | |
|--|--------|-------|
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды | 24870 | 4380 |
| 5. Накладные расходы | 16050 | 3170 |
| 6. Бюджетные затраты НТИ | 129742 | 23420 |

4.10 Определение финансовой, бюджетной и экономической эффективности НИ

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научного исследования (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{инж}} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{88687}{88687} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{тех}} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{77000}{88687} = 0,86,$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее

численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Далее необходимо произвести оценку ресурсоэффективности исследования, определяемую посредством расчета интегрального критерия, по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент исследования;

b_i – бальная оценка исследования, устанавливаемая опытным путем по выбранной шкале оценивания.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик исследования, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 22.

Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения исследования

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | |
|--|--------------|-----------|-----------|
| | | $B_{инж}$ | $B_{тех}$ |
| 1. Надежность | 0,1 | 5 | 4 |
| 2.Безопасность | 0,2 | 4 | 2 |
| 3. Простота эксплуатации | 0,05 | 2 | 2 |
| 4. Функциональная мощность | 0,05 | 5 | 3 |
| 5. Сотрудничество с поставщиками | 0,2 | 3 | 2 |
| 6. Повышение производительности труда пользователя | 0,1 | 4 | 4 |

Продолжение таблицы 23

| | | | |
|-----------------------------------|-----|---|---|
| 1. Цена | 0,1 | 3 | 3 |
| 2. Уровень проникновения на рынок | 0,1 | 4 | 2 |
| 3. Точность | 0,1 | 4 | 3 |
| Итого | 1 | - | - |

$$I_p(\text{инж.}) = 3,75$$

$$I_p(\text{тех.}) = 2,65$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{р-исп.1}}}{I_{\text{финр.1}}}$$

$$I_{\text{инж}} = \frac{3,75}{1} = 3,75,$$

$$I_{\text{тех}} = \frac{2,65}{0,86} = 3,08,$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность исследования. Сравнительная эффективность исследования ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{инж}}}{I_{\text{тех}}} = \frac{3,75}{3,08} = 1,22,$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{тех}}}{I_{\text{инж}}} = \frac{3,08}{3,75} = 0,8,$$

Таблица 24 – Показатели для оценки ресурсоэффективности

| № п/п | Показатели | Инж. | Тех. |
|-------|---|------|------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 1 | 0,88 |
| 2 | Показатель ресурсоэффективности разработки | 3,75 | 2,65 |

Продолжение таблицы 24

| | | | |
|---|--|------|------|
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 3,75 | 3,08 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 1,22 | 0,8 |

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что наиболее эффективным является первый вариант решения в поставленной бакалаврской работе задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Вывод по разделу

В данном разделе рассмотрены ресурсосберегающая финансовая, бюджетная, социальная эффективность научно-исследовательской работы. В результате мы убедились, что планируемая работа является актуальной и отвечает всем современным требованиям в области обеспечения пожарной безопасности.

Методика расчета тушения пожара под каждое социальное здание может снизить социальный и экономический ущерб, а также спасти больше жизней.

Поставленная в работе цель достигнута, выполнены поставленные задачи.

В данном разделе было выполнено следующее:

- анализ конкурентных технических решений;
- SWOT-анализ;
- определена структура работ в рамках научного исследования;
- определение трудоемкости выполнения работ;
- разработка графика проведения научного исследования;
- бюджет НТИ (материальные затраты, основная ЗП, дополнительная ЗП, накладные расходы и т.д.), а также определение эффективности исследования.

5. Социальная ответственность

Введение

Социальная ответственность - ответственность перед людьми и данными им обещаниями (обязательствами). Это самое распространенное понимание ответственности, и при строгом рассмотрении любые другие виды ответственности являются формой социальной ответственности.

Социальная ответственность представляет собой умение специалистов вести профессиональную деятельность в рамках подготовки с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые ими решения.

Современный этап развития общества характеризуется устойчивым и динамичным ростом опасности возникновения пожаров, сопровождающихся увеличением количества жертв и размеров наносимого ущерба.

Усложнение технологических процессов, увеличение площадей застройки объектов народного хозяйства повышает их пожарную опасность.

В связи с этим все больше внимания уделяется совершенствованию профессионального мастерства пожарных, повышению уровня боевой готовности, гарантирующей защиту от огня собственности и имущества.

Пожарная тактика – это совокупность способов и приемов тушения пожара, применяемых с учетом возможностей подразделений пожарной охраны и конкретной обстановки на пожаре.

В данном разделе бакалаврской работы будут рассмотрены вредные и опасные факторы, влияющие на руководителя тушения пожара и подчиненным им работников учебного заведения и, конечно же, пожарных подразделений участвующих в данном действии

Они могут испытывать воздействие тех же самых опасных факторов, которые они призваны определять и устранять, а именно опасное строение и оборудование, недостаток естественного освещения, пониженная температура

воздуха рабочей зоны, повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень шума, нарушение правил ПБ1.1

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов при пожаре

В качестве объекта исследования был рассмотрен пожар на 6-ом этаже в №606 аудитории учебного корпуса №18 ТПУ.

Опасные факторы пожара – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу. Согласно статье 9 Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» к опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся: пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму

Во время проведения работ по ликвидации пожара, пожарный постоянно находится под воздействием опасных и вредных производственных факторов. Пламя и тепловые потоки являются причиной повышения температуры окружающей среды. Образующийся при пожаре дым, снижает видимость, а также является причиной снижения в зоне работы пожарных содержание 69 кислорода в воздухе. Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения является опасным для здоровья и жизни пожарных.

В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным. Работа сотрудников Государственной противопожарной службы относится к работе в чрезвычайных условиях, следовательно, нормировать опасные и вредные производственные факторы просто невозможно.

Проанализируем вредные и опасные факторы, которые могут воздействовать на сотрудника Государственной противопожарной службы при выполнении работ по ликвидации пожара на объекте.

5.1.2 Освещенность

При ликвидации пожара обязательным условием безопасности является отключение электричества на объекте. Следовательно, если проводить работы по тушению пожара в ночное время суток, то можно столкнуться с таким вредным фактором, как недостаточная освещенность рабочей зоны. Усугубить ситуацию по ликвидации пожара и проведению аварийно-спасательных работ на объекте может задымление, которое, в свою очередь, станет причиной снижения видимости. При потере видимости организованное движение нарушается, становится хаотичным, каждый двигается в произвольно выбранном направлении. Возникает паника. Людями овладевает страх, подавляющий сознание, волю. В таком состоянии человек теряет способность ориентироваться, правильно оценивать обстановку.

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Для улучшения освещения рабочей зоны необходимо использовать индивидуальные фонари нагрудные или на шлем, поисково-спасательные фонари

5.1.3 Микроклимат

К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха относятся: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения. Санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения, в соответствии с «СанПиН 2.2.4.548–96[2]. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 2.

Таблица 25 – Оптимальные величины показателей микроклимата

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|--|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный | III* (более 290) | 19-22 | 40-60 | <0,2 |
| Теплый | III* (более 290) | 20-24 | 40-60 | <0,2 |

* 6. К категории III относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.). Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 3.

Таблица 26 – Допустимые величины показателей микроклимата

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|--|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный | III* (более 290) | 15-28 | 20-80 | <0,5 |
| Теплый | | | | |

При любом пожаре выделяется тепловая энергия. Количество выделившегося тепла зависит от условий воздухообмена в очаге пожара, теплофизических свойств окружающих материалов (в том числе и строительных), пожароопасных свойств горючих веществ и материалов, входящих в состав пожарной нагрузки. Горячий воздух сильно повреждает дыхательные пути, легкие, глаза, кожу. Происходит это не только там, где горит огонь, но и в соседних помещениях. Повышенная влажность воздуха. Одна из причин, почему влажность делает жару невыносимой, является то, что чем выше влажность, тем более высокой ощущается температура воздуха, чем она есть на самом деле. Следовательно, чем больше влажность воздуха, тем больше вероятность получения ожог при пожаре (повышенная температура рабочей зоны).

Проблема высокой влажности состоит в том, что она заставляет человека чувствовать себя более разгоряченным. Это происходит потому, что наш организм, пытаясь охладиться, работает все активнее и активнее, выделяя пот. Но выделение пота в этом случае не работает как охлаждение, поэтому мы продолжаем нагреваться, и в результате перегреваемся, а это приводит к потере воды и химических веществ, в которых нуждается организм.

Перегрев, или чаще тепловое истощение, может привести к обезвоживанию и химическому дисбалансу в организме.

Для пожарных в данном случае средством индивидуальной защиты является спец.одежда (комбинезоны, куртки, брюки, халаты, жилеты, пальто, полушубки, тулупы). Снаряжение пожарного состоит из куртки, каски, пояса, карабина пожарного поясного, рукавиц и резиновых сапог. Полученные повреждения часто опасны для жизни человека. При воздействии температуры свыше 100°С человек теряет сознание и гибнет через несколько минут.

К основным средствам индивидуальной защиты пожарного от высоких температур относятся изолирующие костюмы (теплозащитные); средства защиты органов дыхания; средства защиты глаз; средства защиты рук; спец.обувь; спец одежда.

8.1.4 Повышенный уровень шума и вибраций.

При проведении работ по ликвидации пожара нельзя не учесть такие вредные факторы как повышенный уровень шума и вибраций. Причиной появления данных факторов может являться работа спасательной и пожарной техники на объекте ликвидации пожара.

ГОСТ12.1.003-83«ССБТ.Шум.Общитребованиябезопасности»являетсянормативнымдокумент ом,регламентирующимуровеньшумарабочегоместа.Согласноему,нарабочемместемаксимальныйуровеньшума80дБА, то есть категория напряженности труда II и категория тяжести труда – Тяжелый труд второй степени [4].

Таблица27 -Предельнодопустимыйуровеньшумарабочихместах в дБА

| Категория напряженности трудового процесса | Категория тяжести трудового процесса | | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | Легкая физическая нагрузка | Средняя физическая нагрузка | Тяжелый труд первой степени | Тяжелый труд второй степени | Тяжелый труд третьей степени |
| Напряженность легкой степени | 80 | 80 | 75 | 75 | 75 |

Продолжение таблицы 27

| | | | | | |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|
| Напряженность средней степени | 70 | 70 | 65 | 65 | 65 |
| Напряженный труд 1 степени | 60 | 60 | - | - | - |
| Напряженный труд 2 степени | 50 | 50 | - | - | - |

$$\text{ПДУ} = 82 \text{ дБА}$$

Примечания:

– для тонального и импульсного шума ПДУ на 5 дБА меньше значений, указанных в табл.1;

– для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления - на 5 дБА меньше фактических уровней шума в помещениях (измеренных или рассчитанных), если последние не превышают значений табл.1 (поправка для тонального и импульсного шума при этом не учитывается), в противном случае - на 5 дБА меньше значений, указанных в табл.1; -

– дополнительно для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума - 125 дБА.

Мероприятия по борьбе с шумом подразделяются на организационно-технические, архитектурно-планировочные и лечебно-профилактические, а именно:

– устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;

– изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);

- группировка шумных помещений водной зоне здания и отделение их коридорами;
- использование средств индивидуальной защиты органов слуха, которые установлены ГОСТ 12.4.011-89 – это противошумные шлемофоны (шлемы), наушники, заглушки, вкладыши, специальные костюмы.
- Введение регламентированных дополнительных перерывов;
- проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров

5.1.5 Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны

Наибольшую опасность при загазованности воздуха рабочей зоны представляет наличие в воздухе токсических, раздражающих и других веществ образующихся при пожаре в результате сгорания материалов.

В процессе горения образуется окись углерода (СО – угарный газ). Это очень сильное отравляющее вещество, отравляющее действие которого основано на взаимодействии с гемоглобином крови. Причем данная реакция происходит в сотни раз быстрее, чем взаимодействие с кислородом воздуха.

Он не имеет ни цвета, ни запаха, переносится быстро и на значительные расстояния.

Даже малое количество угарного газа почти мгновенно реагирует с кровью, образуя карбоксигемоглобин. Это вещество не может обеспечивать перенос кислорода к клеткам. В результате при вдыхании угарного газа очень быстро наступает кислородное голодание. Человек теряет сознание и умирает. Одним из основных признаков поступления угарного газа в организм является головокружение и головная боль. Дым часто содержит и другие токсические вещества, образующиеся при сгорании синтетических материалов (пластмасс, полиуретанов), а также газы раздражающего действия (например, хлор). Все они вызывают поражение органов дыхания различной тяжести – от воспаления (токсический бронхит и токсический пневмонит) до отека легких.

При горении различных материалов образуются раздражающие газы, которые, соединяясь с водой, образуют разъедающие растворы – азотную, серную и сернистую кислоты, аммиак. Они вызывают повреждение (химический ожог) слизистых дыхательных путей, сужение мелких бронхов и накопление в лёгких жидкости.

В дыме может находиться высокотоксичный газ фосген, образующийся при контакте содержимого огнетушителя с горячей поверхностью .

Таблица 28 – Вещества, находящиеся в воздухе рабочей зоны

| Наименование вещества | Величина ПДК, мг/м | Класс опасности | Класс опасности |
|---|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Хлороводород, хлористый водород, HCl | 1 мг/м ³ | a | II |
| Оксид углерода, угарный газ, CO | 5 мг/м ³ | a | III |
| Диоксид углерода, углекислый газ, CO ₂ | 9 мг/м ³ | a | III |
| Циановодород, (цианистый водород, синильная кислота), HCN | 0,3 мг/м ³ | a | I |
| Фтороводород, (фтористый водород, HF) | 0,5 мг/м ³ | a | I |
| Диоксид азота, NO ₂ | 2 мг/м ³ | a | III |
| Аммиак, NH ₃ | 20 мг/м ³ | a | IV |
| Сероводород, H ₂ S | 7 мг/м ³ | a | III |

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.

К основным средствам защиты от токсических продуктов сгорания относятся индивидуальные средства защиты органов дыхания изолирующего типа. Изолирующие вещества защиты органов дыхания обеспечивают подачу воздуха для нормального дыхания и изолируют органы дыхания от окружающей среды.

Среди эффективных СИЗОД от пожара выделяют:

У-2К. Респираторная система 1 класса защиты. Надежно предохраняет от пылевых частиц и дыма, поэтому часто используется в качестве средства по защите от отравления продуктами горения. Предусмотрено 2 клапана для вдоха и выдоха. Внутри защитного устройства сохраняется комфортная температура, несмотря на условия в окружающем помещении.

«Нева» 209 – разновидность средства индивидуальной защиты органов дыхания второго класса. Компактный респиратор, который применяется как в условиях предприятия, так и при возгорании в индивидуальных жилых строениях. Защищает от дыма при концентрации в помещении до 12-ти кратного превышения ПДК.

«Юлия» 319 – защищает от едкого токсичного дыма, относится к 3 классу защиты. У модели есть клапан выдоха. Надежное прилегание к телу обеспечивает обтюратор из вспененного полимера, расположенный по всему периметру устройства. Не затрудняет обзор.

5.1.6 Поражение электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного сприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования [6].

Лаборатория относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются:

$$I < 0,1\text{А}; U < (2-36)\text{ В}; R_{\text{зазем}} < 4\text{ Ом}.$$

В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Каждому необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
- очистить дыхательные пути;
- приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- появления запаха, характерного для горячей изоляции или пластмассы;

- появления дыма или огня;
- появления искрения;
- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

- зануление источников электрического тока;
- заземление электрооборудования;
- разделение электрических цепей с помощью разделительных трансформаторов;

– использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Средства индивидуальной защиты:

- использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками;
- указатели величины напряжения;
- калоши, боты, подставки и коврики

5.1.7 Пожаробезопасность

Согласно главе 8 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и на основании СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» по пожарной и взрывопожарной опасности помещение 6-го этажа учебного корпуса относится к категории В4.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» нормативная вероятность воздействий опасных факторов пожара на людей – не более 10⁻⁶ в год на отдельного человека.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 21-01-97 (выполнено из кирпича, которое относится к трудносгораемым материалам)[11].

Возникновение пожара может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

– халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Аудитория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 2, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

храниться в герметичной таре во избежание отравления тяжелыми металлами в случае повреждения лампы. После накопления ламп на 1 транспортную единицу их увозят по адресу: г. Томск, ул. Елизаровых, 49.

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части переплавляются для последующего производства;
- неметаллические части компьютера подвергаются специально переработке: предварительная обработка, физическая переработка и химическая переработка. Предварительная обработка включает в себя демонтаж многоразовых и токсичных элементов, измельчение или разделение. Затем следует физическая переработка. Потом материалы извлекают путем химического процесса переработки [18].

Исходя из сказанного выше перед планированием покупки компьютера необходимо:

- Побеспокоится заранее о том, каким образом будет утилизирована имеющаяся техника, перед покупкой новой.
- Узнать насколько новая техника соответствует современным эко-стандартам и примут ее на утилизацию после окончания срока службы.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Для предотвращения данных ситуаций необходимо предусмотреть следующие мероприятия:

- Теплый гараж с автомобилем (для развоза сотрудников);
- Генератор бензиновый;
- Радиатор масляный;
- Постоянный запас воды (приблизительно 30л на одного человека).

За последние годы также участились случаи чрезвычайных ситуаций в виде диверсий. Такие случаи в большинстве своем сложные и имеют серьезные последствия. Для предупреждения вероятности возникновения подобных случаев здание, где находится рабочее место, должно быть оборудовано системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежными каналами связи. Также необходимо назначить должностное лицо, ответственное за обеспечение безопасности, и проводить периодические инструктажи и тренировки на случай возникновения экстренной ситуации.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Перечень нормативно-технической документации.

1) ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.

2) СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

3) СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

4) ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

5) СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

- 6) ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
- 7) ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
- 8) НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 9) СНиП 21-01-97 Противопожарные нормы.

Заключение

В процессе исследования был проведен аналитический обзор научных трудов и информационных статей о возникновении пожаров в учебных заведениях, этапах проведения работ по тушению пожара и статистики пожаров в высших образовательных учреждениях за последние пять лет.

На примере 18-го корпуса ТПУ была проведен расчет времени эвакуации, которое составило 5 минут 30 секунд. Что соответствует нормативным табличным значениям приказа МЧС РФ от 30 июня 2009 г. N 382.

В соответствии со ст.3.2 ФЗ №123 был определен класс функциональной пожарной опасности здания – Ф 4.2. В соответствии со СНиП 21-01-97 определили класс опасности строительных конструкций – К0, исходя из этого выявили что класс конструктивной пожарной опасности здания – С0. Так же, исходя из основного строительного материала рассматриваемого объекта, определили, что объект обладает третьей степенью огнестойкости. Учебный корпус полностью соответствует требованиям к огнестойкости объектов защиты, установленных приказом МЧС от 21 ноября 2012 г. №693.

Поведен расчет сил и средств для тушения возможного пожара. Было определено, что прибывших пожарных в численности двух подразделений будет не достаточно для ликвидации пожара. Необходимо привлечение еще пяти дополнительных подразделений.

В качестве дополнительных рекомендаций по повышению пожарной безопасности объекта были приложены мероприятия по оснащению современной системой оповещения и управления эвакуацией и систем противодымной защиты.

Цели и задачи выпускной квалификационной работы выполнены. Результаты исследований можно применить в качестве рекомендаций и корректировки дальнейшей работы сотрудников отдела пожарной безопасности ТПУ.

Список использованных источников

1. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ" (направлен указанием МЧС России от 26.05.2010 N 43-2007-18)
2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера за 2015-2020 гг»
3. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»
4. Федеральный закон от 21.12.1994 №69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с изм. от 27.12.2019 N 487-ФЗ).
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012года №390 «О противопожарном режиме» (с изм. на 23 апреля 2020 года).
6. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно планировочным и конструктивным решениям.
7. Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 «Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
8. Пожарные ручные стволы комбинированные // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.s-k-s.ru/catalog/pozharnoe-oborudovanie/pozharnye-stvoly/pozharnye-stvoly-ruchnye-kombinirovannye/>.
9. ГОСТ Р 12.2.143-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
10. СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные выходы».
11. Основные положения пожарной безопасности в образовательных учреждениях// [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/499013830>.

12. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
13. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2).
14. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. N 382 "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности" (с изменениями и дополнениями).
15. В. Терещнев, А.В. Терещнев. Управление силами и средствами на пожаре. Учебное пособие / Под ред. докт. техн. наук, проф. Е.А. Мешалкина. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. - 261 с
16. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах
17. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).
18. Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 N 323-ФЗ (последняя редакция).
19. Федеральный закон от 15.12.2001 N166-ФЗ (ред. от 01.10.2019) «О государственном пенсионном обеспечении в Российской Федерации».
20. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы».
21. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска в соответствии с Приказом МЧС РФ от 30 июня 2009 г. N 382 "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности"

1. Время начала эвакуации определяется в соответствии с таблицей 1 Приложения А.

Таблица А1 – Значение времени начала эвакуации

| N п/п | Класс функциональной пожарной опасности зданий и характеристика контингента людей | Значение времени начала эвакуации людей $t_{\text{нв}}$, мин | | |
|----------|--|---|-------------|--|
| | | Здания, оборудованные системой оповещения и управления эвакуацией людей | | Здания, не оборудованные системой оповещения и управления эвакуацией людей |
| | | I-II типа | III -V типа | |
| 1 | Здания дошкольных образовательных организаций, специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных организаций с наличием интерната и детских организаций; многоквартирные жилые дома; одноквартирные жилые дома, в том числе блокированные (Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4). Люди могут находиться в состоянии сна, но знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов. | 6,0 | 4,0 | 9,0 |
| 2 | Гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов (Ф1.2). Жильцы могут находиться в состоянии сна и незнакомы со структурой эвакуационных путей и выходов. | 3,0 | 2,0 | 6,0 |

Продолжение таблицы А1

| | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|
| 3 | Здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений; здания организаций по обслуживанию населения (Ф2, Ф3). Посетители находятся в бодрствующем состоянии, но могут быть незнакомы со структурой эвакуационных путей и выходов | 3,0 | 1,0 | 6,0 |
| 4 | Здания образовательных организаций, научных и проектных организаций, органов управления учреждений (Ф4). Посетители находятся в бодрствующем состоянии и хорошо знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов. | 3,0 | 1,5 | 6,0 |
| 5 | Пожарные отсеки производственного или складского назначения с категорией помещений по взрывопожарной и пожарной опасности В1-В4, Г, Д, входящие в состав зданий с функциональной пожарной опасностью Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, в том числе Ф5.2 - стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта | 2,0 | 0,5 | 6,0 |

2. Расчетное время эвакуации людей t_p определяют, как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути t_i по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + \dots + t_n, \quad (1)$$

t_1, t_1, t_3, t_n – время движения на первом и последующих участках пути.

Для определения расчетного времени берём длину и ширину каждого участка пути эвакуации. Время движения людского потока по первому участку пути (t_1), мин, вычисляют по формуле:

$$\tau_n = \frac{l_n}{V_n} \quad (2)$$

где l_n – длина первого участка пути, м;

V_n – значение скорости движения людского потока на первом участке, определяется в зависимости от относительной плотности людского потока D , m^2/m^2 . Плотность людского потока (D) на первом участке пути, m^2/m^2 , вычисляют по формуле:

$$D_i = \frac{N_i \cdot f}{l_i \cdot \delta_i} \quad (3)$$

где N_i – число людей на первом участке, чел.;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая по таблице А2, m^2 /чел.;

l_1 и δ_1 – длина и ширина первого участка пути, м.

Таблица А2 – Площадь проекции человека

| Характеристика движущегося человека | Значение, m^2 /чел |
|-------------------------------------|----------------------|
| Взрослый человек в домашней одежде | 0,1 |
| Взрослый человек в зимней одежде | 0,125 |
| Взрослый с ребенком на руках | 0,26 |
| Взрослый с сумкой | 0,16 |
| Взрослый с чемоданом | 0,35 |
| Подросток | 0,07 |

Скорость V_n движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимается по таблице А4.

Таблица А3 – Зависимость скорости и интенсивности движения от плотности людского потока

| Плотность потока D , м ² /м ² | Горизонтальный путь | | Дверной проем | Лестница вниз | | Лестница вверх | |
|---|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|----------------------|
| | Скорость м/мин | Интенсивность, м/мин | Интенсивность, м/мин | Скорость, м/мин | Интенсивность /мин | Скорость, м/мин | Интенсивность, м/мин |
| 0,01 | 100 | 1 | 1 | 100 | 1 | 60 | 0,6 |
| 0,05 | 100 | 5 | 5 | 100 | 5 | 60 | 3 |
| 0,1 | 80 | 8 | 8,7 | 95 | 9,5 | 53 | 5,3 |
| 0,2 | 60 | 12 | 13,4 | 68 | 13,6 | 40 | 8 |
| 0,3 | 47 | 14,1 | 16,5 | 52 | 15,6 | 32 | 9,6 |
| 0,4 | 40 | 16 | 18,4 | 40 | 16 | 26 | 10,4 |
| 0,5 | 33 | 16,5 | 19,6 | 31 | 15,5 | 22 | 11 |
| 0,6 | 27 | 16,2 | 19 | 24 | 14,4 | 18 | 10,8 |
| 0,7 | 23 | 16,1 | 18,5 | 18 | 12,6 | 15 | 10,5 |
| 0,8 | 19 | 15,2 | 17,3 | 13 | 10,4 | 13 | 10,4 |
| 0,9 и более | 15 | 13,5 | 8,5 | 8 | 7,2 | 11 | 9,9 |

Примечание. Табличное значение интенсивности движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равное 8,5 м/мин, установлено для дверного проема шириной 1,6 м и более, а при дверном проеме меньшей ширины δ интенсивность движения следует определять по формуле:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b \quad (4)$$

При слиянии потоков берётся скорость в зависимости от значения интенсивности движения людей на каждом из этих участков пути, которое рассчитывается для всех участков пути, по формуле:

$$q_i = \frac{\sum q_{q-1} * b_{i-1}}{b_i} \quad (5)$$

где b_1 и b_{i-1} – ширина участка пути;

q_{q-1} – интенсивность движения людского потока на участках пути, м/мин

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное) Расстановка сил и средств

