

**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
<b>Тактика тушения пожара на территории «Особой экономической зоны»</b> УДК 614.842.6:725.2:332.122(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Кузьмина Анастасия Алексеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И.И.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

Томск – 2019 г.

## Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
Профиль		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

**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  
 \_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
 04.02.2019 г.

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
1E51	Кузьмина Анастасия Алексеевна

Тема работы:

Тактика тушения пожара на территории «Особой экономической зоны»
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.11.2018 г. № 10128/с
---	-------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объектом исследования является Центр инноваций и технологий «Особой экономической зоны технико-внедренческого типа», расположенный по адресу проспект Академический, 8/8.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Аналитический обзор литературных источников с целью установления статистических данных о частоте пожаров на объектах и причин пожаров в офисных зданиях. Анализ пожарной безопасности объекта. Исследование методики расчета сил и средств подразделений пожарной охраны для тушения пожара и расчета времени эвакуации при пожаре

	на объекте.
<b>Перечень графического материала</b>	–
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН, Подопригора И.В.
Социальная ответственность	Старший преподаватель, Романцов И.И.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	04.02.2019 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	К.Т.Н.		04.02.2019 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е51	Кузьмина Анастасия Алексеевна		04.02.2019 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 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
07.03.2019	Введение	5
21.03.2019	Обзор литературы	10
05.04.2019	Анализ оперативно-тактической характеристики объекта	15
30.04.2019	Расчет сил и средств подразделений пожарной охраны для тушения пожара	15
04.05.2019	Расчет времени эвакуации сотрудников	25
21.05.2019 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
04.06.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	к.т.н.		04.02.2019

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2019

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1E51	Кузьминой Анастасии Алексеевне

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы(НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	20.03.01 Техносферная безопасность

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя - 23000 руб. Оклад студента - 2400 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент студента 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки студента 20%; Дополнительная заработная плата 13%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 28 %

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Потенциальный потребитель; -Анализ конкурентных технических решений; -SWOT-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	-Определение структуры работ; -Определение трудоемкости работ; - Разработка графика Гантта; -Материальные затраты, затраты на ПО; -Заработная плата(основная и дополнительная); -Отчисления во внебюджетные фонды; -Накладные расходы
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности проекта

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. <i>Оценочная карта конкурентных технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Временные показатели проведения научного исследования</i>
4. <i>Календарный план-график проведения НИОКР</i>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Подопригора Игнат Валерьевич	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1E51	Кузьмина Анастасия Алексеевна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Е51	Кузьминой Анастасии Алексеевне

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы(НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	20.03.01 Техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</i>	В качестве объекта исследования взять пожар в здании «Особой экономической зоны», расположенной по адресу проспект Академический, 8/8.
--	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</i>	– Рассмотреть специфику трудовой деятельности пожарных; – Указать нормативные документы, рассматривающие виды компенсаций и льгот для пожарных при работе во вредных условиях.
<i>2. Производственная безопасность:</i>	– Рассмотреть вредные и опасные факторы, которые оказывают влияние на сотрудника противопожарной службы при ликвидации пожара; – Рассмотреть влияние вредных и опасных факторов и способы защиты от них.
<i>3. Экологическая безопасность:</i>	Рассмотреть возможное влияние пожара в здании «ОЭЗ» на окружающую среду.
<i>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i>	– Указать возможные ЧС при ведении АСР; – Предложить превентивные меры по предупреждению и ликвидации ЧС.

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е51	Кузьмина Анастасия Алексеевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 96 страниц, 7 рисунков, 30 таблиц, 24 источника, 9 приложений.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, время эвакуации, тактика тушения пожара, подразделение пожарной охраны.

Объектом исследования является здание Центра инноваций и технологий «Особой экономической зоны технико-внедренческого типа», расположенное по адресу проспект Академический, 8/8.

Цель работы – рассмотрение тактики тушения пожара в здании ЦИТ «ОЭЗ».

В процессе исследования проводился анализ пожарной безопасности объекта, расчет сил и средств подразделений пожарной охраны для тушения пожара и расчет времени эвакуации при пожаре на объекте.

В результате исследования проведен анализ пожарной безопасности объекта, рассчитано количество сил и средств подразделений пожарной охраны для тушения пожара и рассчитано время эвакуации при пожаре на объекте.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: здание по функциональной пожарной опасности относится к классу Ф 4.3. Степень огнестойкости здания II.

Область применения: офисное здание.

Экономическая эффективность/значимость работы: результаты полученные при расчетах помогут ускорить ликвидацию пожара и сохранить жизнь сотрудникам Центра инноваций и технологий в случае угрозы.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Пожарная безопасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризующееся возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

Эвакуация – комплекс мероприятий по организационному выводу детей и работников опасного объекта в условиях чрезвычайной ситуации.

Эвакуационный выход – выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону.

Пожарный извещатель и оповещатель – техническое средство, которое предназначено для формирования сигнала и оповещения людей о пожаре.

Система пожарной сигнализации – совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном опасном объекте, контролируемых с общего пожарного поста.

Система водоснабжения – комплекс взаимосвязанных устройств и сооружений, которые обеспечивают потребителей водой в требуемом количестве и заданного качества.

Система оповещения и управления эвакуацией людей – комплекс организационных мероприятий и технических средств, которые направлены для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации.

Технические средства оповещения и управления эвакуацией – совокупность технических средств, предназначенных для оповещения детей и работников опасного объекта о пожаре.

Система противодымной защиты – комплекс мероприятий, объемно-планировочных решений, инженерных систем и технических средств, которые направлены на предотвращение или ограничение опасности задымления зданий, сооружений и строений при пожаре, а также воздействия опасных факторов пожара на детей и работников опасного объекта и материальных ценностей.

Степень огнестойкости зданий и строений пожарных отсеков – классификационная характеристика зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков, определяемая пределами огнестойкости конструкций, применяемых для строительства указанных зданий, сооружений, строений и отсеков.

Система предотвращения пожара – комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на опасном объекте защиты.

Система противопожарной сигнализации – совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном опасном объекте, и контролируемых с общего пожарного поста.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

- ЦИТ – центр инноваций и технологий.
- ОЭЗ ТВТ – особая экономическая зона технико-внедренческого типа.
- ТПУ – томский политехнический университет.
- ГОСТ – государственный стандарт.
- ЧС – чрезвычайная ситуация.
- АЦ – автоцистерна пожарная.
- ССБТ – система стандартов безопасности труда.
- СП – свод правил.
- СНиП – санитарные нормы и правила.
- ФЗ – федеральный закон.
- ОФП – опасные факторы пожара.
- АЛ – автолестница
- АР – пожарный рукавный автомобиль
- ПЧ – пожарная часть
- ПБ – пункт безопасности
- ГДЗ – газодымозащитная служба
- Ш – штаб
- КПП – контрольно-пропускной пункт
- УПЧ – учебная пожарная часть
- ДБ – децибел
- ЦНС – центральная нервная система
- ГПС – государственная противопожарная служба
- ФПС – федеральная противопожарная служба
- ГДЗС – газодымозащитная служба
- ПК – пожарный кран

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	15
1. Обзор литературы.....	17
1.1. Современное состояние вопроса пожарной безопасности при эксплуатации офисных зданий .....	17
1.2. Причины возникновения пожаров в офисных зданиях.....	18
1.3. Способы защиты от пожаров в офисных зданиях .....	19
2. Объект и методы исследования .....	20
2.1. Оперативно-тактические сведения об объекте .....	20
2.2. Данные о пожарной нагрузке и системы оповещения, противопожарной защиты и дымоудаления ЦИТ .....	21
2.3. Сведения о характеристиках электроснабжения, водоснабжения, вентиляции, отопления .....	22
3. Расчеты и аналитика .....	23
3.1. Действия работников по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации из здания ЦИТ в случае пожара.....	23
3.2. Вариант развития пожара и расчет сил и средств .....	25
3.3. Расчет времени эвакуации работников ЦИТ в случае пожара .....	32
3.3.1. Расчет первого потока.....	32
3.3.2. Расчет второго потока .....	45
3.3.3. Расчет третьего потока.....	47
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	50
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	50
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	50
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	51
4.1.3. SWOT-анализ.....	52
4.2. Планирование научно-исследовательских работ .....	55
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования .....	55
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ .....	56
4.3. Разработка графика проведения научного исследования .....	57
4.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	58

4.4.1. Расчет материальных затрат НТИ .....	58
4.4.2. Расчет затрат на программное обеспечение для научных (экспериментальных) работ .....	59
4.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы .....	60
3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	63
4.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	64
4.4.6. Накладные расходы.....	64
4.4.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	65
4.5. Определение эффективности исследования .....	66
5. Социальная ответственность .....	67
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	67
5.2. Производственная безопасность .....	69
5.2.1. Токсические вещества образующиеся при пожаре .....	70
5.2.2. Повышенная температура воздуха рабочей зоны .....	70
5.2.3. Повышенный уровень шума и вибрации .....	71
5.2.4. Повышенная запыленность.....	73
5.2.5. Повышенная влажность воздуха .....	74
5.2.6. Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	75
5.2.7. Сверхнормативные физические и нервно-психологические нагрузки	75
5.2.8. Движущиеся машины и механизмы, разрушающиеся конструкции...	76
5.2.9. Расположение рабочего места на значительной высоте .....	77
5.2.10. Термические ожоги под воздействием высоких температур .....	77
5.3. Экологическая безопасность .....	78
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	79
Заключение .....	81
Список публикаций.....	84
Список литературы .....	85
Приложения .....	88
Приложение А .....	88
Приложение Б.....	89
Приложение В .....	90
Приложение Г .....	91

Приложение Д .....	92
Приложение Е.....	93
Приложение Ж .....	94
Приложение З.....	95
Приложение И.....	96

## ВВЕДЕНИЕ

Пожары являются одним из самых опасных видов чрезвычайных ситуаций, возникающих на территории городов [1].

Пожаром называется неконтролируемое горение, которое причиняет материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства [1].

На сегодняшний день уделяется большое внимание вопросу обеспечения пожарной безопасности объекта при строительстве офисных зданий. С каждым годом данная проблема набирает актуальность.

Пожарной безопасностью объекта называется состояние объекта, которое характеризуется возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара. Одной из главных функций государства является обеспечить пожарную безопасность.

Целью работы является разработка тактики тушения пожара в офисном здании, на примере Центра инноваций и технологий «Особой экономической зоны» г Томска по адресу проспект Академический, 8/8.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить задачи:

- провести обзор нормативных и литературных источников по частоте возникновения пожаров на объектах и выявлении причин пожаров;
- рассмотреть характеристику объекта и провести анализ пожарной безопасности объекта;
- описать развитие пожара;
- рассчитать силы и средства подразделений пожарной охраны для тушения пожара;
- провести расчет времени эвакуации людей при пожаре на объекте;
- разработать рекомендации по повышению безопасности объекта.

Методы исследования. Для решения поставленных задач исследования использовались методы расчета сил и средств, а также времени эвакуации.

# 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1. Современное состояние вопроса пожарной безопасности при эксплуатации офисных зданий

По сведениям Государственной противопожарной службы ежегодно на территории РФ возникают 240-260 тысяч пожаров. В огне погибают десятки тысяч человек [1].

Ущерб от пожаров исчисляется десятками миллиардов рублей.

Пожары наносят огромный ущерб экономике, является причиной гибели и травматизма большого кол-ва людей, а также наносят ущерб флоре и фауне страны [1].

Согласно статистическим данным за 2018 год в Российской Федерации произошло 131690 пожаров, который унес жизнь у 7891 человек, 9563 людей получили травмы, а прямой материальный ущерб составил 13.931 млрд рублей.

В данной работе объектом изучения является офисное здание.

Офисом называют, как правило помещение, здание, комплекс зданий, в котором работают служащие предприятия (фирмы). В офисе (конторе) принимают клиентов, хранят и обрабатывают документы, архивы и тому подобное [2].

Офисное помещение – помещение, в котором располагается штат сотрудников того или иного предприятия.

Офисное здание – нежилое здание в котором принимают клиентов, хранят и обрабатывают документы, архивы.

Офисная недвижимость делится на 4 класса: А,В,С,Д.

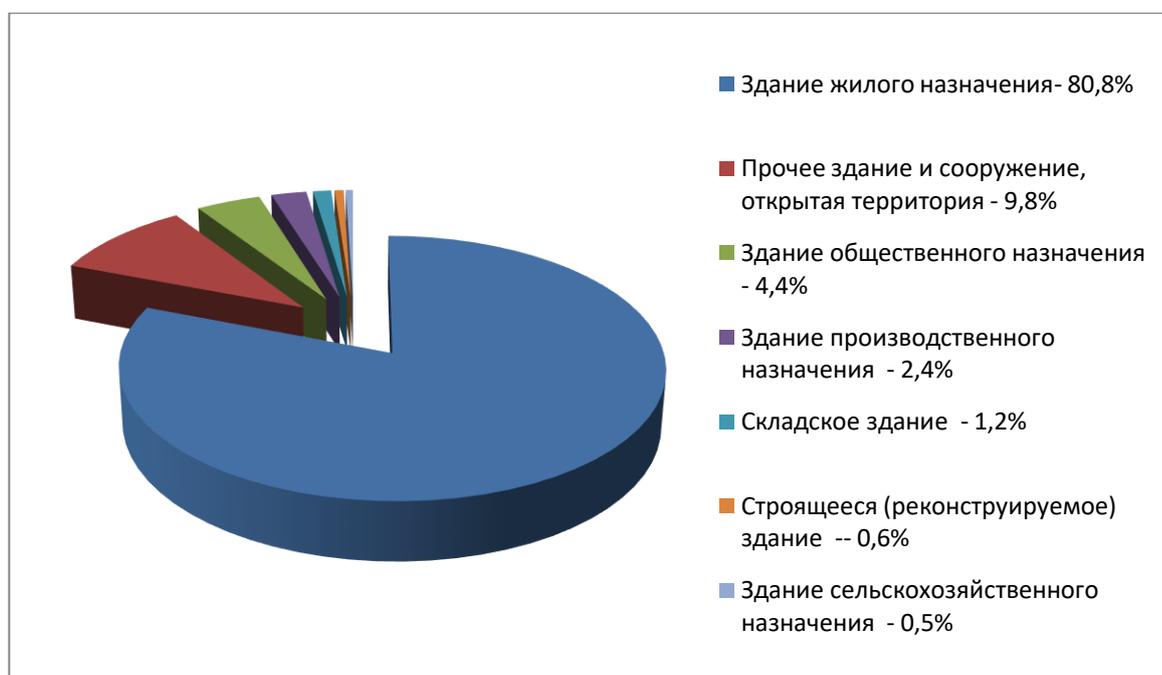


Рисунок 1 – Статистика возникновения пожаров по объектам за 2017 год

## 1.2. Причины возникновения пожаров в офисных зданиях

Причиной возникновения пожара в офисном здании может быть короткое замыкание, использование неисправного оборудования (розетка, выключатель, неисправные приборы) и применение обогревательных приборов открытого типа.

Короткое замыкание может возникнуть из-за перенапряжений в сети, поврежденной изоляции.

В помещении с большим количеством бумажных материалов (архивы, документация) особенно опасно использовать обогревательные приборы открытого типа.

Часто причиной пожара может быть курение сотрудников в неположенных местах. Неправильное обращение с оборудованием тоже может привести к пожару. Во время праздников и корпоративов опасно использование пиротехнических приспособлений.

Небольшой процент офисных пожаров – это целенаправленные поджоги, которые устраивают недоброжелатели или конкуренты.

### **1.3. Способы защиты от пожаров в офисных зданиях**

Защита от пожара поможет предотвратить возникновение пламени и не придется возмещать ущерб. Для защиты применяются профилактические мероприятия. Организуют их работники офиса ответственные за пожарную безопасность. Пожарная профилактика включает все организационные и технические мероприятия, направленные на обеспечение безопасности работников, предотвращение пожара и ограничение его распространения, а также создание всех условий для успешного тушения возгораний. Самым важным условием является определение потенциально опасных факторов и устранение возможных источников возникновения пожара. Источниками воспламенения могут быть: неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях, наличие открытых нагревательных элементов для обогрева офиса и короткое замыкание. Чтобы своевременно выявить существующие проблемы, вовремя их устранить и исключить возникновение пожара по этим причинам нужно регулярно проверять электропроводку и оборудование, вовремя выявлять и устранять неполадки и проводить плановый осмотр [3]. Не использовать вышедшее из строя оборудование и не включать его в электросеть. Разрешено использовать только исправную технику. Необходимо иметь автопредохранители, не допускать перегрузки сети. Для уменьшения вероятности короткого замыкания необходимо скрыть электропроводку. Не использовать оборудование с открытыми нагревательными элементами либо заменить аналогами. Необходимо следить за соблюдением правил электробезопасности это ликвидирует данную причину пожара.

## 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Оперативно-тактические сведения об объекте

Территория «Особой экономической зоны» (далее - «ОЭЗ») занимает большую площадь. На ней располагается много зданий. В данном случае будет рассмотрено здание «ОЭЗ» Центр инноваций и технологий (далее-ЦИТ), расположенное по адресу проспект Академический 8/8. Подъезд к данному зданию осуществляется с юго-восточной, юго-западной и северо-восточной сторон здания. Здание по функциональной пожарной опасности относится к классу Ф 4.3. Степень огнестойкости здания II.

Площадь открытой стоянки на 40 автомобилей 1289,3 м<sup>2</sup>. Административно-офисная часть здания имеет общую площадь 10087,9 м<sup>2</sup>.

ЦИТ – шестиэтажное здание имеет один главный вход с юго-восточной стороны и 2 эвакуационных выхода, расположенных рассредоточено с юго-западной и северо-восточной стороны здания.

Стены наружные кирпичные. Кровля-плоская рулонная двухслойная.

Двери внутренние и наружные пластиковые, стеклянные из закаленного стекла.

Пожарная нагрузка состоит в основном в большинстве помещений из твердых сгораемых материалов: мебель (шкафы, столы), бумага(книги, папки, документация), а также ПК у каждого сотрудника.

На первом этаже расположены офисные помещения, столовая, санузел, серверная, аппаратная, охрана.

На втором этаже и последующих этажах, расположены офисные помещения, санузел, вентеляционная камера, конференц-зал.

Для поэтажной эвакуации людей из здания предусмотрены 2 эвакуационных выхода через изолированные лестничные клетки непосредственно наружу и 1 лестничная клетка через вестибюль.

В здании ЦИТ рабочая смена с 8:00 до 17:00.

## **2.2. Данные о пожарной нагрузке и системы оповещения, противопожарной защиты и дымоудаления ЦИТ**

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями [4].

Пожар невозможен ни при каких обстоятельствах, если исключается контакт источника зажигания с горючим материалом (исходя из этого принципа разрабатываются разделы правил пожарной безопасности, направленные на предотвращение и тушение пожаров).

В офисах ЦИТ пожарная нагрузка – 20 кг/ м<sup>2</sup>.

Система оповещения людей о пожаре выполнена по 3 типу, которая состоит из светового табло «Выход» и громкоговорителей. Громкоговорители устанавливаются на потолке. Табло «Выход» включены постоянно от резервного источника питания, речевое оповещение включается при поступлении на контроллер сигнала «Пожар». В целях предотвращения проникновения в помещения продуктов горения во время пожара предусмотрены огнезадерживающие клапаны на воздуховодах, обслуживающих помещения категорий В2-В4.

Установки пожаротушения отсутствуют.

Установлена пожарная сигнализация. Пульт установлен на посту охраны.

Установлены ручные извещатели.

Имеется громкоговорящая связь, микрофон находится в диспетчерской.

Предусмотрено автоматическое отключение вентсистем при срабатывании пожарной сигнализации.

### **2.3. Сведения о характеристиках электроснабжения, водоснабжения, вентиляции, отопления**

Вентиляция: принудительно-приточное, управление местное и естественное через окна, а также в офисной части установлены кондиционеры.

Отопление: водяное центральное.

Электроснабжение: трансформаторная подстанция находится в экспериментально-технологической части. Электроприемники здания питаются напряжением 380/220 В.

Наружное водоснабжение осуществляется от 3-х кольцевых пожарных гидрантов диаметр сети 200 мм на расстояниях 3,6,18 м.

Внутреннее водоснабжение: общее количество внутренних пожарных кранов 36 штук.

### **3. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА**

#### **3.1. Действия работников по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации из здания ЦИТ в случае пожара**

Сотрудник, первый обнаруживший пожар должен незамедлительно сообщить об этом в городскую пожарную охрану по телефону «01» (с сотового телефона - «101») или «112» (единая диспетчерская служба), указав адрес объекта (пр. Академический, 8/8), место возникновения пожара, свою фамилию.

Поставить в известность сотрудников поста охраны по телефону.

Сотрудники поста охраны или комендант зданий сообщает о пожаре по телефону в Службу безопасности и лицу, ответственному за пожарную безопасность здания.

Для оповещения о пожаре, задействовать ручные пожарные извещатели (при несрабатывании системы оповещения в автоматическом режиме).

Ручные извещатели устанавливаются на путях эвакуации, лестничных клетках на высоте 1,5 метров от уровня пола. Место их расположения отмечено знаком.

Открыть все двери эвакуационных выходов (в том числе двери, оснащенные системой контроля доступа), перевести турникеты в режим свободного прохода людей для проведения безопасной и быстрой эвакуации.

Начальники управлений (отделов), а так же все лица, осуществляющие свою деятельность в здании Центра инноваций и технологий при получении информации (сигналов) о пожаре оповестить подчиненных работников о возникшем пожаре, дать распоряжение срочно покинуть здание в соответствии с планами эвакуации (по коридорам и лестничным маршам), оказывая помощь людям, испытывающим затруднения при эвакуации.

**Пользоваться лифтом во время пожара категорически запрещается!**

Эвакуация с верхних этажей (2-6 этажи) производится по ближайшим лестничным маршам. Для эвакуации с 1-го этажа необходимо воспользоваться центральным и боковым выходом.

Удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара.

Начальники управлений (отделов) подают сведения о численном составе работников лицу, принятым мерах ответственному за пожарную безопасность здания.

Сбор осуществляется в специально отведенном месте (возле беседки перед центральным входом).

Сверить фактическое наличие работников. При обнаружении отсутствующих следует немедленно доложить об этом руководителю тушения пожара.

Тушение пожара организуется работниками, не занятыми эвакуацией людей, немедленно с момента его обнаружения, при помощи пожарных кранов и огнетушителей, а также подручных средств. Места размещения первичных средств пожаротушения обозначаются знаками.

Одновременно с тушением пожара принять меры по сохранности материальных ценностей [3].

Встретить прибывшие пожарные подразделения и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда и проникновения к очагу пожара.

Доложить руководителю тушения пожара об обстановке в здании, что и где горит, существует ли опасность людям, о нахождении водоисточников на территории [5].

Проинформировать о конструктивных и технологических особенностях здания, о хранящихся в здании опасных (взрывоопасных) веществах.

Ответственные за это сотрудники поста охраны, руководитель УЭОИ, начальник отдела Эксплуатации Зданий и Сооружений, а также лицо, ответственное за пожарную безопасность здания.

### 3.2. Вариант развития пожара и расчет сил и средств

Пожар возник на 5 этаже в офисном помещении ЦИТ в результате короткого замыкания электропроводки. Схема 5 этажа с очагом пожара представлена на рисунке 2. Рисунок 2 приведен в Приложении А.

Определяем основные геометрические и физические параметры в зависимости от формы пожара:

Определяем время свободного горения  $\tau_{св}$  [6-7]:

$$\tau_{св} = \tau_{обн} + \tau_{сооб} + \tau_{сб} + \tau_{сл} + \tau_{бр}, \quad (3.2.1)$$

где

$\tau_{св}$  – время свободного развития пожара на момент прибытия подразделения;

$\tau_{обн}$  – промежуток времени от начала возникновения пожара до обнаружения (при наличии автоматической пожарной сигнализации 2 мин);

$\tau_{сооб}$  – время сообщения о пожаре в пожарную охрану (телефон находится в помещении дежурного 1 мин);

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

$\tau_{сл}$  – время следования подразделений на пожар, мин (2 минуты на 1 км пути);

$\tau_{бр}$  – время боевого развертывания пожарных подразделений, мин. (принимается 3 минуты).

Расстояние 0.375 км =>

$$\tau_{сл} = \frac{0.375 \times 2 \text{ мин}}{1 \text{ км}} = 0.75 \text{ мин} \quad (3.2.2)$$

$$\tau_{св} = 2 + 1 + 1 + 0,75 + 3 = 7.75 \text{ мин} = 7 \text{ мин } 45 \text{ с} \quad (3.2.3)$$

Определяем возможную длину пути распространения горения  $L$  при  $\tau_{св} < 10$  мин [6-7]:

$$L = 0.5 \times V_{л} \times \tau_{св}, \quad (3.2.4)$$

$$L = 0.5 \times 1 \times 7.75 = 3.88 \text{ м}, \quad (3.2.5)$$

где

$V_{л}$  – линейная скорость распространения горения принимаем равной 1 м/мин (табл. значение).

Определяем возможную форму площади и возможную обстановку пожара.

Площадь офисного помещения, где возник пожар равна  $49.8 \text{ м}^2$ . Размеры помещения  $a = 7.35 \text{ м}$ ,  $b = 6.77 \text{ м}$ , учитывая, что путь, пройденный огнем до момента подачи первого ствола равен  $3.88 \text{ м}$ ., форма площади пожара прямоугольная, то есть кабинет полностью охвачен пламенем.

Определяем площадь пожара  $S_{\text{п}}$  [6-7]:

$$S_{\text{п}} = n \times b \times L, \quad (3.2.6)$$

$$S_{\text{п}} = 6.77 \times 3.88 = 26.27 \text{ м}^2, \quad (3.2.7)$$

где

$n$  – количество направлений развития пожара ( $n=1$ ).

Определяем площадь тушения по фронту  $S_{\text{т}}$ : [6-7]

$$S_{\text{т}} = n \times b \times h_{\text{т}}, \quad (3.2.8)$$

$$S_{\text{т}} = 1 \times 6.77 \times 5 = 33.85 \text{ м}^2, \quad (3.2.9)$$

где

$h_{\text{т}}$  – глубина тушения ствола. Глубину обработки горящей площади для ручных стволов принимают  $5 \text{ м}$ .

Определяем интенсивность подачи огнетушащих средств:

В нашем случае огнетушащим веществом является вода,  $I_{\text{тр}}$  – интенсивность подачи огнетушащих средств на тушение принимаем равной  $0.06 \text{ л}/(\text{м}^2 \times \text{с})$ ,  $I_{\text{з}}$  – интенсивность подачи огнетушащих средств на защиту принимаем равной  $0,015 \text{ л}/(\text{ м}^2 \text{с})$ . Данные берем из справочника.

Определяем расход огнетушащего вещества и количество водяных стволов:

Определим расход огнетушащего вещества  $Q_{\text{тр}}^{\text{г}}$ : [6-7]

$$Q_{\text{тр}}^{\text{г}} = S_{\text{т}} \times I_{\text{тр}}, \quad (3.2.10)$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{г}} = 49.8 \times 0.06 = 2.99 \text{ л/с}, \quad (3.2.11)$$

Определим требуемое количество водяных стволов для локализации и тушения пожара  $N_{\text{ств}}^{\text{г}}$  [6-7]:

$$N_{\text{ств}}^{\text{г}} = Q_{\text{тр}}^{\text{г}} / q_{\text{ств}}^{\text{А}} \quad (3.2.12)$$

На тушение принимаем ствол «А» с расходом воды  $q_{\text{ств}}^{\text{А}} = 7 \text{ л/с}$ .

$$N_{\text{ств}}^T = 2.99 / 7 = 0.43 \approx 1. \quad (3.2.13)$$

Определим общий фактический расход воды на ликвидацию горения  $Q_{\text{тф}}$ : [6-7]

$$Q_{\text{ф}}^T = N_{\text{ств}}^T \times q_{\text{ств}}^A, \quad (3.2.14)$$

$$Q_{\text{ф}}^T = 1 \times 7 = 7 \text{ л/с} \quad (3.2.15)$$

Условие для ликвидации горения удовлетворено  $Q_{\text{ф}}^T > Q_{\text{тр}}^T$ .

Определяем площадь защищаемых поверхностей 4-ого, 5-ого и 6-ого этажей, куда подаются огнетушащие средства на защиту: [6-7]

$$S_3 = S_{\text{помещ}} \times 2 + (h_{\text{помещ}} \times a) \times 2, \quad (3.2.16)$$

$$S_3 = 49,8 \times 2 + (2,3 \times 7,35) \times 2 = 133,41 \text{ м}^2 \quad (3.2.17)$$

Определим требуемый расход огнетушащих средств для проведения защитных действий  $Q_{\text{тр}}^3$  [6-7]:

$$Q_{\text{тр}}^3 = S_3 \times I_3, \quad (3.2.18)$$

где

$I_3$  – интенсивность подачи огнетушащих средств на защиту принимаем равной 0,015 л/(м<sup>2</sup>×с)

$$Q_{\text{тр}}^3 = 133,41 \times 0,015 = 2 \text{ л/с} \quad (3.2.19)$$

Определим требуемое количество стволов  $N_{\text{ств}}^3$  [6-7]:

$$N_{\text{ств}}^3 = Q_{\text{тр}}^3 / q_{\text{ств}}^B, \quad (3.2.20)$$

$$N_{\text{ств}}^3 = 2 / 3.5 = 0.6 \approx 1 \quad (3.2.21)$$

Определим общий фактический расход воды на защиту:

Исходя из тактических соображений и оперативно-тактических характеристик объекта берем 4 ствола «Б».

$$Q_{\text{ф}}^3 = N_{\text{ств}}^3 \times q_{\text{ств}}^B, \quad (3.2.22)$$

$$Q_{\text{ф}}^3 = 4 \times 3.5 = 14 \text{ л/с} \quad (3.2.23)$$

$$Q_{\text{ф}}^3 > Q_{\text{тр}}^3$$

Общее количество воды необходимое для тушения и защиты

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{тр}}^T + Q_{\text{тр}}^3 = 2.99 + 2 = 4.99 \text{ л/с} \quad (3.2.24)$$

Общее фактическое количество (расход) воды необходимое для тушения и защиты

$$Q_{\phi} = Q_{\phi}^T + Q_{\phi}^3 = 7 + 14 = 21 \text{ л/с} \quad (3.2.25)$$

Общее условие для ликвидации горения удовлетворено  $Q_{\phi} > Q_{\text{тр}}$ .

Определим водоотдачу кольцевой водопроводной сети ( $Q_{\text{вод}}$ )

$$Q_{\text{вод}} = ((D / 25) \times V_{\text{в}})^2, \quad (3.2.26)$$

$$Q_{\text{вод}} = ((200 / 25) \times 1.4)^2 = 125.4 \text{ л/с}, \quad (3.2.27)$$

где

$V_{\text{в}}$  – скорость движения воды в водороде, ( $V_{\text{в}}=1,4$  из справочника тушения пожара при диаметре сети 200мм (D) и при напоре 40м).

Рассчитываем необходимый запас огнетушащих веществ и обеспеченность ими объекта [6-7]:

$$125.4 > 21$$

$$Q_{\text{вод}} > Q_{\phi}$$

Вывод: обеспеченность объекта огнетушащими веществами в необходимых количествах (объемах) удовлетворительна.

Определяем требуемое количество пожарных автомобилей, которые необходимо установить на водоисточник  $N_{\text{авт}}$ : [6-7]

$$N_{\text{авт}} = Q_{\phi} / Q_{\text{нас}}, \quad (3.2.28)$$

$$N_{\text{авт}} = 21 / 20 = 1.05, \quad (3.2.29)$$

где

$Q_{\text{нас}}$  – производительность насоса.

Следовательно необходимо установить на водоисточник 2 пожарных автомобиля.

Определяем требуемую численность личного состава для проведения действий по тушению пожара: [6-7]

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{ГДЗС}}^T \times 3 + N_{\text{ГДЗС}}^3 \times 3 + N_{\text{ГДЗС}}^{\text{рез}} \times 3 + N_{\text{ПВ}} \times 1 + N_{\text{ПП}} \times 1 \quad (3.2.30)$$

$$N_{\text{л/с}} = 1 \times 3 + 4 \times 3 + 2 \times 3 + 5 \times 1 + 2 \times 1 = 28 \text{ чел} \quad (3.2.31)$$

где:

$N^T_{ГДЗС}$  – количество звеньев ГДЗС, работающих на тушении ( $N^T_{ГДЗС}=1$ );

$N^3_{ГДЗС}$  – количество звеньев ГДЗС, работающих на защите ( $N^3_{ГДЗС}=4$ );

$N^{рез}_{ГДЗС}$  – резервные звенья ГДЗС (на 3 звена ГДЗС 1 резервное  $N^{рез}_{ГДЗС}=2$ );

$N_{ПБ}$  – количество организованных на пожаре постов безопасности (на каждое звено ГДЗС один пост безопасности  $N_{ПБ}=5$ );

$N_{рр}$  – количество рукавных разветвлений.

Определяем требуемое количество пожарных подразделений (отделений)  $N_{отд}$ , необходимое для тушения пожара и защиты (охлаждения) смежных помещений:

$$N_{отд} = N_{л/с} / 4, \quad (3.2.32)$$

$$N_{отд} = 28 / 4 = 7 \quad (3.2.33)$$

Схема расстановки сил и средств подразделений пожарной охраны представлена на рисунке Б.2. Рисунок Б.2 приведен в Приложении Б.

Таблица 3.2.1 - Расстояние от водоисточника до пожара ( $L$ ) и гидравлическое сопротивление одного напорного рукава длиной 20 м ( $S$ )

	$L$ (м)	$S$
1	42.20	0.130
2	38.70	0.130
3	52.20	0.130
4	58.30	0.130
5	58.30	0.130
магистр	24.48	0.015

Количество рукавов в рукавной линии 1 ( $N_{р.1}$ ) [6-7]:

$$N_{р.1} = \frac{1.2 \times L_1}{20} \quad (3.2.34)$$

$$N_{р.1} = \frac{1.2 \times 42.2}{20} = 2.53 \approx 3 \text{ рукава} \quad (3.2.35)$$

Количество рукавов в рукавной линии 2:

$$N_{р.2} = \frac{1.2 \times L_2}{20} \quad (3.2.36)$$

$$N_{p.2} = \frac{1.2 \times 38.7}{20} = 2.3 \text{ рукав} \approx 3 \text{ рукава} \quad (3.2.37)$$

Количество рукавов в рукавной линии 3:

$$N_{p.3} = \frac{1.2 \times L_3}{20} \quad (3.2.38)$$

$$N_{p.3} = \frac{1.2 \times 52.2}{20} = 3.13 \approx 4 \text{ рукава} \quad (3.2.39)$$

Количество рукавов в рукавной линии 4:

$$N_{p.4} = \frac{1.2 \times L_4}{20} \quad (3.2.40)$$

$$N_{p.4} = \frac{1.2 \times 58.3}{20} = 3.50 \approx 4 \text{ рукава} \quad (3.2.41)$$

Количество рукавов в рукавной линии 5:

$$N_{p.5} = \frac{1.2 \times L_5}{20} \quad (3.2.42)$$

$$N_{p.5} = \frac{1.2 \times 58.3}{20} = 3.50 \approx 4 \text{ рукава} \quad (3.2.43)$$

Количество рукавов в каждой из двух магистральных линий:

$$N_{p.\text{магистр}} = \frac{1.2 \times L_5}{20} \quad (3.2.44)$$

$$N_{p.\text{магистр}} = \frac{1.2 \times 24.48}{20} = 1.47 \approx 2 \text{ рукава} \quad (3.2.45)$$

Напор на рабочей рукавной линии 1:

$$H_{p.l.1} = N_{p1} \times S_1 \times Q_1^2 + Z_{m1} + Z_{пр1} + H, \quad (3.2.46)$$

$$H_{p.l.1} = 3 \times 0,13 \times 7^2 + 21 + 1 + 40 = 81.11 \text{ м} \quad (3.2.47)$$

где

$Q_1$  – расход воды проходящий через поперечное сечение рукавной линии, л/с;

$Z_{m1}$  – геометрическая высота подъема или спуска местности, м;

$Z_{пр1}$  – наибольшая высота подъема или глубина подачи стволов, м;

$H$  – рабочий напор у приборов подачи огнетушащих веществ, м

Напор на рабочей рукавной линии 3:

$$H_{p.l.3} = N_{p3} \times S_3 \times Q_3^2 + Z_{m3} + Z_{пр3} + H, \quad (3.2.48)$$

$$H_{p.l.3} = 4 \times 0,13 \times 3,5^2 + 21 + 1 + 40 = 68.37 \text{ м} \quad (3.2.49)$$

Напор на первой магистральной рукавной линии равен напору насоса:

$$H_H = N_H \times S_H \times (Q_1 + Q_3)^2 + Z_{мр} + \max(H_{p.l.i}), \quad (3.2.50)$$

$$H_H = 2 \times 0.015 \times (7 + 3.5)^2 + 0 + 81.11 = 84.4 \text{ м}, \quad (3.2.51)$$

где

$Z_{\text{мр}}$  – геометрическая высота подъема местности между уровнем оси насоса и расположением разветвления, м;

$\max(H_{\text{р.л.}i})$  – максимальное значение требуемого напора на входе в каждую из рукавных линий подключенных к разветвлению.

Схема подачи стволов на тушение пожара и защиту смежного помещения на 5 этаже представлена на рисунке А.1. Рисунок А.1 приведен в Приложении А.

Напор на рабочей рукавной линии 2:

$$H_{\text{р.л.}2} = N_{\text{р}2} \times S_2 \times Q_2^2 + Z_{\text{м}2} + Z_{\text{пр}2} + H \quad (3.2.52)$$

$$H_{\text{р.л.}2} = 3 \times 0,13 \times 3,5^2 + 21 + 1 + 40 = 66.78 \text{ м} \quad (3.2.53)$$

Напор на рабочей рукавной линии 4:

$$H_{\text{р.л.}4} = N_{\text{р}4} \times S_4 \times Q_4^2 + Z_{\text{м}4} + Z_{\text{пр}4} + H \quad (3.2.54)$$

$$H_{\text{р.л.}4} = 4 \times 0,13 \times 3,5^2 + 23.5 + 1 + 40 = 70.87 \text{ м} \quad (3.2.55)$$

Напор на рабочей рукавной линии 5:

$$H_{\text{р.л.}5} = N_{\text{р}5} \times S_5 \times Q_5^2 + Z_{\text{м}5} + Z_{\text{пр}5} + H \quad (3.2.56)$$

$$H_{\text{р.л.}5} = 4 \times 0,13 \times 3,5^2 + 18.5 + 1 + 40 = 65.87 \text{ м} \quad (3.2.57)$$

Напор на второй магистральной рукавной линии равен напору насоса:

$$H_{\text{н}} = N_{\text{н}} \times S_{\text{н}} \times (Q_2 + Q_4 + Q_5)^2 + Z_{\text{мр}} + \max(H_{\text{р.л.}4}) \quad (3.2.58)$$

$$H_{\text{н}} = 2 \times 0.015 \times (3.5 + 3.5 + 3.5)^2 + 0 + 70.87 = 74.18 \text{ м} \quad (3.2.59)$$

Схема подачи ствола на защиту смежного помещения на 4 этаже представлена на рисунке В.3. Рисунок В.3 приведен в Приложении В.

Схема подачи ствола на защиту смежного помещения на 6 этаже представлена на рисунке Г.4. Рисунок Г.4 приведен в Приложении Г.

В результате проведенного расчета и анализа сценария тушения пожара и проведения неотложных спасательных работ, согласно расписания выездов, необходимы силы и средства по рангу вызова № 2. Расписание выезда подразделений гарнизона пожарной охраны УПЧ г. Томска представлено в таблице Д.1. Таблица Д.1 приведена в Приложении Д.

### 3.3. Расчет времени эвакуации работников ЦИТ в случае пожара

Расчетное время эвакуации людей из помещений и зданий устанавливается ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ.

Расчетное время устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей. Здание ЦИТ содержит 3 лестницы соответственно расчет будет содержать три потока. План эвакуации сотрудников ЦИТ по 6 этажу представлен на рисунке Е.5. Рисунок Е.5 приведен в Приложении Е. План эвакуации сотрудников ЦИТ по 1 этажу представлен на рисунке Е.6. Рисунок Е.6 приведен в Приложении Е.

#### 3.3.1. Расчет первого потока

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш) длиной  $l_i$  и шириной  $b_i$ . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием.

При определении расчетного времени длина и ширина каждого участка пути эвакуации принимаются по проекту. Длина пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7 м, а также тамбур следует считать самостоятельным участком горизонтального пути, имеющим конечную длину  $l_i$ . [5]

Ширина дверного проема из офиса в коридор принимается равной 1.2 м, на лестничном марше 1.5 м [8]. Дверной проем обозначается заглавными буквами русского алфавита. Помещение обозначается римскими цифрами. Номер потока обозначается арабскими цифрами.

Таблица 3.3.1 – Длина и ширина участков на 6 этаже первого потока

№ участка	$l_i$ [м]	$b_i$ [м]
-----------	-----------	-----------

Продолжение таблицы 3.3.1

I	11.66	8.13
II	9.27	5.04
III	10.60	9.81
IV	8.70	6.89
V	9.28	8.04
VI	7.68	6.89
1	2.39	2.50
2	5.96	2.50
3	3.18	2.50
4	6.10	2.39
5	3.45	2.39
6	6.10	2.39
7	1.90	1.40
8	5.20	1.40
9	1.90	1.40
10	5.20	1.40
7*	1.90	1.40

Плотность людского потока ( $DI$ ) на первом участке пути,  $m^2/m^2$ , вычисляют по формуле [4]

$$DI = \frac{NI \times f}{SI} \quad (3.3.1)$$

Где

$NI$  - число людей на первом участке, чел.;

$f$  - средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая равной,  $m^2$ . Средняя площадь горизонтальной проекции человека представлены в таблице Ж.2. Таблица Ж.2 приведена в Приложении Ж.

$SI$  - площадь офиса I.

$$DI = \frac{8 \times 0.1}{83.2} = 0.01 [m^2/m^2] \quad (3.3.2)$$

По таблице 3.4.2 определяем скорость людского потока на горизонтальном участке пути. Интенсивность и скорость движения людского потока на разных участках путей эвакуации в зависимости от плотности

представлены в таблице Ж.3. Таблица Ж.3 приведена в Приложении Ж. При  $DI=0.01$  [м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>] -  $vI=100$  [м/мин]

$$qI = DI \times vI = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.3)$$

$$tI = \frac{lI}{vI} = \frac{11.66}{100} = 0.1166 \text{ [мин]} \quad (3.3.4)$$

$$qA = \frac{qI \times bI}{bA} = \frac{1 \times 8.13}{1.2} = 6.78 \quad (3.3.5)$$

$$DII = \frac{2 \times 0.1}{33} = 0.006 \approx 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.6)$$

$$vII = 100 \text{ [м/мин]} \\ qII = DII \times vII = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.7)$$

$$tII = \frac{lII}{vII} = \frac{9.27}{100} = 0.0927 \text{ [мин]} \quad (3.3.8)$$

$$qБ = \frac{qII \times bII}{bБ} = \frac{1 \times 5.04}{1.2} = 4.2 \quad (3.3.9)$$

$$q1 = \frac{qA \times bA}{b1} = \frac{6.78 \times 1.2}{2.5} = 3.25 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.10)$$

$$vI = 100 \text{ [м/мин]} \\ tI = \frac{lI}{vI} = \frac{2.39}{100} = 0.0239 \text{ [мин]} \quad (3.3.11)$$

$$q2 = \frac{qБ \times bБ + q1 \times b1}{b2} = \frac{4.2 \times 1.2 + 3.25 \times 2.5}{2.5} = 5.27 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.12)$$

$$v2 = 98,2 \text{ [м/мин]} \\ t2 = \frac{l2}{v2} = \frac{5.96}{98.2} = 0.0606 \text{ [мин]} \quad (3.3.13)$$

$$DIII = \frac{7 \times 0.1}{66.5} = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.14)$$

$$vIII = 100 \text{ [м/мин]} \\ qIII = DIII \times vIII = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.15)$$

$$tIII = \frac{lIII}{vIII} = \frac{10.6}{100} = 0.106 \text{ [мин]} \quad (3.3.16)$$

$$q_B = \frac{q_{III} \times b_{III}}{b_B} = \frac{1 \times 9.81}{1.2} = 8.18 [\text{м/мин}] \quad (3.3.17)$$

$$q_3 = \frac{q_B \times b_B + q_2 \times b_2}{b_2} = \frac{8.18 \times 1.2 + 5.27 \times 2.5}{2.5} = 9.2 [\text{м/мин}] \quad (3.3.18)$$

$$v_3 = 74,02 [\text{м/мин}]$$

$$t_3 = \frac{l_3}{v_3} = \frac{3.18}{74.02} = 0.043 [\text{мин}] \quad (3.3.19)$$

$$DIV = \frac{7 \times 0.1}{49.8} = 0.01 [\text{м}^2/\text{м}^2] \quad (3.3.20)$$

$$v_{IV} = 100 [\text{м/мин}]$$

$$q_{IV} = DIV \times v_{IV} = 0.01 \times 100 = 1 [\text{м/мин}] \quad (3.3.21)$$

$$t_{III} = \frac{l_{III}}{v_{III}} = \frac{8.7}{100} = 0.087 [\text{мин}] \quad (3.3.22)$$

$$q_B = \frac{q_{III} \times b_{III}}{b_{\Gamma}} = \frac{1 \times 6.89}{1.2} = 5.74 [\text{м/мин}] \quad (3.3.23)$$

$$q_4 = \frac{q_{\Gamma} \times b_{\Gamma}}{b_4} = \frac{5.74 \times 1.2}{2.39} = 2.88 [\text{м/мин}] \quad (3.3.24)$$

$$v_4 = 100 [\text{м/мин}]$$

$$t_4 = \frac{l_4}{v_4} = \frac{3.98}{100} = 0.0398 [\text{мин}] \quad (3.3.25)$$

$$DV = \frac{5 \times 0.1}{49.8} = 0.01 [\text{м}^2/\text{м}^2] \quad (3.3.26)$$

$$v_V = 100 [\text{м/мин}]$$

$$q_V = DV \times v_V = 0.01 \times 100 = 1 [\text{м/мин}] \quad (3.3.27)$$

$$t_V = \frac{l_V}{v_V} = \frac{9.28}{100} = 0.0928 [\text{мин}] \quad (3.3.28)$$

$$q_D = \frac{q_V \times b_V}{b_D} = \frac{1 \times 8.04}{1.2} = 6.7 [\text{м/мин}] \quad (3.3.29)$$

$$q_5 = \frac{q_Д \times b_Д}{b_5} = \frac{6.7 \times 1.2}{2.39} = 3.36 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.30)$$

$$v_5 = 100 \text{ [м/мин]} \\ t_5 = \frac{l_5}{v_5} = \frac{3.45}{100} = 0.0345 \text{ [мин]} \quad (3.3.31)$$

$$DVI = \frac{4 \times 0.1}{43.1} = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.32)$$

$$vVI = 100 \text{ [м/мин]} \\ qVI = DVI \times vVI = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.33)$$

$$tVI = \frac{lVI}{vVI} = \frac{7.68}{100} = 0.0768 \text{ [мин]} \quad (3.3.34)$$

$$qE = \frac{qVI \times bVI}{bE} = \frac{1 \times 6.89}{1.2} = 5.74 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.35)$$

$$q_6 = \frac{q_3 \times b_3 + q_5 \times b_5 + qE \times bE}{b_6} = \quad (3.3.36) \\ = \frac{9.2 \times 2.5 + 3.36 \times 2.39 + 5.74 \times 1.2}{2.5} = \\ = 15.86 \text{ [м/мин]}$$

$$v_6 = 40.5 \text{ [м/мин]} \\ t_6 = \frac{l_6}{v_6} = \frac{6.1}{40.5} = 0.151 \text{ [мин]} \quad (3.3.37)$$

$$qЖ = \frac{q_6 \times b_6}{bЖ} = \frac{15.86 \times 2.39}{1.5} = 25.27 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.38) \\ qЖ > 19.6 \Rightarrow \text{скопление} \Rightarrow qЖ=8.5$$

$$tЖ_{\text{задержки}} = N \times f \times \left( \frac{1}{qЖ \times bЖ} - \frac{1}{q_6 \times b_6} \right) = \quad (3.3.39) \\ = 29 \times 0.1 \times \left( \frac{1}{8.5 \times 1.5} - \frac{1}{15.86 \times 2.39} \right) = 0.1508 \text{ [м/мин]}$$

$$q_7 = \frac{qЖ \times bЖ}{b_7} = \frac{8.5 \times 1.5}{1.4} = 9.107 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.40)$$

$$v7 = 74.47 \text{ [м/мин]}$$

$$t7 = \frac{l7}{v7} = \frac{1.9}{74.47} = 0.0255 \text{ [мин]} \quad (3.3.41)$$

$$q8 = \frac{q7 \times b7}{b8} = \frac{9.107 \times 1.4}{1.4} = 9.107 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.42)$$

$$v8 = 95.43 \text{ [м/мин]}$$

$$t8 = \frac{l8}{v8} = \frac{5.2}{95.43} = 0.0545 \text{ [мин]} \quad (3.3.43)$$

$$q9 = \frac{q8 \times b8}{b9} = \frac{9.107 \times 1.4}{1.4} = 9.107 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.44)$$

$$v9 = 74.47 \text{ [м/мин]}$$

$$t9 = \frac{l9}{v9} = \frac{1.9}{74.47} = 0.0255 \text{ [мин]} \quad (3.3.45)$$

$$q10 = \frac{q9 \times b9}{b10} = \frac{9.107 \times 1.4}{1.4} = 9.107 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.46)$$

$$v10 = 95.43 \text{ [м/мин]}$$

$$t10 = \frac{l10}{v10} = \frac{5.2}{95.43} = 0.0545 \text{ [мин]} \quad (3.3.47)$$

$$q7^* = \frac{qЖ \times bЖ + q10 \times b10}{b7} = \frac{8.5 \times 1.5 + 9.107 \times 1.4}{1.4} =$$

$$= 18.2 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.48)$$

$q7^* > 16.5 \Rightarrow$  скопление  $\Rightarrow q7^* = 13.5$

$$v7^* = 15 \text{ [м/мин]}$$

$$t7^* = \frac{l7^*}{v7^*} = \frac{1.9}{15} = 0.1267 \text{ [мин]} \quad (3.3.49)$$

$$q8^* = \frac{q7^* \times b7^*}{b8} = \frac{13.5 \times 1.4}{1.4} = 13.5 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.50)$$

$$v8^* = 21.9 \text{ [м/мин]}$$

$$t8^* = \frac{l8^*}{v8^*} = \frac{5.2}{21.9} = 0.237 \text{ [мин]} \quad (3.3.51)$$

$$q_{9*} = \frac{q_{8*} \times b_{8*}}{b_9} = \frac{13.5 \times 1.4}{1.4} = 13.5 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.52)$$

$$v_{9*} = 15 \text{ [м/мин]} \\ t_{9*} = \frac{l_{9*}}{v_{9*}} = \frac{1.9}{15} = 0.1267 \text{ [мин]} \quad (3.3.53)$$

$$q_{10*} = \frac{q_{9*} \times b_{9*}}{b_{10}} = \frac{13.5 \times 1.4}{1.4} = 13.5 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.54)$$

$$v_{10*} = 21.9 \text{ [м/мин]} \\ t_{10*} = \frac{l_{10*}}{v_{10*}} = \frac{5.2}{21.9} = 0.237 \text{ [мин]} \quad (3.3.55)$$

$$t_{\text{задержка на 5 эт}} = N \times f \times \left( \frac{1}{q_{Ж} \times b_{Ж}} - \frac{1}{q_6 \times b_6} \right) = \\ = 29 \times 2 \times 0.1 \times \left( \frac{1}{13.5 \times 1.4} - \frac{1}{9.107 \times 1.4 + 8.5 \times 1.5} \right) = \\ = 0.0795 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.56)$$

$$t_{\text{задержка на 4 эт}} = N \times f \times \left( \frac{1}{q_{Ж} \times b_{Ж}} - \frac{1}{q_6 \times b_6} \right) = \\ = 29 \times 3 \times 0.1 \times \left( \frac{1}{13.5 \times 1.4} - \frac{1}{9.107 \times 1.4 + 8.5 \times 1.5} \right) = \\ = 0.1192 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.57)$$

$$t_{\text{задержка на 3 эт}} = N \times f \times \left( \frac{1}{q_{Ж} \times b_{Ж}} - \frac{1}{q_6 \times b_6} \right) = \\ = 29 \times 4 \times 0.1 \times \left( \frac{1}{13.5 \times 1.4} - \frac{1}{9.107 \times 1.4 + 8.5 \times 1.5} \right) = \\ = 0.1589 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.58)$$

$$t_{\text{задержка на 2 эт}} = N \times f \times \left( \frac{1}{q_{Ж} \times b_{Ж}} - \frac{1}{q_6 \times b_6} \right) = \\ = 29 \times 5 \times 0.1 \times \left( \frac{1}{13.5 \times 1.4} - \frac{1}{9.107 \times 1.4 + 8.5 \times 1.5} \right) = \\ = 0.1987 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.59)$$

Таблица 3.3.2 – Интенсивность, скорость и время для каждого участка до первого этажа

№ участка	$q_i$ [м/мин]	$v_i$ [м/мин]	$t_i$ [мин]
I	1.000	100.00	0.1166
A	6.780	-	-
1	3.250	100.00	0.0239
II	1.000	100.00	0.0927
Б	4.200	-	-
2	5.270	98.20	0.0606
III	1.000	100.00	0.1060
В	8.180	-	-
3	9.196	74.02	0.0430
IV	1.000	100.00	0.0870
Г	5.740	-	-
4	2.880	100.00	0.0398
V	1.000	100.00	0.0928
Д	6.700	-	-
5	3.360	100.00	0.0345
VI	1.000	100.00	0.0768
Е	5.740	-	-
6	15.860	40.50	0.1510
Ж задержка	8.500	-	0.1508
7	9.107	74.47	0.0255
8	9.107	95.43	0.0545
9	9.107	74.47	0.0255
10	9.107	95.43	0.0545
7*	13.500	15.00	0.1267
8*	13.500	21.90	0.2370
9*	13.500	15.00	0.1267
задержка			0.1589
10*	13.500	21.90	0.2370
задержка на 5 эт	-	-	0.0795
задержка на 4 эт	-	-	0.1192
задержка на 3 эт	-	-	0.1589
задержка на 2 эт	-	-	0.1987

Таблица 3.3.3 – Длина и ширина участков на 1 этаже

№ участка	$l_i$ [м]	$b_i$ [м]
I	6.79	4.02
II	7.20	5.91
III	6.79	4.02

Продолжение таблицы 3.3.3

IV	5.80	6.19
V	7.20	4.15
VI	12.52	11.03
VII	-	11.03
VIII	7.98	6.23
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	6.10	2.39
5	3.18	2.50
6	13.91	2.50
7	2.65	5.30
8	6.00	9.27
9	7.09	5.91
10	6.80	2.96

$$DI = \frac{8 \times 0.1}{83.2} = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.60)$$

$$vI = 100 \text{ [м/мин]}$$

$$qI = DI \times vI = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.61)$$

$$qA = \frac{qI \times bI}{bA} = \frac{4 \times 4.02}{1.2} = 3.35 \quad (3.3.62)$$

$$q1 = \frac{qA \times bA}{b1} = \frac{3.35 \times 1.2}{2.39} = 1.68 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.63)$$

$$DII = \frac{4 \times 0.1}{38.4} = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.64)$$

$$vII = 100 \text{ [м/мин]}$$

$$qII = DII \times vII = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.65)$$

$$qB = \frac{qII \times bII}{bB} = \frac{1 \times 5.91}{1.2} = 4.9 \quad (3.3.66)$$

$$q2 = \frac{qB \times bB + q1 \times b1}{b2} = \frac{4.9 \times 1.2 + 1.68 \times 2.39}{2.39} = 4.14 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.67)$$

$$DIII = \frac{8 \times 0.1}{83.2} = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.68)$$

$$vIII = 100 \text{ [м/мин]}$$

$$q_{III} = D_{III} \times v_{III} = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.69)$$

$$q_B = \frac{q_{III} \times b_{III}}{b_B} = \frac{4 \times 4.02}{1.2} = 3.35 \quad (3.3.70)$$

$$q_3 = \frac{q_B \times b_B + q_2 \times b_2}{b_3} = \frac{3.35 \times 1.2 + 4.14 \times 2.39}{2.39} = 5.8 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.71)$$

$$D_{IV} = \frac{2 \times 0.1}{21.4} = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.72)$$

$$v_{IV} = 100 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.73)$$

$$q_{IV} = D_{IV} \times v_{IV} = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]}$$

$$q_{\Gamma} = \frac{q_{IV} \times b_{IV}}{b_{\Gamma}} = \frac{1 \times 6.19}{1.2} = 5.16 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.74)$$

$$D_V = \frac{2 \times 0.1}{26.1} = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.75)$$

$$v_V = 100 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.76)$$

$$q_V = D_V \times v_V = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]}$$

$$q_D = \frac{q_V \times b_V + q_{\Gamma} \times b_{\Gamma}}{b_D} = \frac{1 \times 4.15 + 5.16 \times 1.2}{1.2} = 8.62 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.77)$$

$$q_E = \frac{q_7^* \times b_7^*}{b_E} = \frac{13.5 \times 1.4}{1.5} = 12.6 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.78)$$

$$q_4 = \frac{q_E \times b_E}{b_4} = \frac{12.6 \times 1.5}{2.39} = 7.9 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.79)$$

$$v_4 = 80.67 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.80)$$

$$t_4 = \frac{l_4}{v_4} = \frac{6.10}{80.67} = 0.076 \text{ [мин]}$$

$$q_5 = \frac{q_3 \times b_3 + q_{Д} \times b_{Д} + q_4 \times b_4}{b_5} = \quad (3.3.81)$$

$$= \frac{5.8 \times 2.39 + 8.62 \times 1.2 + 7.9 \times 2.39}{2.5} = 17.2 \text{ [м/мин]}$$

$$q_5 > 16.5 \Rightarrow \text{скопление} \Rightarrow q_5 = 13.5$$

$$t_{5 \text{ задержка}} = N \times f \times \left( \frac{1}{q_5 \times b_5} - \frac{1}{q_3 \times b_3 + q_{Д} \times b_{Д} + q_4 \times b_4} \right) = \quad (3.3.82)$$

$$= (29 \times 5 + 12) \times 0.1 \times \left( \frac{1}{13.5 \times 2.5} - \frac{1}{5.8 \times 2.39 + 8.62 \times 1.2 + 7.9 \times 2.39} \right) =$$

$$= 0.1005 \text{ [м/мин]}$$

$$DVI = \frac{7 \times 0.1}{77.7} = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.83)$$

$$vVI = 100 \text{ [м/мин]}$$

$$qVI = DVI \times vVI = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.84)$$

$$tVI = \frac{lVI}{vVI} = \frac{7.68}{100} = 0.1252 \text{ [мин]} \quad (3.3.85)$$

$$qЖ = \frac{qVI \times bVI}{bЖ} = \frac{1 \times 11.03}{1.2} = 9.19 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.86)$$

$$q_6 = \frac{qЖ \times bЖ + q_5 \times b_5}{b_6} = \frac{9.19 \times 1.2 + 13.5 \times 2.5}{2.5} = \quad (3.3.87)$$

$$= 7.1 \text{ [м/мин]}$$

$$v_6 = 86 \text{ [м/мин]}$$

$$t_6 = \frac{l_6}{v_6} = \frac{13.91}{86} = 0.16 \text{ [мин]} \quad (3.3.88)$$

$$DVII = DVI = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]}$$

$$vVII = 100 \text{ [м/мин]}$$

$$qVII = DVII \times vVII = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.89)$$

$$q_3 = \frac{q_{VII} \times b_{VII}}{b_3} = \frac{1 \times 11.03}{1.2} = 9.19 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.90)$$

$$q_{II} = \frac{q_6 \times b_6}{b_{II}} = \frac{7.1 \times 2.5}{1.2} = 14.79 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.91)$$

$$q_7 = \frac{q_3 \times b_{II} + q_{II} \times b_{II}}{b_7} = \frac{9.19 \times 1.2 + 14.79 \times 1.2}{5.3} = 5.4 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.92)$$

$$\begin{aligned} v_7 &= 97.3 \text{ [м/мин]} \\ t_7 &= \frac{l_7}{v_7} = \frac{2.65}{97.3} = 0.027 \text{ [мин]} \end{aligned} \quad (3.3.93)$$

$$q_8 = \frac{q_7 \times b_7}{b_8} = \frac{5.4 \times 5.3}{9.27} = 3.09 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.94)$$

$$\begin{aligned} v_8 &= 100 \text{ [м/мин]} \\ t_8 &= \frac{l_8}{v_8} = \frac{6}{100} = 0.06 \text{ [мин]} \end{aligned} \quad (3.3.95)$$

$$q_K = \frac{q_8 \times b_8}{b_K} = \frac{3.09 \times 9.27}{1.068} = 26.82 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.96)$$

$q_K > 19.6 \Rightarrow$  скопление  $\Rightarrow$

$$q_K = 2.5 + 3.75 \times b_K = 2.5 + 3.75 \times 1.068 = 6.5 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.97)$$

$$\begin{aligned} t_{\text{к задержка}} &= N \times f \times \left( \frac{1}{q_K \times b_K} - \frac{1}{q_8 \times b_8} \right) = \\ &= (29 \times 5 + 26) \times 0.1 \times \left( \frac{1}{6.5 \times 1.068} - \frac{1}{3.09 \times 9.27} \right) = \\ &= 1.8663 \text{ [м/мин]} \end{aligned} \quad (3.3.98)$$

$$q_9 = \frac{q_K \times b_K}{b_9} = \frac{6.5 \times 1.068}{5.91} = 1.17 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.99)$$

$$v_9 = 100 \text{ [м/мин]}$$

$$t_9 = \frac{l_9}{v_9} = \frac{7.9}{100} = 0.0709 \text{ [мин]} \quad (3.3.100)$$

$$DVIII = \frac{4 \times 0.1}{41.4} = 0.01 \text{ [м}^2\text{/м}^2\text{]} \quad (3.3.101)$$

$$vV = 100 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.102)$$

$$qVIII = DVIII \times vVIII = 0.01 \times 100 = 1 \text{ [м/мин]}$$

$$q_{10} = \frac{qVIII \times bVIII}{b_{10}} = \frac{1 \times 6.23}{2.96} = 2.1 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.103)$$

$$v_{10} = 100 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.104)$$

$$t_{10} = \frac{l_{10}}{v_{10}} = \frac{6.8}{100} = 0.068 \text{ [мин]}$$

$$q_L = \frac{q_{10} \times b_{10} + q_9 \times b_9}{b_L} = \frac{2.1 \times 2.96 + 1.17 \times 5.91}{1.5} = 8.75 \text{ [м/мин]} \quad (3.3.105)$$

Таблица 3.3.4 – Интенсивность, скорость и время для каждого участка по первому этажу

№ участка	$q_i$ [м/мин]	$v_i$ [м/мин]	$t_i$ [мин]
I	1.00	100.00	
A	3.35	-	-
1	1.68	100.00	
II	1.00	100.00	
Б	4.90	-	-
2	4.14	100.00	
III	1.00	100.00	
В	3.35	-	-
3	5.80		
IV	1.00	100.00	
Г	5.16	-	-
V	1.00	100.00	
Д	8.62	-	-
Е	12.60	-	-
4	7.90	80.67	0.0760
задержка			0.1005
5	13.50	15.00	0.2120

Продолжение таблицы 3.3.4

VI	1.00	100.00	0.1252
Ж	9.19	-	-
6	7.10	86.00	0.1600
VII	1.00	100.00	
З	9.19	-	-
И	14.79	-	-
7	5.40	97.30	0.0270
8	3.09	100.00	0.0530
К задержка	6.50	-	1.8663
9	1.17	100.00	0.0709
VIII	1.00	100.00	0.0798
10	2.10	100.00	0.0680
Л	8.75	-	-

Общее время всех участков на первом потоке:

$$t_p = \sum_{i=1}^N t_i = t_1 + \dots + t_N = 6.87 \text{ [мин]} \quad (3.3.106)$$

6,87 мин = 6 минут 52 секунды

### 3.3.2. Расчет второго потока

Таблица 3.3.5 – Длина и ширина участков второго потока до 1 этажа

№ участка	$l_i$ [м]	$b_i$ [м]
0	7.90	6.30
I	12.53	10.79
II	10.23	6.06
III	7.08	4.47
IV	5.73	5.19
V	8.41	6.78
1	7.77	2.50
2	4.95	2.50
3	1.88	2.39
4	7.54	2.39
5	5.65	2.39
6	1.90	1.40
7	5.20	1.40
8	1.90	1.40
9	5.20	1.40

Продолжение таблицы 3.3.5

6*	1.90	1.40
7*	5.20	1.40
8*	1.90	1.40
9*	5.20	1.40
6**	1.90	1.40
7**	5.20	1.40
8**	1.90	1.40
9**	5.20	1.40
6***	1.90	1.40

Таблица 3.3.6 – Интенсивность, скорость и время для каждого участка второго потока до первого этажа

№ участка	$q_i$ [м/мин]	$v_i$ [м/мин]	$t_i$ [мин]
0	1.00	100.00	0.0790
I	1.00	100.00	0.1253
II	1.00	100.00	0.1023
III	1.00	100.00	0.0708
IV	1.00	100.00	0.0573
V	1.00	100.00	0.0841
А	5.15	-	-
Б	10.46	-	-
В	5.80	-	-
Г	3.70	-	-
Д	2.00	-	-
Е	7.65	-	-
Ж	8.13	-	-
1	5.00	100.00	0.0777
2	7.78	81.47	0.0608
3	1.90	100.00	0.0188
4	5.70	95.30	0.0791
5	13.80	48.86	0.1156
6	8.71	76.45	0.0249
7	8.71	95.88	0.0542
8	8.71	76.45	0.0249
9	8.71	95.88	0.0542
6*	16.21	37.06	0.0513
7*	16.21	54.08	0.0962
8*	16.21	37.06	0.0513
9*	16.21	54.08	0.0962
6**	13.50	50.70	0.0375

Продолжение таблицы 3.3.6

7**	13.50	68.66	0.0757
8**	13.50	50.70	0.0375
9**	13.50	68.66	0.0757
$t_{\text{Ж задержка}}$	-	-	0.1687
$t_{\text{задержка на 4 этаже}}$	-	-	0.1888
$t_{\text{задержка на 3 этаже}}$	-	-	0.2153
$t_{\text{задержка на 2 этаже}}$	-	-	0.2717

Таблица 3.3.7 – Длина и ширина участков второго потока по 1 этажу

№ участка	$l_i$ [м]	$b_i$ [м]
10	5.65	2.43
11	14.50	2.43

Таблица 3.3.8 – Интенсивность, скорость и время для каждого участка второго потока по первому этажу

№ участка	$q_i$ [м/мин]	$v_i$ [м/мин]	$t_i$ [мин]
И	12.60	-	-
10	7.78	81.47	0.0694
11	7.78	81.47	0.1780
К	15.75	-	-

### 3.3.3 Расчет третьего потока

Таблица 3.3.9 – Длина и ширина участков третьего потока до 1 этажа

№ участка	$l_i$ [м]	$b_i$ [м]
I	9.89	5.67
II	5.90	-
III	8.82	-
1	6.12	5.65
2	5.65	5.65
3	7.07	5.65
4	6.12	2.50
5	1.58	1.40
6	5.20	1.40
7	1.58	1.40
8	5.20	1.40

Таблица 3.3.9 – Интенсивность, скорость и время для каждого участка третьего потока до первого этажа

№ участка	$q_i$ [м/мин]	$v_i$ [м/мин]	$t_i$ [мин]
А	4.73	-	-
Б	4.92	-	-
В	7.35	-	-
Г	13.55	-	-
И	1.00	100.00	0.0989
П	1.00	100.00	-
Ш	1.00	100.00	-
1	1.00	100.00	0.0989
2	2.04	100.00	0.0565
3	3.60	100.00	0.0707
4	3.32	100.00	0.0612
5	14.50	17.35	0.0911
6	14.50	26.33	0.1975
7	14.50	17.35	0.0911
8	14.50	26.33	0.1975

Таблица 3.3.10 – Длина и ширина участков объединенного второго и третьего потока по 1 этажу

№ участка	$l_i$ [м]	$b_i$ [м]
V	6.52	2.4
IV	4.05	3.53
12	2.54	2.29
13	3.67	8.61
14	4.38	8.61
15	5.47	5.91

Таблица 3.3.11 – Интенсивность, скорость и время для каждого участка объединенных второго и третьего потока по первому этажу

№ участка	$q_i$ [м/мин]	$v_i$ [м/мин]	$t_i$ [мин]
Н	2.000	-	-
П	6.505	-	-
Р	4.600	-	-
Д	12.600	-	-
Л	5.880	-	-
М	5.880	-	-
V	1.000	100.00	0.0652

Продолжение таблицы 3.3.11

IV	2.000	100.00	0.0405
12	3.080	100.00	0.0254
13	5.210	98.60	0.0372
14	5.490	96.73	0.0453
15	1.180	1.18	0.0547

Общее время всех участков на втором и третьем потоке:

$$t_p = \sum_{i=1}^N t_i = t_1 + \dots + t_N = 6.59 \text{ [мин]} \quad (3.3.107)$$

6.59 мин = 6 минут 35 секунд

Таким образом время первого потока людей составило 6 минут 52 секунды, а время объединенных второго и третьего потока людей составило 6 минут 35 секунд. Время по первому потоку людей больше, соответственно оно принимается за время эвакуации, которое потребуется сотрудникам ЦИТ, чтобы покинуть здание.

## **4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Ущерб, приносимый обществу от пожаров очень высок. В современном мире вопрос пожарной безопасности актуален и требует решающих мер, необходимых для предотвращения пожароопасных ситуаций и их развития. Подготовка личного состава подразделений совместно с гражданским населением по ведению действий при тушении пожаров, ведет к снижению пожарного риска, а значит и гибели людей.

Предметом выпускной квалификационной работы по теме «Тактика тушения пожара на территории «Особой экономической зоны»» является здание особой экономической зоны технико-внедренческого типа, расположенной по адресу проспект Академический 8/8.

Целью выпускной квалификационной работы является тактика тушения пожара в здании «Особой экономической зоны».

В ходе определения цели работы были определены следующие задачи [9]:

- выявить потенциальных потребителей результатов исследования;

- сделать анализ конкурентных технических решений;
- провести SWOT-анализ;
- распланировать структуру работы в рамках научного исследования;
- определить трудоемкость работ;
- разработать график проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет научно-технического исследования (НТИ);
- оценить эффективность исследования.

#### 4.1.2. 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, а также помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы повысить конкурентоспособность исследования [9].

Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

1 – наиболее слабая позиция;

5 – наиболее сильная позиция.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработки)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	Б <sub>к3</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>	К <sub>к3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Повышение производительности труда пользователя	0.11	5	5	1	0.55	0.55	0.11
Удобство эксплуатации <sup>в</sup>	0.03	2	2	4	0.06	0.06	0.12
Помехоустойчивость	0.09	1	1	5	0.09	0.09	0.45
Простота эксплуатации	0.01	1	1	4	0.010	0.010	0.04

Продолжение таблицы 4.1

Энергоэкономичность	0.08	1	1	5	0.08	0.08	0.40
Визуальное представление результатов	0.02	5	4	5	0.10	0.08	0.10
Безопасность	0.12	1	1	5	0.12	0.12	0.60
Потребность в ресурсах памяти	0.03	3	3	4	0.09	0.09	0.12
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность продукта	0.09	4	5	1	0.36	0.45	0.09
Точность	0.10	5	5	3	0.50	0.50	0.30
Финансирование разработки	0.010	1	1	3	0.01	0.01	0.03
Цена лицензии	0.31	4	1	5	1.24	0.31	1.55
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>3.21</b>	<b>2.35</b>	<b>3.91</b>

где  $K_1$  – «Эвакуация 1.03»(калькулятор в Excel);  $K_2$  – программа GreenLine,  $K_3$  – расчёты на бумаге.

Таким образом, конкурентоспособность разработки составила 3.91, в то время как двух других программ 3.21 и 2.35.

Результаты показывают, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как безопасность, энергоэкономичность и помехоустойчивость.

#### 4.1.3. SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках третьего этапа лежит составление итоговой матрицы SWOT-анализа. Результаты учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках исследования [9].

Таблица 4.2 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p><b>С1.</b> Простота и доступность в использовании.</p> <p><b>С2.</b> Совершенствования организационно-тактических и технических возможностей пожарных подразделений.</p> <p><b>С3.</b> Более низкая стоимость расчетов в сравнении с другими фирмами, занимающимися оценкой пожароопасности зданий.</p> <p><b>С4.</b> Легко применяемые методики для расчетов пожарного риска, времени эвакуации и распространения ОФП.</p> <p><b>С5.</b> Практическая отработка начальствующим и рядовым составом всех вопросов организации и тактики тушения пожара на конкретном объекте.</p> <p><b>С6.</b> Проект имеет минимальные затраты на разработку.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p><b>Сл1.</b> Присутствие погрешности при расчетах.</p> <p><b>Сл2.</b> Возможное неверное воспроизведение методики при расчетах.</p> <p><b>Сл3.</b> Спорные вопросы о положительных и отрицательных сторонах предлагаемых методик для расчетов.</p> <p><b>Сл4.</b> Большие временные затраты на полноценный расчет и выводы по расчетам.</p> <p><b>Сл5.</b> Учет только основных рекомендаций.</p> <p><b>Сл6.</b> Многократная смена требований нормативно-технической документации.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p><b>В1.</b> Проведение практических пожарных учений.</p> <p><b>В2.</b> Повышение уровня пожарной безопасности на</p>	<p>-План проведение практических пожарных учений – простота и доступность в использовании, совершенствование навыков пожарных спасателей в</p>	<p>- Повышение уровня пожарной безопасности связано с большими временными затратами для повсеместного введения. Необходимы денежные</p>

Продолжение таблицы 4.2

<p>объекте.  <b>В3.</b> Повышение практических навыков в области тактики тушения пожаров.  <b>В4.</b> Рекомендаций по повышению навыков действий в ЧС у персонала.  <b>В5.</b> Создание планов эвакуации из здания исходя из расчетов и рекомендаций.  <b>В6.</b> Расчет необходимых сил и средств для привлечения к ликвидации пожара.</p>	<p>результате практической отработки. Как следствие – повышение уровня пожарной безопасности. Минимальные затраты на разработку, установленное количество необходимой спасательной техники для спасения и тушения пожара.</p>	<p>затраты со стороны государства и со стороны администрации рассматриваемого объекта.</p>
<p><b>Угрозы:</b>  <b>У1.</b> Отсутствие спроса на предлагаемые методики в связи с имеющимися программами для расчетов пожарных рисков и времени эвакуации.  <b>У2.</b> Конкуренция со стороны фирм, занимающихся вопросами пожарной безопасности зданий.  <b>У3.</b> Отсутствие финансирования разработчика проекта со стороны государства.  <b>У4.</b> Введения дополнительных государственных требований в области пожарной безопасности.  <b>У5.</b> Общий низкий уровень подготовки личного состава и руководства в области пожаротушения.  <b>У6.</b> Дальнейшее развитие информационных технологий в области пожарной безопасности.</p>	<p>-Возможное изменение требований государственных стандартов – совершенствование навыков пожарных спасателей. С развитием информационных технологий появляется возможность моделирования пожаров в зданиях и проработка сценария локализации и ликвидации пожара.</p>	<p>- Возможна конкуренция со стороны фирм, занимающихся разработкой и изготовлением планов эвакуации, расчетами пожарных рисков и времени эвакуации, однако, с учетом введения новых требований необходимы денежные средства на реализацию всех нормативов. На данный момент существует множество споров эффективности и качества существующим методикам.</p>

Второй этап – выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта [9].

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта						Слабые стороны проекта					
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	Сл <sub>1</sub>	Сл <sub>2</sub>	Сл <sub>3</sub>	Сл <sub>4</sub>	Сл <sub>5</sub>	Сл <sub>6</sub>
Возможности проекта	B <sub>1</sub>	+	+	+	0	+	+	-	-	0	-	-	-
	B <sub>2</sub>	0	+	+	+	+	+	0	0	-	0	+	+
	B <sub>3</sub>	-	+	0	0	+	+	0	-	0	-	-	-
	B <sub>4</sub>	+	+	0	-	0	+	0	0	0	-	+	-
	B <sub>5</sub>	+	0	+	+	0	+	-	0	-	+	+	-
	B <sub>6</sub>	+	0	+	+	0	+	-	-	0	+	+	-
Угрозы проекта	У <sub>1</sub>	0	+	+	0	0	+	-	-	-	0	0	0
	У <sub>2</sub>	+	+	+	+	+	+	-	-	0	-	0	+
	У <sub>3</sub>	0	0	+	+	-	+	-	-	-	0	0	0
	У <sub>4</sub>	+	+	0	+	+	0	+	+	+	-	-	+
	У <sub>5</sub>	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	-	-
	У <sub>6</sub>	-	+	+	+	0	0	-	0	0	-	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие:

- сильных сторон и возможностей: B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>C<sub>5</sub>C<sub>6</sub>, B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>C<sub>5</sub>C<sub>6</sub>, B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>C<sub>5</sub>C<sub>6</sub>, B<sub>4</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>6</sub>, B<sub>6</sub>B<sub>6</sub>C<sub>1</sub>C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>C<sub>6</sub>;
- слабых сторон и возможностей: B<sub>2</sub>Сл<sub>5</sub>Сл<sub>6</sub>, B<sub>4</sub>Сл<sub>5</sub>, B<sub>5</sub>B<sub>6</sub>Сл<sub>4</sub>Сл<sub>5</sub>
- сильных сторон и угроз: У<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>C<sub>6</sub>, У<sub>2</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>C<sub>5</sub>C<sub>6</sub>, У<sub>3</sub>C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>C<sub>6</sub>, У<sub>4</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>4</sub>C<sub>5</sub>, У<sub>5</sub>C<sub>2</sub>C<sub>5</sub>C<sub>6</sub>; У<sub>6</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>;
- слабых сторон и угроз: У<sub>2</sub>У<sub>6</sub>Сл<sub>6</sub>, У<sub>4</sub>Сл<sub>1</sub>Сл<sub>2</sub>Сл<sub>3</sub>Сл<sub>6</sub>.

## 4.2. Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

В данном пункте необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 4.4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы ВКР	Руководитель
	2	Календарное планирование ВКР	Студент
Выбор направления исследования	3	Подбор материала по теме ВКР	Студент
Теоретические исследования	4	Изучение литературы по теме ВКР	Студент
	5	Написание теоретической части ВКР	Руководитель, студент
	6	Подведение промежуточных итогов	Студент
	7	Изучение компьютерной программы для практической части ВКР	Студент
Экспериментальные исследования	8	Проведение расчетов и обоснований по теме ВКР	Руководитель, студент
Оценка полученных результатов	9	Анализ полученных результатов	Руководитель, студент
	10	Подведение итогов	Студент
	11	Оформление итогового варианта ВКР	Студент

#### 4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого значения трудоемкости  $t_{ожi}$  используется следующая формула [9]:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{мини} + 2t_{маxi}}{5}, \quad (1.1)$$

где

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{мини}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, т.к. удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 % [9].

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{q_i}, \quad (1.2)$$

где

$T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$q_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел. [9].

### 4.3. Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой [9]:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (1.3)$$

где

$T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле [9]:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (1.4)$$

где

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

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

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

Временные показатели проведения научного исследования представлены в таблице 3.4. Таблица 3.4 приведена в Приложении 3.

На основании таблицы 3.4 строим календарный план-график И.5. Календарный план-график И.5 приведен в Приложении И.

#### 4.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением [9].

##### 4.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [9]:

$$Z_{\text{м}} = (1 + k_{\text{T}}) \cdot \sum_{i=1}^m \text{Ц}_i \cdot N_{\text{расхи}}, \quad (1.5)$$

где

$m$  – количество видов материальных ресурсов, используемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расхи}}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$\text{Ц}_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_{\text{T}}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы ( $k_{\text{T}} = 0.15$ ).

Таблица 4.5 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (Зм), руб.	
		Студ.	Рук.	Студ.	Рук.	Студ.	Рук.
Бумага	Лист	500.0	10.0	0.8	0.8	460.0	9.0
Краска для принтерных картриджей	Шт.	1	1	1250	1250	1438	1438
Интернет	Мес.	3	1	500	500	1725	575
Ручка	Шт.	2	1	40	40	92	46
Блокнот	Шт.	1	0	70	0	81	0
<b>Итого</b>						3796	2068

#### 4.4.2. Расчет затрат на программное обеспечение для научных (экспериментальных) работ

Стоимость программного обеспечения (ПО), используемого при выполнении данной научно-исследовательской работы, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений. Годовая норма амортизации выражается в процентном соотношении к первичной (восстановительной) стоимости имущества и рассчитывается по формуле:

$$K = \left( \frac{1}{n} \right) \cdot 100\%, \quad (1.6)$$

где  $K$  – годовая норма амортизации;  $n$  – срок эксплуатации в годах.

При линейном методе начисления амортизации формула расчета представляет:

$$A = \frac{C \cdot K}{12}, \quad (1.7)$$

где  $A$  – размер ежемесячных амортизационных отчислений;  $C$  – первичная стоимость имущества;  $K$  – норма амортизации;

Срок эксплуатации ПО примем 3 года. Тогда  $K=33\%$ .

Таблица 4.6 – Расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для научных работ

№ п/п	Наименование ПО	Стоимость ПО, руб.	Размер ежемесячных амортизационных отчислений, руб.	Размер амортизационных отчислений за 3 месяца, руб.
1.	MicrosoftOffice	3273	91	273
<b>Итого</b>				273

#### 4.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада [9]. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 1.9.

Таблица 3.7 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.- дн.	Заработная плата на один чел.- дн., тыс. руб	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1.	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель	3,0	3.210	9.6
2.	Анализ актуальности темы	Студент	1.8	0.293	0.5
3.	Поиск и изучение материала по теме	Студент	25.4	0.293	7.4
4.	Выбор направления исследований	Руководитель, студент	3.2	3.503	11.2
5.	Изучение литературы по теме	Студент	26.2	0.293	7.7
6.	Подбор нормативных документов	Студент	19.2	0.293	5.6
7.	Расчет времени эвакуации , сил и средств	Студент	32.0	0.293	9.4
8.	Изучение результатов	Руководитель,	3.6	3.503	12.6

Продолжение таблицы 3.7

		студент			
9.	Анализ результатов	Руководитель, студент	6.4	3.503	22.4
10.	Вывод по цели	Студент	1.8	0.293	0.5
<b>Итого</b>					86.9

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент.

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (1.8)$$

где

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{\text{осн}}$ ) [2].

Месячный должностной оклад работника [1]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) * K_{\text{р}} \quad (1.9)$$

где

$Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент ( $k_{\text{р}}=1.3$ ).

Заработная плата по тарифной ставке руководителя равна 23000 рублей, а студента 2400рублей.

Месячный должностной оклад руководителя, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 23000 * (1 + 0.3 + 0.3) * 1.3 = 47840 \text{ Руб.}$$

Месячный должностной оклад студента (дипломника), руб.:

$$Z_{\text{м}} = 2400 * (1 + 0.2 + 0.2) * 1.3 = 4368 \text{ Руб.}$$

Месячный

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [9]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (1.10)$$

где

$Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года ( $M=10.4$  месяца, 6-дневная неделя);

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

Таблица 4.8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарные дни	365	365
Количество нерабочих дней (выходные и праздничные дни)	118	118
Потери рабочего времени (отпуск, невыходы по болезни)	92	92
Действительный годовой фонд рабочего времени	155	155

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{47840 * 10.4}{155} = 3210 \text{ Руб.}$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{4368 * 10.4}{155} = 293 \text{ Руб.}$$

Основная заработная плата  $Z_{\text{осн}}$  руководителя (студента) рассчитывается по следующей формуле [9]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p \quad (1.11)$$

где

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

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

Рассчитаем рабочее время руководителя:

$$T_p = 3 + 1,6 + 1,8 + 3,2 = 9,6 \quad (1.12)$$

Рассчитаем рабочее время студента:

$$T_p = 1.8 + 25.4 + 1.6 + 26.2 + 19.2 + 32 + 1.8 + 3.2 + 1.8 = 113 \quad (1.13)$$

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 3210 * 9.6 = 30816 \quad (1.14)$$

Основная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{осн}} = 293 * 113 = 33109 \quad (1.15)$$

Таблица 4.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	З <sub>тс</sub> , руб.	k <sub>p</sub>	З <sub>м</sub> , руб.	З <sub>дн</sub> , руб.	T <sub>p</sub> , раб. дн	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	23000	1.3	47840	3210	9.6	30816
Студент	2400	1.3	4368	293	113.0	33109

#### 3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [9]:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} \quad (1.16)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Дополнительная заработная плата руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 0.12 * 30816 = 3698 \quad (1.17)$$

Дополнительная заработная плата студента:

$$Z_{\text{доп}} = 0.12 * 33109 = 3973 \quad (1.18)$$

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (1.19)$$

Заработная плата руководителя:

$$Z_{\text{зп}} = 30816 + 3698 = 34514 \quad (1.20)$$

Заработная плата студента:

$$Z_{\text{зп}} = 33109 + 3973 = 37082 \quad (1.21)$$

Таким образом, заработная плата руководителя равна 34514 рублей, студента – 37082 рублей.

#### 4.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [9]:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (1.22)$$

где

$k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2019 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании п. 6 ч. 1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2019 году водится пониженная ставка – 28 % [1].

Таблица 3.10 – Отчисления во внебюджетные фонды

	Исполнители	
	Руководитель проекта	Студент
Основная заработная плата, руб	30816	33109
Дополнительная заработная плата, руб	3698	3973
Коэффициент отчислений	0.28	
Итого	9664	10383

#### 4.4.6. Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле [9]:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (1.23)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таблица 4.11 – Расчет бюджета затрат НТИ

<b>Наименование статьи</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Студент</b>
1. Материальные затраты НТИ	3796	2068
2. Затраты на программное обеспечение для научных (экспериментальных) работ	273	0
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	30816	33109
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3698	3973
5. Отчисления во внебюджетные фонды	9664	10383
Итого	48247	49533
6. Накладные расходы	7720	7925

#### 4.4.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 4.12 – Расчет бюджета затрат НТИ

<b>Наименование статьи</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Студент</b>
1. Материальные затраты НТИ	3796	2068
2. Затраты на программное обеспечение для научных (экспериментальных) работ	273	0
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	30816	33109
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3698	3973
5. Отчисления во внебюджетные фонды	9664	10383
6. Накладные расходы	7720	7925
7. Бюджет затрат НТИ	55967	57458

#### 4.5. Определение эффективности исследования

В ходе исследования была выполнена цель – тактика тушения пожара в здании «Особой экономической зоны».

Достижение поставленной цели позволило решить задачи раздела:

- Определение потенциальных потребителей результатов НИ;
- Анализ конкурентных технических решений по технологии Quad, где получен более высокий коэффициент исследования конкурентных показателей;
- Планирование основных этапов НИ;
- Формирование бюджета на проведение НИ;
- Оценка эффективности НИ.

В процессе исследования проведен SWOT-анализ и выявлены сильные и слабые стороны разработки, а также возможности и угрозы. Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

Выявленная эффективность исследования, которая имеет больше экологический характер, т.к. последствия ЧС влияют на жизнедеятельность экосистем и людей, в прилегающих территориях. И если оперативно определить масштабы проблемы, то выполнение работ по ликвидации и локализации ЧС затратят в разы меньшее количество времени и материальных ресурсов, уменьшая экологические последствия на окружающую среду и уменьшая время пребывания ликвидаторов на опасной территории.

Результаты расчетов могут быть использованы при разработке профилактических мероприятий по спасению жизни людей, ускоряя работу средств быстрого реагирования и систем раннего мониторинга.

Потенциальными потребителями результата исследования могут быть ФПС ГПС МЧС.

## **5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Социальная ответственность – это объективная необходимость отвечать за нарушение социальных норм [10]. Социальная ответственность выполняет функцию социального регулирования и контроля поведения людей, она призвана побуждать членов общества к активному, социально полезному поведению, позволяющему в наиболее полном объеме реализовывать интересы личности и общества в целом.

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.

В данной выпускной квалификационной работе «Тактика тушения пожара на территории «ОЭЗ»» проанализирована пожарная безопасность объекта, рассмотрены особенности расстановки сил и средств подразделений пожарной охраны, а также расчет времени эвакуации людей из здания «ОЭЗ». Объектом исследования данного раздела является пожар в здании «ОЭЗ». В данном разделе выпускной квалификационной работы рассмотрено влияние вредных и опасных факторов на сотрудника ФПС ГПС МЧС России при ликвидации пожара на данном объекте. А также экологическая безопасность, безопасность в ЧС и правовые вопросы обеспечения безопасности.

### **5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Нормативно-правовой базой из которой состоит Законодательство Российской Федерации об охране труда и техники безопасности работ является Конституция Российской Федерации, основы законодательства РФ об охране труда, законодательные и нормативные документы об охране труда.

Основы законодательства РФ об охране труда приняты Постановлением Верховного Совета РФ от 6 августа 1993 г. № 5601-1.

Они устанавливают гарантии осуществления права трудящихся на охрану труда и обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней [11].

Правовые нормы безопасности при осуществлении работы прописаны в следующих документах:

- №151 ФЗ «Об АСС и статусе спасателей» от 22.08.95 г.;
- ГОСТ Р 22.0.202-94 «Организация АСДНР»
- № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 г.;
- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 30.12.2015);
- ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.

Служба в ФПС ГПС МЧС России строится в соответствии с принципами законности, уважения и соблюдения свобод личности и гражданина, гуманизма, гласности, соблюдения служебной дисциплины, справедливого вознаграждения за труд, продвижения по службе по результатам труда, с учетом способностей и квалификации. Сотрудник федеральной противопожарной службы имеет права согласно Федеральному закону № 141 от 23.05.2016 "О службе в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

## 5.2. Производственная безопасность

Опасные и вредные факторы, которые постоянно или периодически действуют на спасателя во время работы, представлены в таблице 1.1.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Открытое пламя</li> <li>– Горение веществ</li> <li>– Работа механизмов</li> <li>– Задымление</li> <li>– Эмоциональная нагрузка</li> <li>– Неисправные предохранительные приспособления</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Токсические вещества образующиеся при пожаре</li> <li>– Повышенная температура воздуха рабочей зоны</li> <li>– Повышенный уровень шума и вибрации</li> <li>– Повышенная влажность воздуха</li> <li>– Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>– Сверхнормативные физические и нервно-психологические нагрузки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Движущиеся машины и механизмы, разрушающиеся конструкции</li> <li>– Расположение рабочего места на значительной высоте</li> <li>– Термические ожоги под воздействием высоких температур</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* [12];</li> <li>– ГОСТ Р 12.3.050-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Работы на высоте. Правила безопасности [13];</li> <li>– Требования к шуму устанавливаются СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [14];</li> <li>– ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» [15].</li> </ul>

### **5.2.1. Токсические вещества образующиеся при пожаре**

Одной из основных причин гибели людей при пожарах промышленных объектов и современных жилых и административных зданий (более 80 % случаев) является острое отравление газообразными продуктами горения различных строительных материалов и конструкций.

Быстрое отравление организма возможно в результате загрязнения окружающей атмосферы вредными веществами в поражающих организм концентрациях (токсодозах) или количествах, создающих угрозу для жизни и здоровья.

Большинство пластмасс при горении выделяют ядовитые вещества – такие как: оксид углерода, циан водорода, хлористый водород. поролон, применяемый для изготовления мебели при горении выделяет ядовитый газ, содержащий цианистые соединения, даже в незначительных количествах являющиеся высокотоксичными и поражающими дыхательную и нервную системы человека [16].

Дым – совокупность мелких твёрдых частиц и газообразных продуктов, выделяющихся в воздух при сгорании чего-либо[17].

Опасным задымлением считается такое, при котором видимость не превышает 10 м. Концентрация оксида углерода в воздухе до 0,2 % вызывает смертельные отравления людей при пребывании их в зоне в течение 30–60 минут, а при концентрации 0,5–0,7 % – в течение нескольких минут[16].

### **5.2.2. Повышенная температура воздуха рабочей зоны**

Причиной гибели людей может быть высокая температура задымленной среды. Вдыхание продуктов сгорания, нагретых до 6 °С, даже при 0,1 % содержании оксида углерода приводит к летальному исходу [16].

Температура воздуха влияет на терморегуляцию организма. При высокой температуре возникает перегрев организма, что ведет к повышенному

потовыделению и снижению работоспособности. Работник теряет внимание, что может стать причиной несчастного случая.

Средства и способы защиты от высоких температур предполагает использование теплоотражающего костюма. Он покрывается снаружи теплоотражающим материалом, который способен отражать примерно 90% теплоты излучения и создавать для человека оболочку изоляции. Дыхательный аппарат должен надеваться под костюм. Костюм позволит близко подходить к огню, но он не предназначен для того, чтобы подойти на непосредственное воздействие пламени.

### **5.2.3. Повышенный уровень шума и вибрации**

Шум – беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся ложностью временной и спектральной структуры [19]. С физиологической точки зрения шумом может быть назван любой нежелательный звук (простой или сложный), мешающий восприятию полезных звуков (человеческой речи, сигналов и пр.), нарушающих тишину и оказывающих вредное воздействие на человека.

Вибрация – это вредный производственный фактор. Эффект воздействия вибрации на организм человека зависит от ее уровня и продолжительности воздействия [19]. Источниками вибрации являются механизмы, машины, механизированный инструмент. Действие вибрации на организм человека : снижение работоспособности, нарушение функций ЦНС, поражение опорно-двигательного аппарата, нарушение функций половых органов.

Защита от воздействия вибрации осуществляется двумя путями: можно изолировать либо источник вибрации, либо рабочее место персонала, обслуживающее установку [20].

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению

продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Внезапные шумы высокой интенсивности, даже кратковременные (взрывы, удары и т.п.), могут вызвать как острые нейросенсорные эффекты (головокружение, звон в ушах, снижение слуха), так и физические повреждения (разрыв барабанной перепонки с кровотечением, поражения среднего уха и улитки) [21].

Шум неблагоприятно действует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание, увеличивает число ошибок во время работы, замедляет скорость психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию, что способствует возникновению несчастных случаев.

Шум оказывает вредное влияние на физическое состояние человека: угнетает центральную нервную систему; вызывает изменение скорости дыхания и пульса; способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни; может приводить к профессиональным заболеваниям.

Шум, особенно прерывистый, импульсный, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации.

Шум с уровнем звукового давления 30 ... 35 дБ является привычным для человека и не беспокоит его. Повышение уровня звукового давления до 40 ... 70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, снижение производительности умственного труда, а при длительном действии может явиться причиной невроза, язвенной и гипертонической болезни.

Во время работы пожарного оборудования уровень шума варьируется от 76 до 130 дБ. Длительное воздействие шума свыше 75 дБ может привести к резкой потере слуха – тугоухости или профессиональной глухоте. Однако более

ранние нарушения наблюдаются в нервной и сердечно - сосудистой системе, других внутренних органах. Зоны с уровнем звука свыше 85 дБ должны быть обозначены знаками безопасности. Рабочие, находящиеся в этих зонах, обязаны иметь при себе средствами индивидуальной защиты органов слуха.

#### **5.2.4. Повышенная запыленность**

Целый ряд технологических процессов сопровождается образованием мелкораздробленных частиц твердого вещества (пыль), которые попадают в воздух производственных помещений и более или менее длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии.

Пылеобразование происходит при шлифовке, сверлении, упаковке, складской обработке грузов, погрузочно-разгрузочных операциях, транспортировке.

Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей мкм. Многие виды производственной пыли представляют собой аэрозоль, т. е. дисперсную систему, в которой дисперсной средой является воздух, а дисперсной фазой – твердые пылевые частицы.

Неблагоприятное воздействие пыли на организм может быть причиной возникновения заболеваний. Обычно различают специфические (пневмокониозы, аллергические болезни) и неспецифические (хронические заболевания органов дыхания, заболевания глаз и кожи) пылевые поражения. Среди специфических профессиональных пылевых заболеваний большое место занимают пневмокониозы – болезни легких, в основе которых лежит развитие склеротических и связанных с ними других изменений, обусловленных отложением различного рода пыли и последующим ее взаимодействием с легочной тканью. Среди различных пневмокониозов наибольшую опасность представляет силикоз, связанный с длительным вдыханием пыли, содержащей свободную двуокись кремния.

Производственная пыль может оказывать вредное влияние и на верхние дыхательные пути. Установлено, что в результате многолетней работы в условиях значительного запыления воздуха происходит постепенное истончение слизистой оболочки носа и задней стенки глотки. При очень высоких концентрациях пыли отмечается выраженная атрофия носовых раковин, особенно нижних, а также сухость и атрофия слизистой оболочки верхних дыхательных путей. Атрофия слизистой оболочки значительно нарушает защитные (барьерные) функции верхних дыхательных путей, что, в свою очередь, способствует глубокому проникновению пыли, т. е. поражению бронхов и легких.

Производственная пыль может проникать в кожу и в отверстия сальных и потовых желез. В некоторых случаях может развиваться воспалительный процесс.

Устранение образования пыли на рабочих местах путем изменения технологии производства и увлажнения воздуха.

Если мероприятия по снижению концентрации пыли не приводят к уменьшению пыли в рабочей зоне до допустимых пределов, применяют индивидуальные средства защиты. К индивидуальным средствам защиты относятся противопылевые респираторы, защитные очки, специальная противопылевая одежда. Для защиты глаз применяют очки. Из спецодежды применяются пылезащитные комбинезоны.

Одна из основных задач периодических осмотров – своевременное выявление ранних стадий заболевания и предупреждение развития пневмокониоза, определение профпригодности и проведение эффективных лечебно-профилактических мероприятий.

#### **5.2.5. Повышенная влажность воздуха**

Комфортными условиями влажности для человека являются показатели от 30 до 60%.

При высоких температурах и пониженной влажности жара переносится гораздо легче. Если влажность повышается, человек может заметить повышение температуры тела, слабость, боль в голове, учащение пульса и дыхания и происходит отдача тепла из организма посредством испарения.

Страдают не только люди. В местах с повышенной влажностью появляется сырость и портится мебель, а как следствие – плесень и грибок. Что также отрицательно влияет на здоровье человека.

#### **5.2.6. Недостаточная освещенность рабочей зоны**

При пожаре возможно сильное задымление и плохая освещенность помещений. Недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать ослепленность или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму. В зависимости от длины волны, свет может оказывать возбуждающее действие (оранжево-красный) [21].

К средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся: источники света; осветительные приборы; световые проемы; светозащитные устройства; светофильтры; защитные очки [22].

#### **5.2.7. Сверхнормативные физические и нервно-психологические нагрузки**

Под психическим состоянием пожарного понимается совокупность эмоциональных, познавательных, поведенческих аспектов психики в определенный промежуток времени при выполнении непосредственной задачи по спасению людей.

Экстремальные ситуации, в которые попадает спасатель, вызывают стрессовую реакцию. В этот момент нарушается процесс нормального мышления, ослабевает или полностью теряется контроль сознания над

чувствами и волей. При объявлении сигнала «Тревога» оказывается сильное влияние на функциональное состояние пожарных-спасателей. В первые 25–30 секунд после подъема по тревоге, частота сердечных сокращений повышается в среднем на 47 ударов в минуту, а на пути к месту пожара может достигать 150–180 ударов в минуту. Специалист не может выполнить работу, если при ее выполнении частота сердцебиений, через 5 минут достигает 180 ударов в минуту и более.

На психическое состояние пожарного воздействуют различные факторы.

-нахождением в ожидании сигнала тревоги во время несения боевого дежурства.

- постоянной угрозой жизни и здоровью

-столкновения со страданиями людей;

-недостатком кислорода в зоне тушения пожара.

-трудностями, обусловленными необходимостью проведения работ в ограниченном пространстве

-острым дефицитом времени

-наличием внезапно возникающих препятствий

Поэтому каждый пожарный-спасатель, должен быть эмоционально устойчивым, психологически устойчивым и иметь способность мобилизовать свою психику и волю, настроиться на целесообразные действия в конкретной деятельности [23].

#### **5.2.8. Движущиеся машины и механизмы, разрушающиеся конструкции**

Этот опасный производственный фактор опасен возможностью получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма с телом человека. Наиболее типичным источником механических травм являются риски, заусенцы, выступы на движущихся частях механизмов и инструментов.

Причинами могут быть: результат конструктивных недостатков оборудования, недостаточности освещения, неисправности защитных средств, оградительных устройств, а также несоблюдение правил безопасности из-за неподготовленности работников, низкая трудовая и производственная дисциплина, неправильная организация работы, отсутствие надлежащего контроля за производственным процессом. Удастся уменьшить и избежать этот опасный фактор путём устранения недостатков оборудования, устранения неисправности защитных средств и соблюдения правил безопасности.

#### **5.2.9. Расположение рабочего места на значительной высоте**

Основным опасным производственным фактором при работе на высоте является расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола) и связанная с этим возможность падения работника.

Чтобы избежать несчастных случаев при работе на высоте, у пожарного должны быть предохранительные приспособления: предохранительные пояса, карабины, огнеупорные привязи, страховочные и удерживающие стропы. Требования безопасности при работе на высоте изложены в ГОСТах и правилах. Правила устанавливают единый порядок организации и проведения всех видов работ на высоте, верхолазных работ с целью обеспечения безопасности работников, выполняющих эти работы, и лиц, находящихся в зоне производства этих работ.

#### **5.2.10. Термические ожоги под воздействием высоких температур**

Термические ожоги возникают от воздействия на кожу высокой температуры пламени, горячего пара и от соприкосновения с раскаленными предметами.

Особую опасность несут ожоги, причиненные открытым пламенем, так как в данном случае возможно поражение верхних дыхательных путей и значительной части тела: ожог лица, обожженные волосы на лице или в

носовых ходах, выделение мокроты, содержащей сажу, а также респираторный дистресс-синдромом или свистящее дыхание.

Для защиты от термических ожогов рабочего персонала используют средства индивидуальной защиты:

- рукавицы комбинированные (с огнезащитной пропиткой);
- костюм хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой (с накладками из термостойких материалов);
- куртка с утепляющей прокладкой;
- сапоги (ботинки кожаные, галоши, сапоги резиновые).

### **5.3. Экологическая безопасность**

Пожары являются наиболее распространенными аварийными ситуациями, при которых происходит загрязнение окружающей среды.

Экологически опасные факторы пожара: токсичность продуктов горения, плотность дыма, температура пожара. Они являются негативными абиотическими факторами для экосистем суши и водных объектов.

В условиях пожара вещества и материалы при горении сгорают не полностью и наряду с частичками сажи попадают в ОС в виде газообразных, жидких продуктов горения. Тепловые потоки, регулирующие газообмен и развитие пожара, обеспечивают перенос загрязнителей в пространстве.

При горении в атмосферу выбрасываются не только твердые частицы, но и пыли органического и минерального происхождения. Попадая в атмосферу они смешиваются с водяными парами восходящих воздушных потоков, эти соединения способны сформировать токсичные облачные структуры, из которых они проливаются в виде дождей. Кислотные дожди являются причиной гибели растительности и животных, а также приводят к другим негативным изменениям окружающей природной среды.

На склонах пересеченного рельефа интенсивно развиваются эрозионные процессы.

Экологическая опасность пожаров прямо обусловлена изменением химического состава, температуры воздуха, воды и почвы.

Наряду с токсичными и вредными продуктами горения загрязнение окружающей среды может быть вызвано огнетушащими веществами, используемыми в пожаротушении.

Фреоны оказывают разрушающее действие на озоновый слой, так как способны долгое время находиться в атмосфере и взаимодействовать с озоновым слоем на больших высотах.

Поверхностно-активные вещества, применяемые в пожарной охране как смачиватели и пенообразователи, также причиняют вред окружающей среде. Попадая в водоемы, они препятствуют поступлению кислорода. В результате происходит гибель фитопланктона, рыб.

В целях уменьшения вредного воздействия на окружающую среду необходимо:

-Организовать уборку продуктов сгорания и оставшихся огнетушащих веществ и вывоз их в установленное место.

-При применении пены разработать мероприятия по ее удалению.

#### **5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, а также ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей[24].

Возможные чс: затруднение своевременной реакции из-за шума, что способствует возникновению несчастных случаев. Обрушение конструкций, либо подвижных элементов завала, которые могут привести к травмам.

панические состояния, физическая перегрузка спасателей, а так же падение с высоты.

Превентивные меры: абсолютное знание и соблюдение техники безопасности перед, вовремя и по окончанию работ. Подготовка оборудования и инструментов к эксплуатации: осмотр и проверка исправности.

Первичные действия: остановка рабочего процесса, эвакуация людей и оказание ПП пострадавшим, затем локализация последствий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, рассмотрена тактика тушения пожара в офисном здании, на примере Центра инноваций и технологий «Особой экономической зоны» г. Томска по адресу проспект Академический, 8/8.

Проведен обзор нормативных и литературных источников по частоте возникновения пожаров на объектах в ходе, которого выявлено, что здания общественного назначения составляют 4.4%, а самый большой процент возникновения пожаров в зданиях жилого назначения составил 80.8%.

Так же выявлены причины пожаров на основании, которых можно порекомендовать: вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования; скрыть электропроводку для уменьшения вероятности короткого замыкания; исключить либо заменить аналогами оборудования с открытыми нагревательными элементами; не курить в неположенных местах; уметь правильно обращение с оборудованием; не использовать пиротехнические приспособления на корпоративах.

На основании анализа пожарной безопасности ЦИТ можно порекомендовать мероприятия как установить систему дымоудаления и установки пожаротушения.

Разработаны рекомендации по повышению безопасности объекта.

Описано развития пожара, согласно которому пожар произошёл на 5 этаже в офисе №1. Пламя распространяется в сторону выхода из помещения. Площадь пожара равняется 49.8 м<sup>2</sup>. Свободное время горения пожара согласно расчетам составило 7 минут 45 секунд.

Проведен расчет времени эвакуации сотрудников с 6 этажа при пожаре на объекте. Время первого потока людей составило 6 минут 52 секунды, а время объединенных второго и третьего потока людей составило 6 минут 35 секунд. Время по первому потоку людей больше, соответственно оно принимается за время эвакуации, которое потребуется сотрудникам ЦИТ,

чтобы покинуть здание. Таким образом, требующееся время эвакуации из здания ЦИТ согласно расчетам составило 6 минут 52 секунды.

Рассчитаны силы и средства подразделений пожарной охраны для ликвидации пожара. Чтобы добраться до объекта и произвести боевое развертывание подразделениям пожарной охраны с момента начала пожара потребуется 7 минут 45 секунд. Согласно рассчитанным данным требуемая численность личного состава для проведения действий по тушению пожара составила 28 человек. Исходя из этого для тушения пожара и защиты (охлаждения) смежных помещений потребуется 7 подразделений пожарной охраны. Для ликвидации пожара им потребуется 21 рукав пожарный. Так же потребуется установить на пожарный гидрант находящийся в 8 метрах от здания две автоцистерны пожарные, чтобы создать нужный напор насосами. Потребуется пожарная автолестница, чтобы подать пять рабочих рукавных линий на 5 этаж здания через окно коридора здания. Магистральные рукавные линии состоят из двух рукавов диаметром 77 мм. На первую магистральную линию потребуется одно трехходовое разветвление рукавное, чтобы проложить две рукавные линии до пятого этажа. Первая рукавная линия потребуется для тушения пожара в офисе №1, она состоит из 3 пожарных рукавов диаметром 51 мм с расходом воды 7 л/с, ствол «А». Вторая рукавная линия содержит 3 пожарных рукава диаметром 51 мм с расходом воды 3,5 л/с, ствол «Б», она потребуется для охлаждения стены офиса №3. На вторую магистральную линию потребуется одно трёхходовое разветвление рукавное. Первая рабочая рукавная линия состоит из 3 рукавов пожарных диаметром 51 мм с расходом воды 3.5 л/с, ствол «Б», она идет по пятому этажу к офису №2 для охлаждения стены. Вторая и третья рабочие рукавные линии состоят из 4 рукавов пожарных диаметром 51 мм с расходом воды 3.5 л/с, ствол «Б». Одна из них пойдёт по лестнице на 5 этаж, чтобы охлаждать пол офиса №1, а вторая на 4 этаж, для охлаждения потолка офиса №1. Таким образом, исходя из расчетов потребуется: 1 ствол А, 3 ствола Б, 4 рукава пожарных диаметром 77 мм, 17

рукавов пожарных диаметром 51 мм, напор на первой магистральной линии составил 84.4 м, напор на второй – 74.18 м, 7 подразделений пожарной охраны, численность личного состава 28 человек. В результате проведенного расчета и анализа тушения пожара, согласно расписания выездов, необходимы силы и средства по рангу вызова № 2.

Проведенные расчеты позволили определить количество сил и средств подразделений пожарной охраны для тушения пожара, что поможет ускорить ликвидацию пожара и сохранить жизнь сотрудникам офиса Центра инноваций и технологий в случае угрозы.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Sychevsky I. O. , Kuzmina A. A. , Rachis V. A. , Kobzeva N. A. Spelling games at efl extra-curricula classes // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: материалы V Международной научно-практической конференции, Междуреченск, 6-8 Апреля 2016. - Кемерово: КузГТУ , 2016 - С. 170-171
2. Sychevsky I. O. , Kuzmina A. A. , Kobzeva N. A. Game to build EFL vocabulary // Иностранные языки: лингвистика и межкультурная коммуникация: материалы 54-й Международной студенческой конференции, Новосибирск, 16-20 Апреля 2016. - Новосибирск: НГУ, 2016 - С. 102-103
3. Кузьмина А.А., Керова О.И., Чулков Н.А. Система безопасности воспитанников дошкольных образовательных учреждений // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых , Томск, 23-27 Мая 2016. – Томск: ТПУ, 2016 – С. 163-167
4. Кузьмина А. А. Исследование пожарной безопасности предприятия // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов VII Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых , Томск, 8-13 Октября 2018. - Томск: ТПУ, 2018 - С. 179

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары [Электронный ресурс] URL: <https://mylektsii.ru/13-29552.html> (дата обращения 30.02.2019)
2. Особенности оценки офисной недвижимости для целей купли-продажи [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22689317> (дата обращения 05.03.2019)
3. Оценка методик бухгалтерского учета и аудита финансовых результатов ОАО «Гипроруда» [Электронный ресурс] URL: <http://diplomba.ru/work/9495#4> (дата обращения 06.03.2019)
4. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)
5. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 "Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ"
6. Терещнев В.В. Расчет параметров развития и тушения пожаров (Методика. Примеры. Задания) – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2012. – 460с.
7. Иванников В. П., Ключ П. П. Справочник руководителя тушения пожара. — М.: Стройиздат, 1987. — 288 с.: ил.
8. Расчет эвакуации по ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Формулы для расчета времени эвакуации при пожаре [Электронный ресурс] URL: <http://fireevacuation.ru/gost-evacuation.php> (дата обращения 30.04.2019)
9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, И.Г.Видяев, Г.Н. Серикова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2014. – 73

10. Матузов Н.И., Малько А.В. Теория государства и права. М.: Юристъ, 2006. С. 465
11. "Основы законодательства Российской Федерации об охране труда" (утв. ВС РФ 06.08.1993 N 5600-1) (ред. от 18.07.1995)
12. Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*
13. ГОСТ Р 12.3.050-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Работы на высоте. Правила безопасности
14. Требования к шуму устанавливаются СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
15. ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
16. Романов В.И. Прикладные аспекты аварийных выбросов в атмосферу: Справочное пособие / М.: Изд-во Физматкн., 2006. – 490.
17. Большой толковый словарь русского языка: А-Я / РАН. Ин-т лингв. исслед.; Сост., гл. ред. канд. филол. наук С. А. Кузнецов. – СПб.: Норинт, 1998. – 1534 – ISBN 5-7711-0015-3.
18. Энциклопедия. Большая советская энциклопедия / Коллектив авторов – М: Изд-во Сов. Энци., 1926 – 8600 – ISBN 5-85270-324-9.
19. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека.
20. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
21. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
22. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

23. Жиганов К. В., Данилов П. В., Пронин А. В., Титова Е. С. Воздействие опасных факторов пожара на психику спасателя // Молодой ученый. – 2017. – №2. – С. 693-696. – [Электронный ресурс] URL <https://moluch.ru/archive/136/38153/> (дата обращения: 15.05.2019).

24. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в ЧС. Термины и определения.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

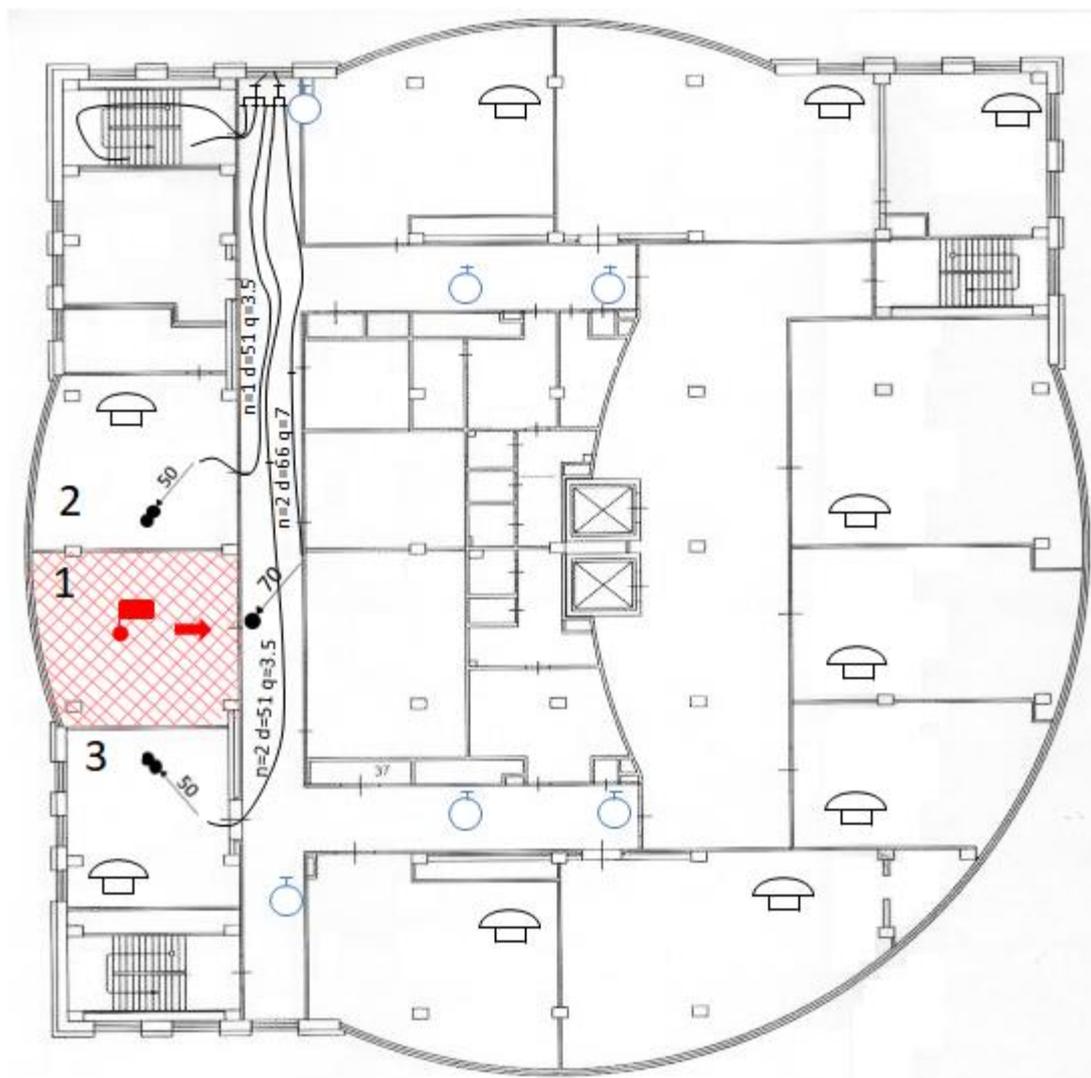


Рисунок А.1 – Схема подачи стволов на тушение пожара и защиту смежного помещения на 5 этаже

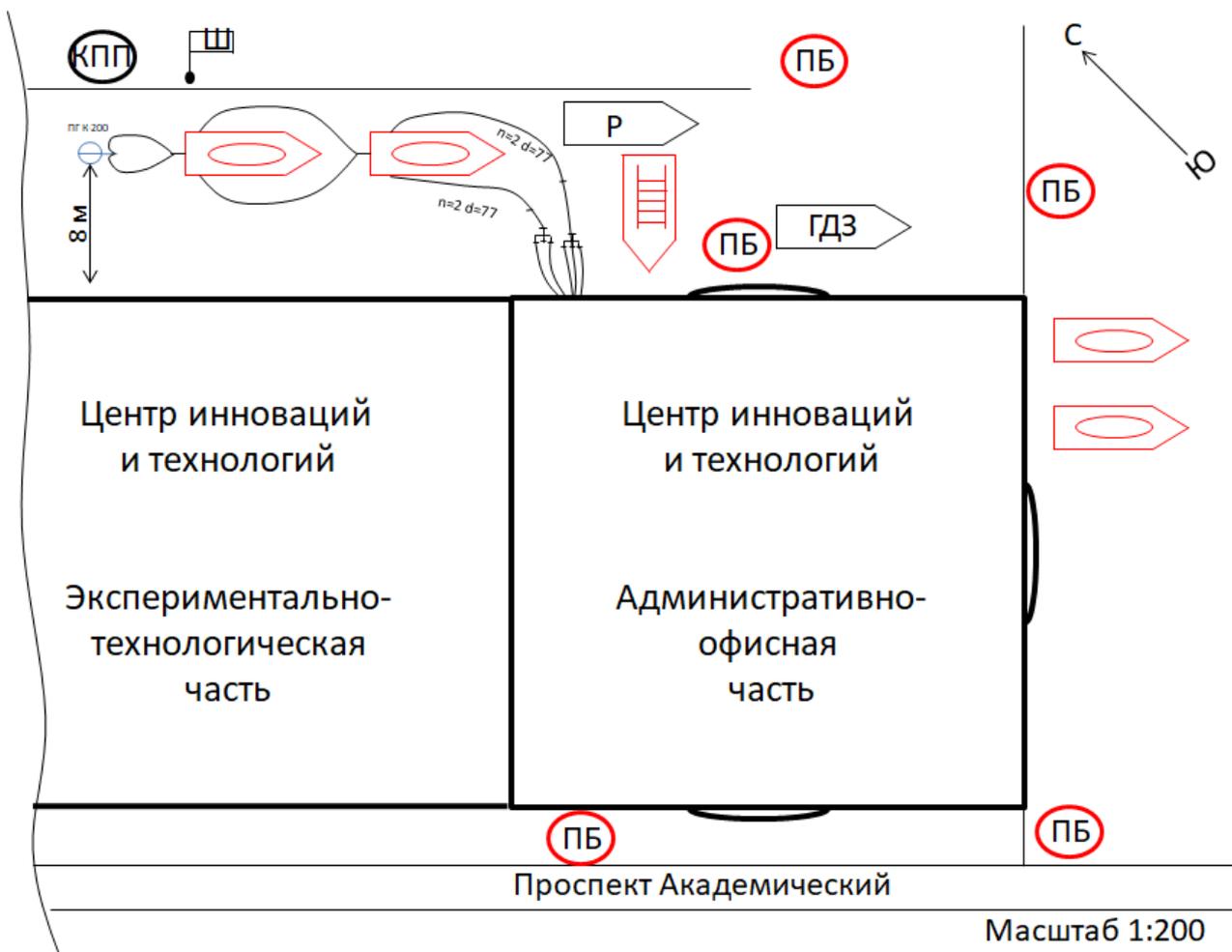


Рисунок Б.2 - Схема расстановки сил и средств подразделений пожарной охраны

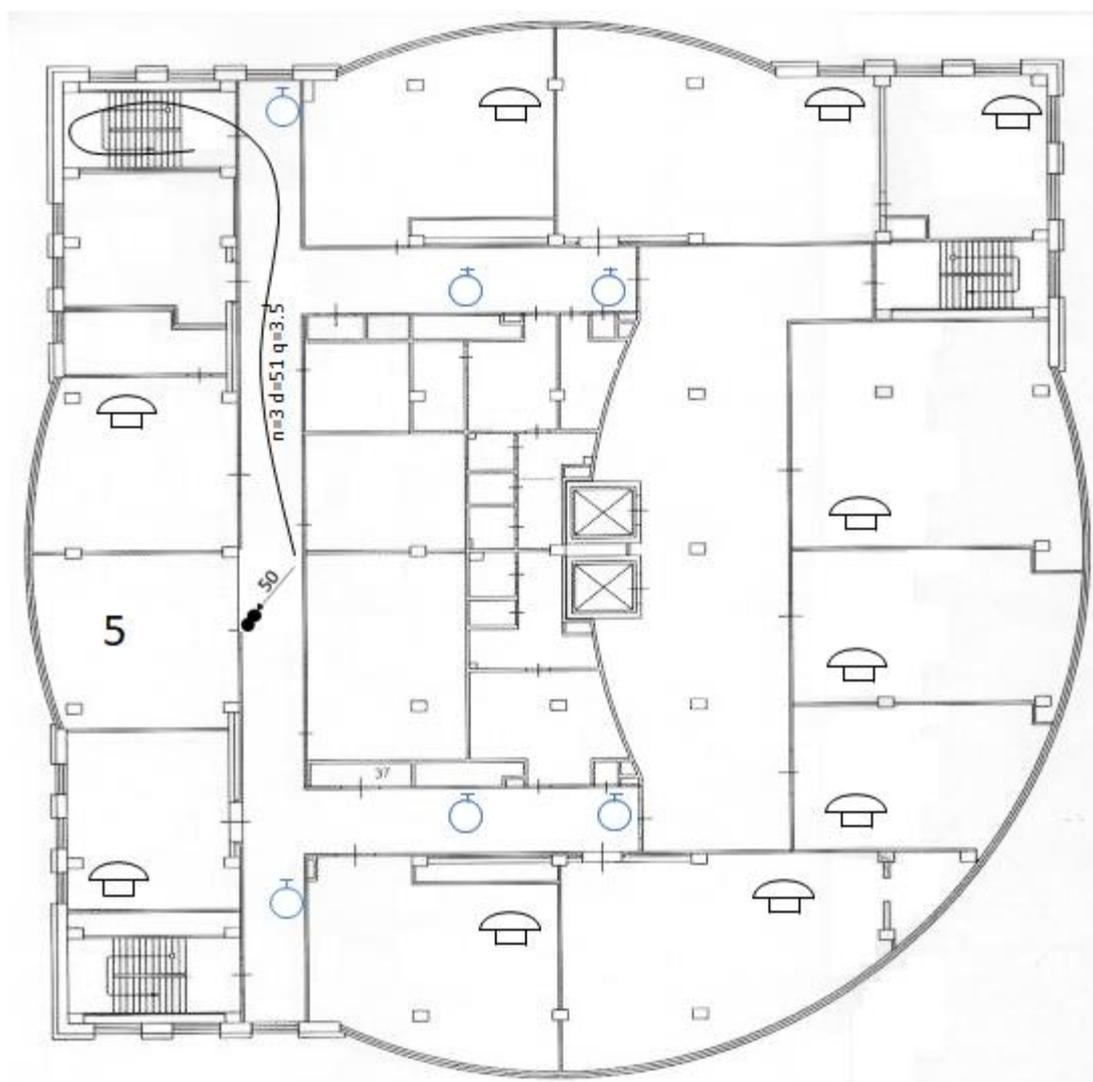


Рисунок В.3 – Схема подачи ствола на защиту смежного помещения на 4 этаже

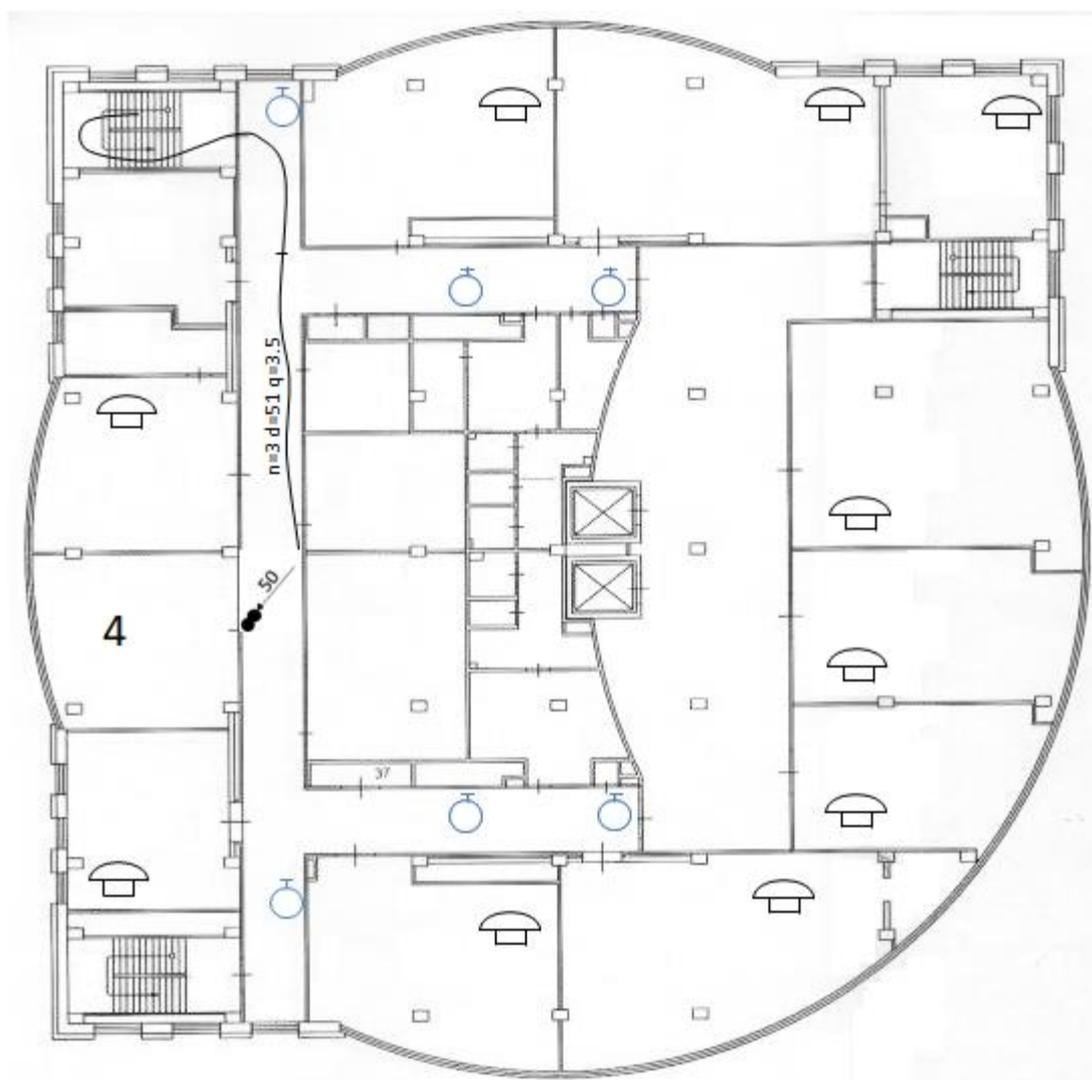


Рисунок Г.4 – Схема подачи ствола на защиту смежного помещения на 6 этаже

Приложение Д

Таблица Д.1 – Расписание выезда подразделений гарнизона пожарной охраны УПЧ г. Томска

Подразделение	№1	№2	№3	№4	Резерв
УПЧ	АЦ УПЧ - 1 отд. АЦ ПЧ-1 - 1 отд.	АЦ ПЧ-1 - 2 отд. АЦ УПЧ - 2 отд. АЦ ПЧ-5 - 2 отд. АЦ ОП ПЧ-5 - 1 отд. АЦ ОП - 1 отд. АР ОГПС-3 АШ СП ЦУС АГДЗС СЧ-16 АКП УПЧ	АЦ ПЧ-2 - 1 отд. АЦ ПЧ-2 - 2 отд. АЦ ПЧ-3 - 2 отд. АЦ ПЧ-10 - 2 отд. АЦ ОГПС-2 -1 отд. АЦ ОП - 2 отд. АЛ ПЧ-2	АЦ ПЧ-5 - 1 отд. АЦ ПЧ-10 -1 отд. АЦ ПЧ-3 - 1 отд. АЦ ПЧ-2 ГПС-8 - 2 отд. АЦ ОП - 3 отд. АЛ ПЧ-5	АЦ ПЧ-50 -1 отд. АЦ ПЧ-50 -2 отд. АЦ СЧ-16 АЦ ОП ПЧ-3 АЦ ПЧ-46 -1 отд. АЦ ПЧ-48 -1 отд. АЦ ШПЗ АШ СЧ-16 АЛ ПЧ-3 АЛ-50 ГПС-8 ПД ПЧ-3 ПНС ОП ПНС ОП ПЧ-3 АВ ПЧ-10 Пожарный поезд
Всего:	2	11	18	24	15
Итого по видам ПА	АЦ -2	АЦ-7 АГДЗС-1 АКП-1 АР-1, АШ-1	АЦ-13 АГДЗС-1 АКП-1 АЛ-1 АР-1, АШ-1	АЦ-18, АГДЗС-1, АЛ-2, АР-1, АКП-1, АШ-1	АЦ-7, АЛ-2, ПД-1, ПНС-2, АВ-1, АШ-1 Пожарный поезд

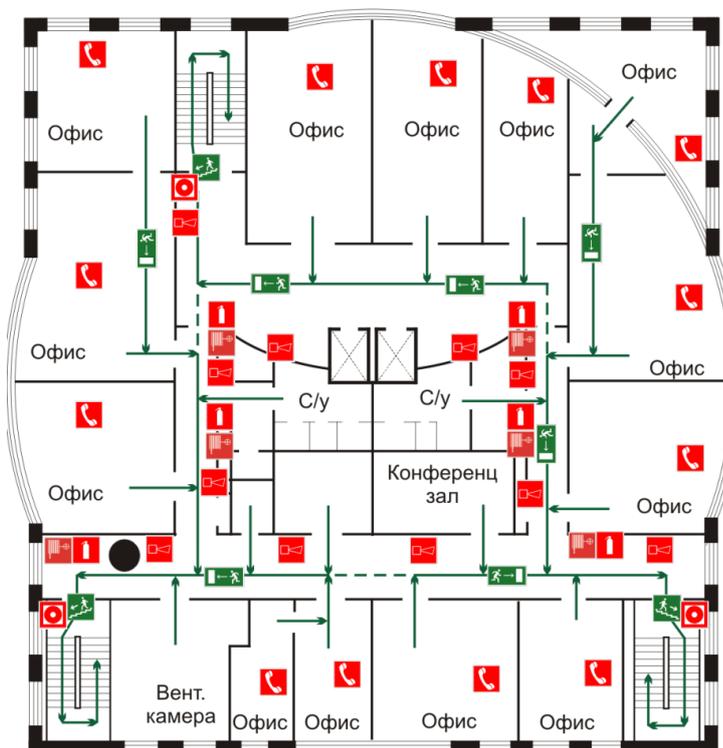


Рисунок Е.5 – План эвакуации 6 этаж

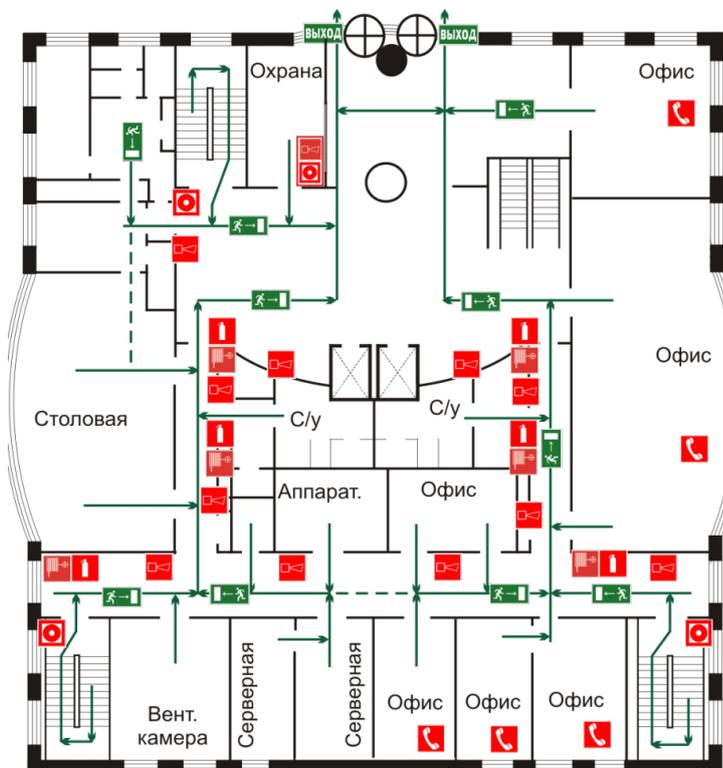


Рисунок Е.6 – План эвакуации 1 этаж

Таблица Ж.2 – Средняя площадь горизонтальной проекции человека

взрослого в домашней одежде	0.100
взрослого в зимней одежде	0.125
подростка	0.070

Таблица Ж.3 – Интенсивность и скорость движения людского потока на разных участках путей эвакуации в зависимости от плотности

Плотность потока $D$ , $m^2/m^2$	Горизонтальный путь		Дверной проем	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин
0.01	100	1.0	1.0	100	1.0	60	0.6
0.05	100	5.0	5.0	100	5.0	60	3.0
0.10	80	8.0	8.7	95	9.5	53	5.3
0.20	60	12.0	13.4	68	13.6	40	8.0
0.30	47	14.1	16.5	52	15.6	32	9.6
0.40	40	16.0	18.4	40	16.0	26	10.4
0.50	33	16.5	19.6	31	15.6	22	11.0
0.60	28	16.3	19.05	24,5	14.1	18,5	10.75
0.70	23	16.1	18.5	18	12.6	15	10.5
0.80	19	15.2	17.3	13	10.4	13	10.4
0.90 и более	15	13.5	8.5	8	7.2	11	9.9

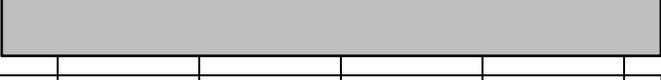
## Приложение 3

Таблица 3.4 – Временные показатели проведения научного исследования

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		$t_{ож}$ чел-дни		Рук.	Студ	Рук.	Студ
	Рук.	Студ	Рук.	Студ	Рук.	Студ				
Составление и утверждение темы проекта	1	-	6	-	3	-	3.0	-	4.5	-
Анализ актуальности темы	-	1	-	3	-	1.8	-	1.8	-	2.7
Поиск и изучение материала по теме	-	21	-	32	-	25.4	-	25.4	-	38.1
Выбор направления исследований	2	2	5	5	3.2	3.2	1.6	1.6	2.4	2.4
Изучение литературы по теме	-	23	-	31	-	26.2	-	26.2	-	39.3
Подбор нормативных документов	-	16	-	24	-	19.2	-	19.2	-	28.8
Расчет времени эвакуации	-	30	-	35	-	32.0	-	32.0	-	48.0
Изучение результатов	2	2	6	6	3.6	3.6	1.8	1.8	2.7	2.7
Анализ результатов	6	6	7	7	6.4	6.4	3.2	3.2	4.8	4,8
Вывод по цели	-	1	-	3	-	1.8	-	1.8	-	2.7

Приложение И

Таблица И.5 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ п/п	Вид работ	Исполнители	T <sub>кп</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ								
				Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель	4.5									
2	Анализ актуальности темы	Студент	2.7									
3	Поиск и изучение материала по теме	Студент	38.1									
4	Выбор направления исследований	Руководитель, студент	2.4		 							
5	Изучение литературы по теме	Студент	39.3									
6	Подбор нормативных документов	Студент	28.8									
7	Расчет времени эвакуации, сил и средств	Студент	48.0									
8	Изучение результатов	Руководитель, студент	2.7							 		
9	Анализ результатов	Руководитель, студент	4.8							 		
10	Вывод по цели	Студент	2.7									

 – научный руководитель     – студент