

**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 пожарной защиты на производственном объекте</b>

УДК 614.841.34:658.342

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Селина Анастасия Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А. И.	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	Селиной Анастасии Александровне

Тема работы:

Тактика пожарной защиты на производственном объекте	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.11.2018 г. №10128/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2019 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Объект исследования – деревообрабатывающий цех ПАО «Дальприбор»</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проанализировать действующую пожарную защиту объекта;</li> <li>– Определить наиболее неблагоприятный сценарий развития ЧС на данном объекте;</li> <li>– Разработать план проведения учений;</li> <li>– Обосновать безопасность и перспективность использования на данном объекте огнетушащих составов на основе жидкого стекла;</li> </ul>

наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	– Предложить мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС на объекте.
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Подопригора Игнат Валерьевич
<b>Социальная ответственность</b>	Романцов Игорь Иванович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Обзор литературы	
Объект и методы исследования	
Расчеты и аналитика	
Результаты проведенных расчетов	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	

<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
Профессор	Сечин А. И.	д.т.н.		04.02.2019 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Селина Анастасия Александровна		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)
20.02.2019 г.	Литературный обзор	20
14.03.2019 г.	Объект и методы исследования	10
3.04.2019 г.	Анализ огнетушащих составов, рекомендованных к использованию на объекте	15
22.04.2019 г.	Определение наихудшего сценария развития ЧС на объекте	15
15.05.2019	Разработка плана проведения учений, расчет сил и средств	10
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
Профессор	Сечин А.И.	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	Селиной Анастасии Александровне

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	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 – 36800 руб. оклад студента – 1906 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- премиальный коэффициент научного руководителя 30%; - коэффициент дополнительной заработной платы научного руководителя 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>	- провести анализ конкурентных технических решений.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	- определить структуры работ; - определить трудоемкости работ; - разработать диаграмму Ганта; - сформировать бюджет затрат на научное исследование.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- определить эффективность исследования.

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений;
2. График проведения и бюджет НИ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Селина Анастасия Александровна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 1Е51	ФИО Селина Анастасия Александровна
----------------	---------------------------------------

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

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Деревообрабатывающий цех ПАО «Дальприбор»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– рассмотреть специфику трудовой деятельности пожарных;</li> <li>– указать нормативные документы, рассматривающие виды компенсаций для пожарных при работе во вредных условиях труда;</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– перечислить вредные и опасные факторы, действующие на спасателя при ликвидации пожара;</li> <li>– предложить способы защиты от данных факторов;</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– рассмотреть влияние огнетушащего вещества на атмосферу, гидросферу и литосферу.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– указать наиболее типичную ЧС для цеха деревообработки;</li> <li>– рассмотреть наиболее вероятные причины пожара в деревообрабатывающем цехе;</li> <li>– предложить мероприятия по предупреждению возникновения пожара.</li> </ul>

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

### Задание выдал консультант:

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

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е51	Селина Анастасия Александровна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 103 с., 7 рис., 15 табл., 24 источника, 5 прил.

Ключевые слова: пожарная тактика; эвакуация; индивидуальный пожарный риск; деревообрабатывающий цех, пожар.

Объектом исследования является деревообрабатывающий цех ПАО «Дальприбор».

Цель работы – совершенствование тактики пожарной защиты на производственном объекте.

В процессе исследования проводились анализ действующей пожарной защиты объекта; определение наиболее неблагоприятного сценария развития ЧС; разработка плана проведения учений; обоснование безопасности и перспективности использования огнетушащих составов на основе жидкого стекла.

В результате исследования произведен расчет времени эвакуации людей из цеха, определена величина индивидуального пожарного риска, составлен план проведения учений в случае возникновения пожара в цехе деревообработки, предложены мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС на объекте.

Область применения: деревообрабатывающие предприятия.

Экономическая эффективность/значимость работы: сокращение материального ущерба и человеческих потерь при возникновении ЧС.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**огнетушащие вещества:** Вещества, обладающие физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

**опасные факторы пожара (ОФП):** Факторы, которые при пожаре могут привести к травмам, отравлениям и даже гибели людей, а также к повреждению имущества и материальному ущербу.

**пожар:** Неконтролируемый процесс горения, приносящий материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам государства и общества в целом.

**пожарная тактика:** Совокупность способов и приёмов тушения пожаров, применяемых с учётом возможностей подразделений пожарной охраны и конкретной обстановки на пожаре.

**руководитель тушения пожара (РТП):** Старшее оперативное должностное лицо пожарной охраны, которое управляет на принципах единоначалия личным составом пожарной охраны, участвующим в тушении пожара, а также привлеченными к тушению пожара силами.

**силы и средства пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований:** Органы управления и подразделения, личный состав, пожарная и специальная техника, средства связи, огнетушащие вещества, аварийно-спасательное оборудование и иные технические средства, находящиеся на вооружении подразделений пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований.

**эвакуация людей:** Вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В данной работе используются следующие обозначения и сокращения:

АБГ – автомобиль - база газодымозащитной службы;

АГДЗС – автомобиль газодымозащитной службы;

ГДЗС – газодымозащитная служба;

КПП – контрольно-пропускной пункт;

ПКС – пожарная компрессорная станция;

ПЧ – пожарная часть;

СИЗОД – средства индивидуальной защиты органов дыхания;

СПЧ ФПС – специальная пожарная часть федеральной противопожарной службы;

ЦППС – центральный пункт пожарной связи.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	13
1 Обзор литературы	15
1. 1 Пожарная защита на производственном объекте	15
2 Объект и методы исследования	18
2. 1 Характеристика объекта защиты ПАО «Дальприбор»	18
2. 1. 1 Расположение предприятия	19
2. 1. 2 Климатические особенности	19
2. 1. 3 Возможные ЧС на предприятии	20
2. 2 Характеристика деревообрабатывающего цеха ПАО «Дальприбор»	22
2.2.1 Оперативно-тактическая характеристика цеха	22
2.2.2 Технология деревообрабатывающего производства	24
2.2.3 Используемое в производстве оборудование	25
2. 3 Анализ факторов пожара в деревообрабатывающем цехе	25
2.3.1 Пожарная нагрузка цеха	26
2.3.2 Источники зажигания	27
2.3.3 Пути распространения пожара	27
2.3.4 Причины возникновения пожаров в цехе	28
2.3.5 Опасные факторы пожара в цехе	28
3 Расчеты и аналитика	30
3. 1 Анализ огнетушащих составов, рекомендованных к использованию на объекте	30
3. 2 Анализ действующей противопожарной защиты цеха деревообработки	32
3. 3 Определение наихудшего сценария развития ЧС на объекте	32
3. 3. 1 Определение расчетного времени эвакуации для сценария №1	33
3. 3. 2 Определение расчетного времени эвакуации для сценария №2	39
3. 3. 3 Определение расчетного времени эвакуации для сценария №3	44
3. 4 Определение времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара	48
3. 5 Расчет индивидуального пожарного риска	51
3. 6 План проведения учений. Расчет необходимых сил и средств	52
3. 6. 1 План проведения учений	52
3. 6. 2 Исполнители и порядок их действий при возникновении пожара	54

3. 6. 3 Расчет сил и средств на тушение пожара в деревообрабатывающем цехе	57
3. 6. 4 Организация работ по спасению людей	60
3. 6. 5 Порядок оказания первой помощи пострадавшим	61
4 Результаты проведенных расчетов	63
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	64
5. 1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	64
5. 1. 1 Потенциальные потребители результатов исследования	64
5. 1. 2 Анализ конкурентных технических решений	64
5. 2 Планирование научно-исследовательских работ	67
5. 2. 1 Структура работ в рамках научного исследования	67
5. 2. 2 Определение трудоемкости выполнения работ	68
5. 2. 3 Разработка графика проведения научного исследования	69
5. 2. 4 Бюджет научно-технического исследования	72
6 Социальная ответственность	79
6. 1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	79
6. 2 Производственная безопасность	81
6. 3 Экологическая безопасность	87
6. 4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
Заключение	90
Список публикаций студента	91
Список использованных источников	93
Приложения	96
Приложение А	96
Приложение Б	97
Приложение В	98
Приложение Г	99
Приложение Д	103

## ВВЕДЕНИЕ

Пожары на производственных объектах представляют собой более опасное происшествие по сравнению с пожарами на других объектах. Причиной этому служат сопутствующие проявления опасных факторов пожара, а именно:

1) осколки и части разрушенных зданий и сооружений, транспортных средств, технологического оборудования, изделий, установок и т.д.;

2) опасные токсичные и радиоактивные вещества, которые попали в окружающую среду из разрушившихся установок, оборудования, изделий и др.;

3) вынос высокого напряжения на технологические установки, оборудование и изделия или их части, обладающих свойством электропроводности;

4) влияние опасных факторов взрыва, который возник по причине пожара;

5) влияние веществ, используемых для тушения пожара [1].

Поэтому каждый производственный объект должен быть готов в случае возникновения пожара на его территории принять соответствующие меры по его предотвращению, а также провести весь необходимый комплекс мероприятий, направленный на противопожарную защиту объекта.

Актуальность данной работы заключается в том, что пожары на производственных объектах наносят колоссальный экономический, экологический, материальный ущерб и последствия этих пожаров могут быть причиной не только локальных ЧС, но и выходить за их пределы, приобретая более крупные масштабы бедствия и представляя угрозу для жизни населения, расположенного за пределами производственного объекта. Таких примеров история насчитывает немало. Поэтому обеспечение пожарной защиты производственного объекта является немаловажной и значимой проблемой.

Объектом исследования является деревообрабатывающий цех ПАО «Дальприбор».

Предметом исследования служит организация пожарной защиты в деревообрабатывающем цехе производственного объекта.

Целью работы является совершенствование тактики пожарной защиты на производственном объекте.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать действующую пожарную защиту объекта.
2. Определить наиболее неблагоприятный сценарий развития ЧС на данном объекте.
3. Разработать план проведения учений.
4. Обосновать безопасность и перспективность использования на данном объекте огнетушащих составов на основе жидкого стекла.
5. Предложить мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС на объекте.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Пожарная защита на производственном объекте

Согласно статистическим данным, каждый год в России происходит около 3 тысяч пожаров на производственных объектах – это составляет 2,11% от общего числа пожаров, зарегистрированных в стране. При этом за 2017 год наблюдается увеличение количества пожаров по сравнению с предыдущим на 3,8%, однако число погибших сократилось более чем в половину, а число травмированных уменьшилось на 15%. Основными причинами пожаров стали: неосторожное обращение с огнем, несоблюдение персоналом правил пожарной безопасности, нарушение технологического процесса производства, неисправности производственного оборудования, а также нарушение правил эксплуатации электроустановок, на долю которых приходится более половины случаев возникновения пожара в производственных зданиях [2].

Для производственных объектов существуют общие требования безопасности, регламентируемые нормативно-правовыми актами РФ.

Согласно Федеральному закону от 22.07.2008 N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" индивидуальный пожарный риск производственных объектов не должен превышать значения  $10^{-6}$ . При этом допускается увеличивать данную величину до  $10^{-4}$ , если специфика функционирования технологических процессов на предприятии не позволяет обеспечить вышеприведенную величину.

Все технологическое оборудование, его месторасположение, средства контроля, управления и защиты, а также связанные с ним технологические процессы подбираются так, чтобы в совокупности не превышать величину допустимого риска.

При наличии взрыво-, пожароопасных, а также взрывопожароопасных технологических сред в оборудовании на предприятии должны быть разработаны меры по обеспечению пожарной безопасности.

Оценка пожарного риска на объекте включает в себя:

1. Анализ пожарной опасности, в котором рассматриваются параметры технологических процессов и среды с точки зрения пожарной опасности, формирование списка аварийных ситуаций и параметров для каждого имеющегося на предприятии технологического процесса, установка возможных причин, которые могут вызвать пожароопасную ситуацию, а также моделирование наиболее опасных сценариев возникновения и развития пожаров.

2. Нахождение частоты возникновения пожароопасных аварийных ситуаций.

3. Построение области воздействия опасных факторов пожара для каждого смоделированного сценария его развития.

4. Оценка последствий от пожара для каждого сценария, которая предполагает определение числа людей, оказавшихся в зоне поражения опасными факторами пожара или взрыва.

5. Численное определение пожарного риска.

На любом деревообрабатывающем производстве, которое связано с обработкой древесного материала, необходимо строгое соблюдение правил пожарной безопасности, так как материал, используемый в цехе, может быстро воспламениться, а пожар способен нанести предприятию огромный ущерб.

Снижение пожарных рисков – прямая обязанность любого руководителя, имеющего в своем производстве деревообрабатывающий цех. Организация пожарной защиты должна быть начата еще на стадии строительства и проектирования, чтобы учесть все необходимые требования пожарной безопасности.

Руководитель также должен следить за исполнением организационных мер по пожарной безопасности: обучением и подготовкой руководящего состава и персонала, проведение инструктажей, учений и тренировок, ведением специальной документации.

Также необходимо обеспечить цех техническими средствами пожарной безопасности: охранно-пожарной сигнализацией, системой оповещения о

пожаре, системами пожаротушения, вентиляции и дымоудаления, пожарными водоемами, гидрантами, огнетушителями и другими средствами, и организовать проверку их соответствия требованиям нормативно-технической документации[3].

## **2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В качестве объекта исследования был выбран деревообрабатывающий цех одного из важнейших предприятий военно-промышленного комплекса Дальнего Востока Публичное акционерное общество «Дальприбор».

### **2.1 Характеристика объекта защиты ПАО «Дальприбор»**

ПАО «Дальприбор» основано в 1967 г. в качестве оборонно-промышленного предприятия в Приморском крае.

После распада СССР в 1991 году объект стал единственным в России приборостроительным предприятием, занимающимся выпуском авиационных сбрасываемых средств поиска и обнаружения подводных лодок.

Помимо этого, объект специализируется на разработке, выпуске, наладке, обслуживании, техническом сопровождении и утилизации гидроакустических систем, средств мониторинга Мирового океана, а также оборудования, используемого при разведке и добыче углеводородов, контрольно-проверочного, стендового, испытательного оборудования. Кроме того, предприятие занимается производством полиграфической продукции и продукции для благоустройства городских территорий.

ПАО «Дальприбор» обладает технологическим оборудованием, позволяющим проводить обработку и сварку металлов, получать детали из пластмасс и резин, изготавливать электронные модули, наносить гальванические, лакокрасочные и полимерные покрытия, проводить испытания изделий в широком диапазоне воздействий: в области низких и высоких температур, давлений, морской качки, солевого тумана, влагозащищенности, вибраций, ударов и т.д. Налажен полный цикл по организации выпуска продукции от проектирования и тестирования до постановки на серийное производство[4].

## 2. 1. 1 Расположение предприятия

Предприятие расположено на промышленной площадке в Советском районе г. Владивостока по адресу ул. Бородинская, 46/50 (рисунок 1).

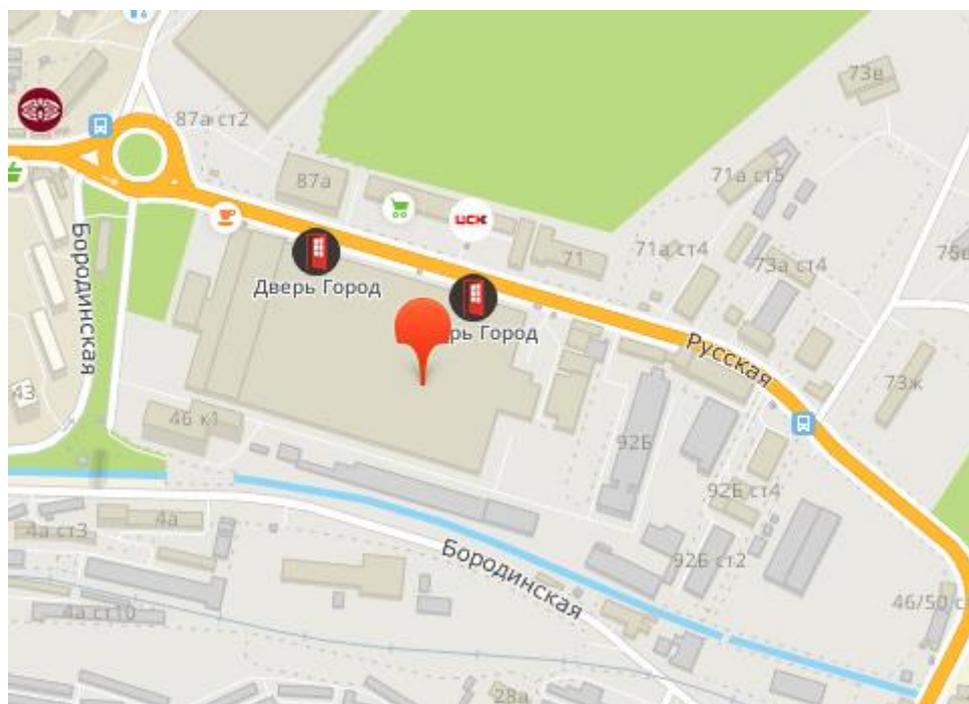


Рисунок 1 – Расположение предприятия ПАО «Дальприбор»

Территория «Дальприбора» с запада ограничена зоной отдыха «Сквер Русской Славы», с северной и восточной стороны – проезжей частью ул. Русская, с юга – р. Вторая Речка. На расстоянии 90 м от завода расположен АО «Изумруд», в 500 м расположен ПАО «Варяг». В радиусе 50 м от объекта ведут свою деятельность 7 строительных торговых центров, имеющих в непосредственной близости собственные хозяйственные корпуса и склады, а также размещена гостиница. На расстоянии 100 метров и более от предприятия расположена жилая застройка г. Владивостока.

## 2. 1. 2 Климатические особенности

Климат муссонный, средние температуры летом и зимой составляют +19,8 °С до – 12,3°С соответственно.

Среднегодовое количество осадков составляет 724 мм.

Зимой, как правило, наблюдается дефицит осадков. Летом погода неустойчива, замечена частая повторяемость сильных дождей, проносящихся над городом в виде тайфунов, циклонов и фронтальных разделов. Весна и осень характеризуется чередованием волн тепла и холода.

Средняя скорость ветра составляет 6,2 м/с. Влажность воздуха составляет 71%.

### 2. 1. 3 Возможные ЧС на предприятии

В мирное время на предприятии могут возникнуть ЧС как природного, так и техногенного характера.

К ЧС природного характера относятся:

- Наводнение. Тайфуны, сильные продолжительные дожди, а также выход р. Вторая Речка из берегов способны вызвать наводнение и затопить защитные и другие сооружения. Мерами защиты в данной ЧС являются оповещение персонала о ЧС, прекращение работ, отключение электроэнергии, прочистка проходов, люков и стоков, установка дамб из мешков с песком, установка железных щитов для защиты от попадания воды в здания и сооружения.

- Смерч. Особенности климатической зоны, в которой расположено предприятие, является то, что для нее характерно проявление смерча. Данное явление опасно тем, что способно поднимать предметы на большую высоту и переносить их на большие скорости, разрушать здания, коммуникации, обрывать линии электропередач, а также вызывать пожары. Защитой от данного явления является оповещение персонала, укрытие в защитном сооружении.

- Землетрясение. Владивосток находится в сейсмоактивной зоне, поэтому существует вероятность возникновения данной ЧС. Возможны обрушения зданий и сооружений, отключение коммуникаций. Защита осуществляется с помощью оповещения персонала, его эвакуации из зданий на открытое пространство, а также отключение всех коммуникаций.

- Снежный занос. Способен ограничивать видимость, обрывать линии электропередач, разрушать крыши зданий, и переносить тяжелые предметы, вызывая этим непосредственную угрозу персоналу объекта. Защитой в данной ситуации является оповещение персонала, а также укрытие персонала в зданиях.

- Цунами. Один из отделов завода находится на побережье Амурского залива, поэтому в данном районе возможна угроза цунами. В мирное время угроза несущественна, волна может быть высотой примерно до 1 метра, однако в военное время высота волны может достигать сотни метров. Защитой в данной ЧС является закрепление катеров, закрытие всех окон, дверей и укрытие персонала в здании.

К ЧС техногенного характера на предприятии относятся:

- Пожары. На территории объекта в связи с тем, что имеются пожаровзрывоопасные цехи и склады, на которых хранятся горючие материалы, существует вероятность возникновения пожара. Также пожары переходят по крышам соседних зданий. Защита: оповещение, проверки, установка средств пожаротушения.

- Взрывы. На территории объекта используются легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, а также расположены компрессионные насосы, относящиеся к опасным производственным объектам, которые способны вызвать взрыв.

- Обрушение зданий. Большинство зданий построено в 1967 году и практически достигли физического износ, поэтому нуждаются в капитальном ремонте. Защитой от ЧС является своевременный ремонт, наблюдение и контроль за сооружениями.

- Угроза радиоактивного заражения. В связи с близостью к Японии, которая обладает радиационно-опасными объектами, существует угроза радиоактивного заражения. Защитой являются применение средств индивидуальной защиты и укрытие в защитном сооружении.

В военное время на предприятии могут возникнуть ЧС, связанные с применением противником боевых отравляющих веществ, либо обычных средств поражения.

При применении противником боевых отравляющих веществ защитой являются применение средств индивидуальной защиты и укрытие в защитном сооружении.

При использовании противником обычных средств поражения, к которым относятся стрелковые, артиллерийские, инженерные, морские и авиационные средства поражения или боеприпасы, которые используют энергию удара и взрыва взрывчатых веществ и их смесей, защитой будет являться укрытие в защитном сооружении[5].

## **2. 2 Характеристика деревообрабатывающего цеха ПАО «Дальприбор»**

Деревообрабатывающий цех «Дальприбора» обеспечивает создание изделий для обустройства муниципальных образований (скамейки, ящики, остановочные павильоны и т.д.).

### **2.2.1 Оперативно-тактическая характеристика цеха**

Цех расположен в трехэтажном здании второй степени огнестойкости. Размер здания в плане  $144 \times 18 \times 9$  м,  $S = 2592$  м<sup>2</sup>. Конструктивная схема решена в виде каркаса из железобетонных колонн образующих систему поперечных рам, на которую крепятся навесные панели стен здания. Панели крепятся к каркасу здания стальными анкерами. Внутренние стены и перегородки выполнены из кирпича по ленточному фундаменту. Колонны железобетонные. Стропила и фермы покрытия здания цеха выполнены из металла, на них уложены ребристые железобетонные плиты шириной 3 м., длиной 12 м. По верху плит устроена цементная стяжка и уложен утеплитель (мин. вата). Кровля устроена из рубероида на битумной основе, в крыше устроены аэрофоны[6].

Остекление ленточное, выполненное в виде сплошной горизонтальной полосы, вдоль всего здания, полы бетонные. Помещение, отведенное под деревообрабатывающий цех, имеет размер в плане  $24 \times 18 \times 6$  м, площадь составляет  $S = 432 \text{ м}^2$ . План участка приведен на рисунке 2.

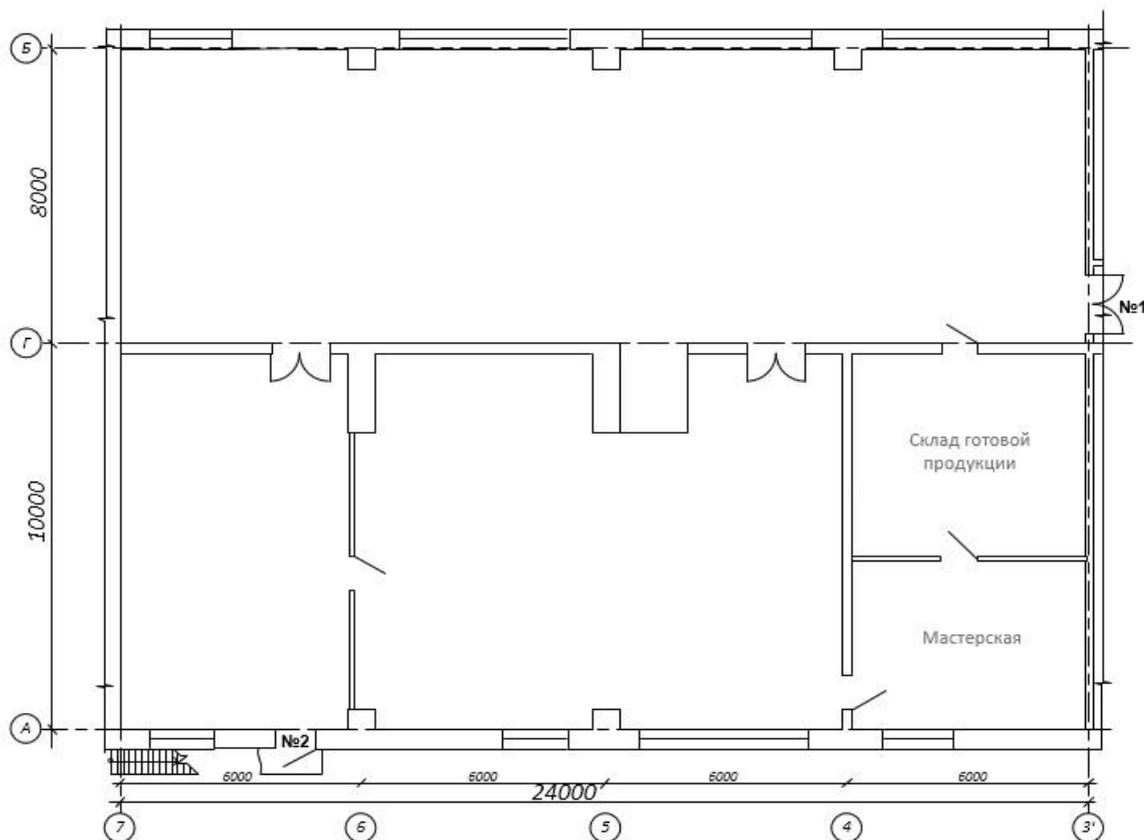


Рисунок 2 – План-схема деревообрабатывающего цеха

План с имеющимся оборудованием в цехе деревообработки представлен на рисунке А.1 (приложение).

Полный контроль над электроснабжением на всей территории завода производится с центрального распределительного пункта, находящегося в помещении главного корпуса. На пункте несет круглосуточное дежурство электрик.

Вентиляция в цехе естественная.

Освещение присутствует естественное и искусственное (электрическое 220/380 В).

Отопление центральное водяное.

Сигнализация представлена дымовыми извещателями ИП-212-45, тепловыми извещателями ИП-101-1А-А1, установленными на участке деревообработки. В цехе установлены светозвуковые оповещатели «Маяк-12КП».

Противопожарное водоснабжение представлено внутренним и наружным водоснабжением.

Внутреннее противопожарное водоснабжение в зданиях ОАО «Дальприбор» представлено в виде пожарных кранов, оборудованных и укомплектованных пожарными рукавами и стволами с соединительной головкой типа «Богдан» диаметром 51 мм и стволами РС-50.

Наружное водоснабжение представлено 7 ПГ К-200, находящимися на территории завода. Помимо этого для целей пожаротушения можно использовать градирню, в которой может находиться около 50 м<sup>3</sup> воды, зимой перемерзает[7].

### 2.2.2 Технология деревообрабатывающего производства

Общая технология деревообрабатывающего производства, включает в себя несколько этапов:

1. Создание заготовок путем их распиливания, торцевания, строгания.

2. Профилирование на фрезерных станках и шлифовка полученных заготовок. Материал обрабатывают с помощью станков таким образом, чтобы придать необходимую форму изделию.

3. Этап сборки заготовок в законченную конструкцию с последующей разборкой для отделки деталей.

4. Отделка изделия или ее заготовок – исследование деталей на предмет гладкости поверхностей, нанесение защитных покрытий, пропитка древесины, удаление смолы и т.д.

### 2.2.3 Используемое в производстве оборудование

В производстве используются следующие станки:

1. Фрезерные станки. Их предназначение состоит в фрезеровании деталей. В цехе установлены следующие типы станков: консольно-фрезерный, фрезерный с шипорезной кареткой, широкоуниверсальный. Применяются в условиях единичного и серийного производства.

2. Вертикально-сверлильные станки, представленные двумя моделями. Предназначены для сверления сквозных и глухих отверстий в изделии, нарезки резьбы, вырезки дисков из листового материала, зенкерования.

3. Торце-шлифовальный станок. Предназначен для первичной и глубокой переработки древесины. С помощью данного станка детали придается необходимая геометрическая форма, осуществляется деление заготовки на несколько частей заданной длины, а также распиловка заготовки по участкам, имеющим дефекты в дереве. На станке возможна шлифовка и полировка деталей, удаления заусенцев, фасок.

4. Круглопильный станок. Предназначен для распиловки изделий в продольном и поперечном направлении.

5. Фуговальные станки, представленные двумя моделями. Предназначены для продольного строгания древесных заготовок.

6. Рейсмусовые станки используются для плоского строгания досок, брусьев или щитов. В цехе расположены два станка данного вида.

7. Токарный станок по дереву. Предназначен для изготовления небольших деталей из древесины[8].

## **2.3 Анализ факторов пожара в деревообрабатывающем цехе**

Пожароопасность цеха является следствием использования в помещении значительного количества горючего материала, подвергающегося механической обработке в производственном процессе.

### 2.3.1 Пожарная нагрузка цеха

В деревообрабатывающем цехе горючим материалом является древесина. При горении данного материала выделяется большое количество тепла, которое нагревает последующие слои древесины, высушивая его, и, тем самым, способствует быстрому распространению пламени.

В процессе деревообработки образуется большое количество отходов – опилки, стружка, пыль, которые при смешении с воздухом образуют взрывоопасную смесь. По мере измельчения сырья увеличивается его пожароопасность. Это связано с тем, что для загорания мелких частиц потребуется источник зажигания малой мощности – пламя от спички, окурки сигарет, искры (фрикционные, от электро- или газосварки). Также известны случаи самовоспламенения древесного материала в результате жизнедеятельности микроорганизмов, гниения сырья и т.п.

Загроможденность цеха сухими лесоматериалами, стружкой, опилками, древесной пылью и другими отходами, которые скапливаются и осаждаются на установках или конструкциях помещения, создают условия для быстрого развития пожара. В условиях деревообрабатывающего цеха, пожар, возникший у какого-либо станка, способен за короткое время охватить весь объем помещения.

Помимо наличия древесных отходов, пожарную опасность цеха представляют также легковоспламеняющиеся растворители, лаки, эмали и различные виды клея для склеивания деталей изделий, а также масла, используемые для смазки оборудования.

В качестве растворителей и разбавителей на производстве используют такие легковоспламеняющиеся жидкости, как: толуол, бензин, керосин, уайт-спирит, ацетон, бутанол.

При нанесении защитных покрытий на поверхность деревянного изделия и в процессе сушки происходит выделение паров растворителей

как в оборудовании, окрасочных, сушильных камерах, так и в помещении цеха. При смешении этих паров с воздухом образуются горючие смеси.

При обслуживании станков для смазки деталей используются моторные и индустриальные масла, температура вспышки которых составляет от 135<sup>0</sup>С до 210<sup>0</sup>С. Масла, попадая на деревянные элементы, создаёт легкогорючую массу, обладающей способностью самовозгораться.

### 2.3.2 Источники зажигания

Деревообрабатывающий цех имеет следующие источники зажигания:

- Источники открытого огня (способы варки клея с использованием огня, проведение сварочных или ремонтных работ);
- Теплота, возникающая вследствие трения вращающихся механизмов установок при отсутствии или недостаточной их смазке, а также при распилке сырья циркулярной пилой или шлифовке;
- Теплота, возникающая при возникновении электрического тока в результате нарушения изоляции кабелей электрооборудования, находящегося в цехе, а также при перегрузке данного оборудования;
- Самовозгорание отходов древесины с впитавшимся в них маслом или лакокрасочных смесей;
- Образованные при механообработке древесины искры при наличии в ней включений из металла (гвозди, осколки, обломков металла и т.п.), либо при ударах металлических элементов друг о друга;
- Разряды статического электричества, молнии.

### 2.3.3 Пути распространения пожара

В помещении, где расположен деревообрабатывающий цех, путями распространения огня служат обрабатываемые заготовки и изделия из древесины, а также конструкции здания и различного оборудования, выполненные из горючих материалов: двери, окна, разлившиеся или находящиеся на оборудовании лаки, краски, растворители,

вентиляционные системы, содержащие пары легковоспламеняющихся веществ, конвейерные линии, технологические проемы.

#### 2.3.4 Причины возникновения пожаров в цехе

К наиболее распространенным причинам возникновения пожара в цехе относятся:

- механические повреждения изоляции;
- неисправность электрооборудования, осветительных приборов и используемого в производстве инструмента;
- перегрузка электросетей, используемого оборудования;
- короткое замыкание;
- перегрев вращающихся элементов оборудования вследствие трения при их недостаточной смазке;
- появление искр в результате обработки древесины, в которой имеются случайно попавшие гвозди или кусочки металла;
- отсутствие контроля за оборудованием, находящимся под напряжением.
- использование открытого огня при ведении сварочных или ремонтных работ, а также курение.

#### 2.3.5 Опасные факторы пожара в цехе

При возникновении возгорания горючих материалов в деревообрабатывающем цехе образуется открытый огонь, представляющий большую опасность для человека. Воздействуя на тело, пламя вызывает ожоги различной степени. Более опасным фактором пожара является тепловое излучение огня. Интенсивность теплового излучения при горении оборудования бывает настолько велика, что без специальных средств защиты человек не сможет подойти к ним ближе чем на десять метров.

При вдыхании горячего воздуха велика вероятность поражения дыхательных путей, удушья и гибели персонала цеха. Вдыхание воздуха,

нагретого до 60°C приводит к летальному исходу. Влияние температуры свыше 100°C приводит к потере сознания и гибели уже через несколько минут.

Наиболее частой причиной гибели людей на пожаре является пониженная концентрация кислорода воздуха и отравление токсичными продуктами горения. Снижение концентрации кислорода до 14% приводит к нарушению мозговой деятельности и координации движений.

Также к опасным факторам пожара относится задымленная среда, которая затрудняет эвакуацию и препятствует быстрому покиданию людьми деревообрабатывающего цеха, а в некоторых случаях делает эвакуацию невозможной из-за полного отсутствия видимости. Чтобы эвакуация прошла наиболее быстро, эвакуационные пути должны быть оснащены указателями и четко просматриваться. Во время эвакуации при потере видимости возможно нарушение организованного движения персонала – оно становится хаотичным, приводит к замедлению движения. Ситуацию также усугубляет паника людей. В таком состоянии люди оказываются не способными верно оценивать обстановку, теряют ориентацию в пространстве.

Помимо вышесказанного, непосредственной угрозой жизни работающих также являются взрывы различной техники[9].

### 3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

#### 3.1 Анализ огнетушащих составов, рекомендованных к использованию на объекте

Проведено сравнение наиболее используемых в цехах деревообработки огнетушащих веществ, используемых для тушения пожаров. К таким веществам относятся вода, порошки, используемые в огнетушителях. Также был предложен к рассмотрению водный раствор жидкого стекла. Результаты сравнения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ огнетушащих веществ для цеха деревообработки

Показатели	Вода	Порошок П-АГС	Водный раствор жидкого стекла (10%)
Стоимость за 10 кг, руб.	0,41	290	2,71
Принцип прекращения горения	охлаждение	химическое торможение реакции горения	охлаждение, изоляция
Тушение пожаров, класс	А, В, С(для охлаждения оборудования)	А, В,С,Е	А, В, С
Негативное влияние на человека	не оказывает	может вызывать раздражение кожи и дыхательных путей	не оказывает
Воздействие на окружающую среду	не оказывает	не оказывает	не оказывает
Преимущества	–Охлаждение поверхности; –Низкая стоимость; –Отсутствие негативного влияния на человека и экологию	–Широкий диапазон рабочих температур; –Высокая огнетушащая способность; –Возможность тушения пожаров различных классов	–Прекращение тления; –Смачивающая способность выше, чем у воды; – Образование негорючей пленки на поверхности материала; –Возможность восстановить часть потушенной продукции[12]

Продолжение таблицы 1

Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> <li>–Возможно повторное возгорание;</li> <li>–Тление;</li> <li>–Большой расход[10]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>–Стоимость,</li> <li>– Отсутствие охлаждающего эффекта;</li> <li>- Значительное загрязнение поверхности конструкций и материалов при тушении;</li> <li>- Снижение видимости;</li> <li>- Склонность к слеживанию</li> <li>- Не используется при тушении материалов, склонных к самовозгоранию или тлению внутри слоя, изделий из древесины при высоких значениях пожарной нагрузки[11]</li> </ul>	–Стоимость (по сравнению с водой)
------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------

Анализируя данную таблицу, можно сделать вывод о том, что наиболее перспективным огнегасительным веществом для тушения пожаров в деревообрабатывающем цехе является водный раствор жидкого стекла.

По сравнению с тушением обычной водой, водный раствор жидкого стекла имеет меньший расход, и, следовательно, при одинаковой скорости подачи огнетушащего вещества, устранить пожар получится быстрее.

Одним из преимуществ данного состава является его стоимость. По сравнению порошком, состав дешевле более чем в 100 раз.

Главным преимуществом состава является то, что он быстро и эффективно способен справиться с пожаром, обладает устойчивостью к повторному возгоранию, а также предотвращает возникновение тления посредством проникновения вещества внутрь горящего объекта, чего нельзя сказать о других рассмотренных веществах. Использование состава позволит уменьшить материальный ущерб предприятия, т.к. позволит сохранить сырье и изготавливаемую предприятием продукцию. Поэтому данный состав можно рекомендовать к использованию в цехе деревообработки.

### **3. 2 Анализ действующей противопожарной защиты цеха деревообработки**

В деревообрабатывающем цехе проводятся мероприятия, направленные на обеспечение противопожарной защиты помещения. К таким мероприятиям относятся:

- Проведение обучения и проверки знаний работников цеха;
- Проведение инструктажей по пожарной безопасности с персоналом;
- Обеспечение цеха первичными средствами пожаротушения;
- Проведение эвакуационных тренировок с работниками цеха и тренировок с использованием первичных средств пожаротушения;
- Проводится работа по обеспечению цеха планом эвакуации, знаками пожарной безопасности, а также контроль за их наличием на местах.

Было выявлено, что зачастую работники цеха загромождают пути эвакуации рабочими материалами, что затрудняет использование эвакуационного выхода.

Кроме того, в помещении цеха отсутствуют инструкции и плакаты о соблюдении мер пожарной безопасности и порядке вызова пожарной помощи при возникновении пожара[13].

### **3. 3 Определение наихудшего сценария развития ЧС на объекте**

Для определения наихудшего сценария развития пожара проводился расчет индивидуального пожарного риска в деревообрабатывающем цехе.

Определение пожарного риска в цехе деревообработки проводилось по методике, указанной в Приказе МЧС России от 30 июня 2009 г. N 382[14] и Приказе МЧС России от 02.12.2015 N 632[15].

Рассмотрим три наиболее вероятных сценария развития пожара на участке деревообработки. Для определения расчетного времени эвакуации использовалась упрощенная аналитическая модель движения людского потока.

Определим расчетное время эвакуации  $t_p$  по формуле 1:

$$t_p = \sum_1^i t_i, \quad (1)$$

где  $t_i$  – время движения потока по  $i$ -ому участку пути, мин.

Время движения потока по  $i$ -ому участку пути рассчитывается по формуле 2:

$$t_i = \frac{l_i}{V_i}, \quad (2)$$

где  $l_i$  – длина  $i$ -ого участка пути, м;

–  $V_i$  скорость движения потока по  $i$ -ому участку пути,  $\frac{м}{мин}$ .

Скорость движения потока по первому участку определяется исходя их плотности движения потока по данному участку пути  $D_i[\frac{м^2}{м^2}]$ . Определяется по формуле 3:

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

Где  $N_i$  – количество людей на данном участке пути, чел.;

$f$  – площадь горизонтальной проекции человека,  $м^2$  (для деревообрабатывающего цеха принимаем  $f = 0,1$ , что соответствует проекции взрослых людей в летней одежде);

$\delta_i$  – ширина  $i$ -ого участка пути, м.

Скорость на других участках пути рассчитывается исходя из интенсивности движения потока. Интенсивность  $q_i[\frac{м}{мин}]$ , рассчитывается по формуле 4:

$$q_i = \frac{\delta_{i-1} \times q_{i-1}}{\delta_i}, \quad (4)$$

Рассмотрим неблагоприятные сценарии развития пожара в цехе.

### 3. 3. 1 Определение расчетного времени эвакуации для сценария №1

Произошло возгорание на участке №1 деревообрабатывающего цеха. Выход №2 оказался заблокирован огнем. Эвакуация осуществляется через выход №1 (рисунок 3).

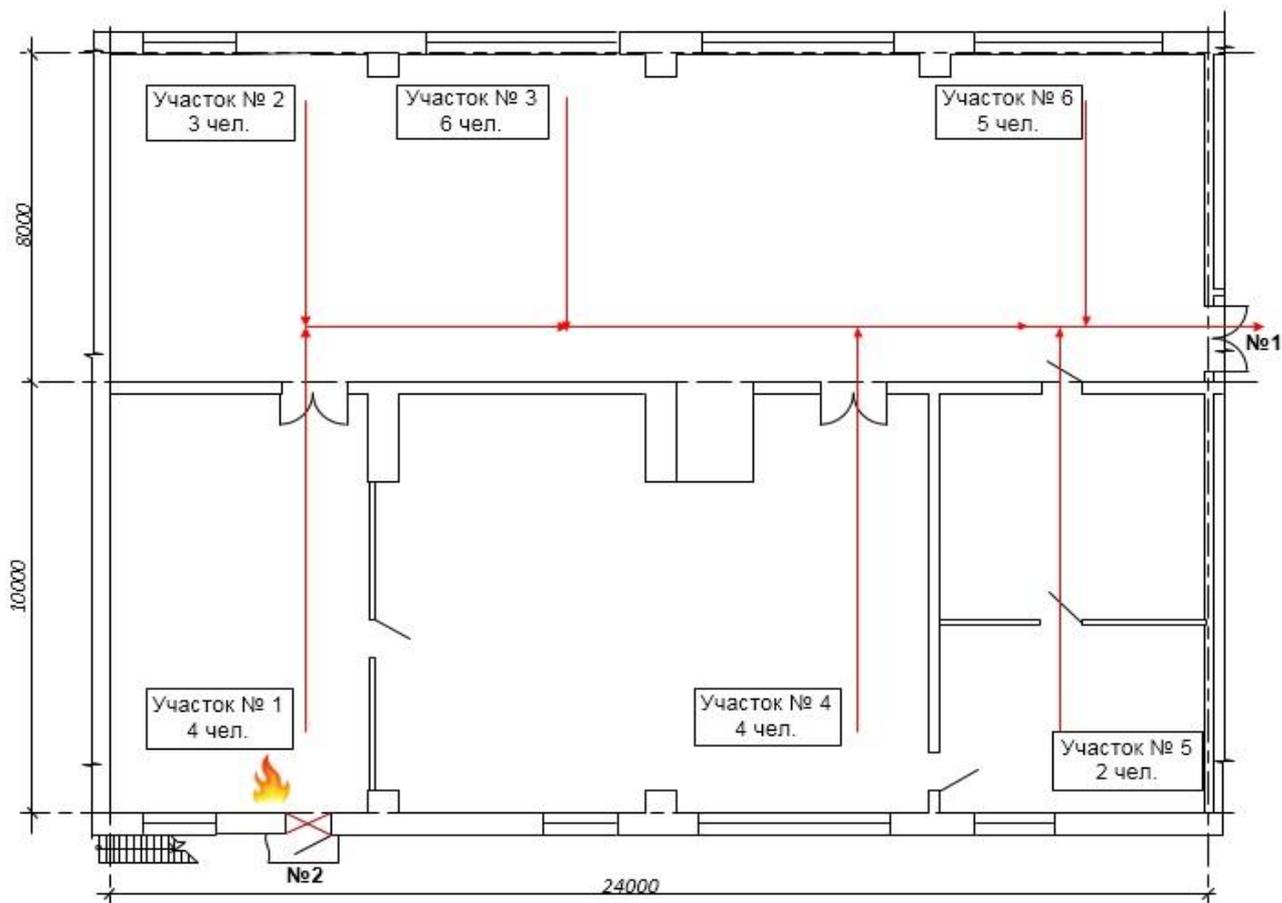


Рисунок 3 – Пути эвакуации людей для первого сценария

Определяем время движения потока людей с участка №1:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1}$$

Плотность потока:

$$D_1 = \frac{4 \times 0,1}{1 \times 8} = 0,05 \frac{м^2}{м^2}$$

По таблице Б.1 (приложение) определяем скорость движения потока.

$V_1 = 100 \frac{м}{мин}$ . Данной скорости соответствует интенсивность движения потока

$q_1 = 5 \frac{м}{мин}$ . Тогда:

$$t_1 = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №2:

$$t_2 = \frac{l_2}{V_2}$$

$$D_2 = \frac{3 \times 0,1}{1 \times 5} = 0,06$$

По таблице Б.1 (приложение)  $V_2 = 96 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,  $q_2 = 5,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,

$$t_2 = \frac{5}{96} = 0,052 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1 и №2:

$$q_{12} = \frac{\delta_1 \times q_1 + \delta_2 \times q_2}{\delta_{12}}$$

$$q_{12} = \frac{1 \times 5 + 1 \times 5,6}{1} = 11,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}} < q_{\text{max}} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \text{ для горизонтальных}$$

путей

Тогда

$$t_{12} = \frac{l_{12}}{V_{12}}$$

$$V_{12} = 62 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \text{ отсюда:}$$

$$t_{12} = \frac{6}{62} = 0,097 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №4:

$$t_4 = \frac{l_4}{V_4}$$

$$D_4 = \frac{4 \times 0,1}{1 \times 9} = 0,04$$

$$V_4 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_4 = 4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \text{ отсюда:}$$

$$t_4 = \frac{9}{100} = 0,09 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №3:

$$t_3 = \frac{l_3}{V_3}$$

$$D_3 = \frac{6 \times 0,1}{1 \times 5} = 0,12$$

$$V_3 = 76 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_4 = 8,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \text{ отсюда:}$$

$$t_3 = \frac{5}{76} = 0,066 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №5:

$$t_5 = \frac{l_5}{V_5}$$

$$D_5 = \frac{2 \times 0,1}{1 \times 10} = 0,02$$

$V_5 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,  $q_5 = 2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ , тогда:

$$t_5 = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №6:

$$t_6 = \frac{l_6}{V_6}$$

$$D_6 = \frac{5 \times 0,1}{1 \times 5} = 0,1$$

$V_6 = 80 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,  $q_6 = 8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ , тогда:

$$t_6 = \frac{5}{80} = 0,063 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1, 2 и №3:

$$q_{123} = \frac{\delta_1 \times q_{12} + \delta_2 \times q_3}{\delta_{123}}$$

$$q_{12} = \frac{1 \times 11,6 + 1 \times 8,8}{1} = 20,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}} > q_{max} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$t'_{123} = \frac{l_{123}}{V_{123}}$$

$V_{123} = 15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ , при  $D_{max} = 0,9$

$$t'_{123} = \frac{6}{15} = 0,4 \text{ мин}$$

Рассчитываем время задержки потока из-за скопления людей  $t_3$  формуле 5:

$$t_3 = N \times f\left(\frac{1}{\delta_{i+1} \times q_D} - \frac{1}{\delta_i \times q_i}\right) \quad (5)$$

$$t_3 = 13 \times 0,1 \times \left(\frac{1}{1 \times 13,5} - \frac{1}{1 \times 20,4}\right) = 0,034 \text{ мин}$$

Рассчитываем время скопления людей  $t_3$  формуле 6:

$$t_{ск(123)} = \frac{N \times f}{\delta_{123} \times q_D} \quad (6)$$

$$t_{ск(123)} = \frac{13 \times 0,1}{1 \times 13,5} = 0,096 \text{ мин}$$

Тогда

$$t_{123} = t'_{123} + t_3 = 0,4 + 0,034 = 0,434 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1, 2,3 и №4:

$$q_{1234} = \frac{\delta_{123} \times q_{123} + \delta_4 \times q_4}{\delta_{1234}}$$

$$q_{1234} = \frac{1 \times 20,4 + 1 \times 4}{1} = 24,4 > q_{max} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$t'_{1234} = \frac{l_{1234}}{V_{1234}}$$

$$V_{1234} = 15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \text{ при } D_{max} = 0,9$$

$$t'_{1234} = \frac{5}{15} = 0,333 \text{ мин}$$

Рассчитываем время задержки потока из-за скопления людей:

$$t_3 = 13 \times 0,1 \times \left( \frac{1}{1 \times 13,5} - \frac{1}{1 \times 24,4} \right) = 0,056 \text{ мин.}$$

Рассчитываем время скопления людей:

$$t_{ск(1234)} = \frac{N \times f}{\delta_{1234} \times q_D}$$

$$t_{ск(1234)} = \frac{17 \times 0,1}{1 \times 13,5} = 0,126 \text{ мин}$$

Тогда

$$t_{1234} = t'_{1234} + t_3 = 0,333 + 0,056 = 0,389 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1,2,3,4 и №5:

$$q_{12345} = \frac{\delta_{1234} \times q_{1234} + \delta_5 \times q_5}{\delta_{12345}}$$

$$q_{12345} = \frac{1 \times 24,4 + 1 \times 2}{1} = 26,4 > q_{max} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$t'_{12345} = \frac{l_{12345}}{V_{12345}}$$

$$t'_{12345} = \frac{1}{15} = 0,067 \text{ мин}$$

Рассчитываем время задержки потока:

$$t_3 = 22 \times 0,1 \times \left( \frac{1}{1 \times 13,5} - \frac{1}{1 \times 26,4} \right) = 0,080 \text{ мин}$$

Рассчитываем время скопления людей

$$t_{ск(12345)} = \frac{N \times f}{\delta_{12345} \times q_D}$$
$$t_{ск(12345)} = \frac{22 \times 0,1}{1 \times 13,5} = 0,163 \text{ мин}$$

Тогда

$$t_{12345} = t'_{12345} + t_3 = 0,067 + 0,080 = 0,147 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1, 2,3,4,5 и №6:

$$q_{123456} = \frac{\delta_{12345} \times q_{12345} + \delta_6 \times q_6}{\delta_{123456}}$$
$$q_{123456} = \frac{1 \times 26,4 + 1 \times 8}{1} = 34,4 > q_{max} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$t'_{123456} = \frac{l_{123456}}{V_{123456}}$$

$$t'_{123456} = \frac{3}{15} = 0,2 \text{ мин}$$

Рассчитываем время задержки потока:

$$t_3 = 24 \times 0,1 \times \left( \frac{1}{1 \times 13,5} - \frac{1}{1 \times 34,4} \right) = 0,108 \text{ мин}$$

Рассчитываем время скопления людей:

$$t_{ск(123456)} = \frac{N \times f}{\delta_{123456} \times q_D}$$
$$t_{ск(123456)} = \frac{24 \times 0,1}{1 \times 13,5} = 0,178 \text{ мин}$$

Тогда

$$t_{123456} = t'_{123456} + t_3 = 0,2 + 0,108 = 0,308 \text{ мин}$$

Тогда расчетное время эвакуации для сценария №1:

$$t_{p1} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_{12} + t_{123} + t_{1234} + t_{12345} + t_{123456}$$
$$t_{p1} = 0,08 + 0,052 + 0,066 + 0,09 + 0,1 + 0,063 + 0,097 + 0,434 + 0,389$$
$$+ 0,147 + 0,308 = 1,518 \text{ мин}$$

Время скопления:

$$t_{ск} = t_{ск(123)} + t_{ск(1234)} + t_{ск(12345)} + t_{ск(123456)}$$

$$t_{ск} = 0,096 + 0,126 + 0,163 + 0,178 = 0,563 \text{ мин}$$

### 3. 3. 2 Определение расчетного времени эвакуации для сценария №2

Произошло загорание пожарной нагрузки на участке №2. Выход №2 закрыт. Дверь в участок склада заблокирована готовой продукцией (рисунок 4).

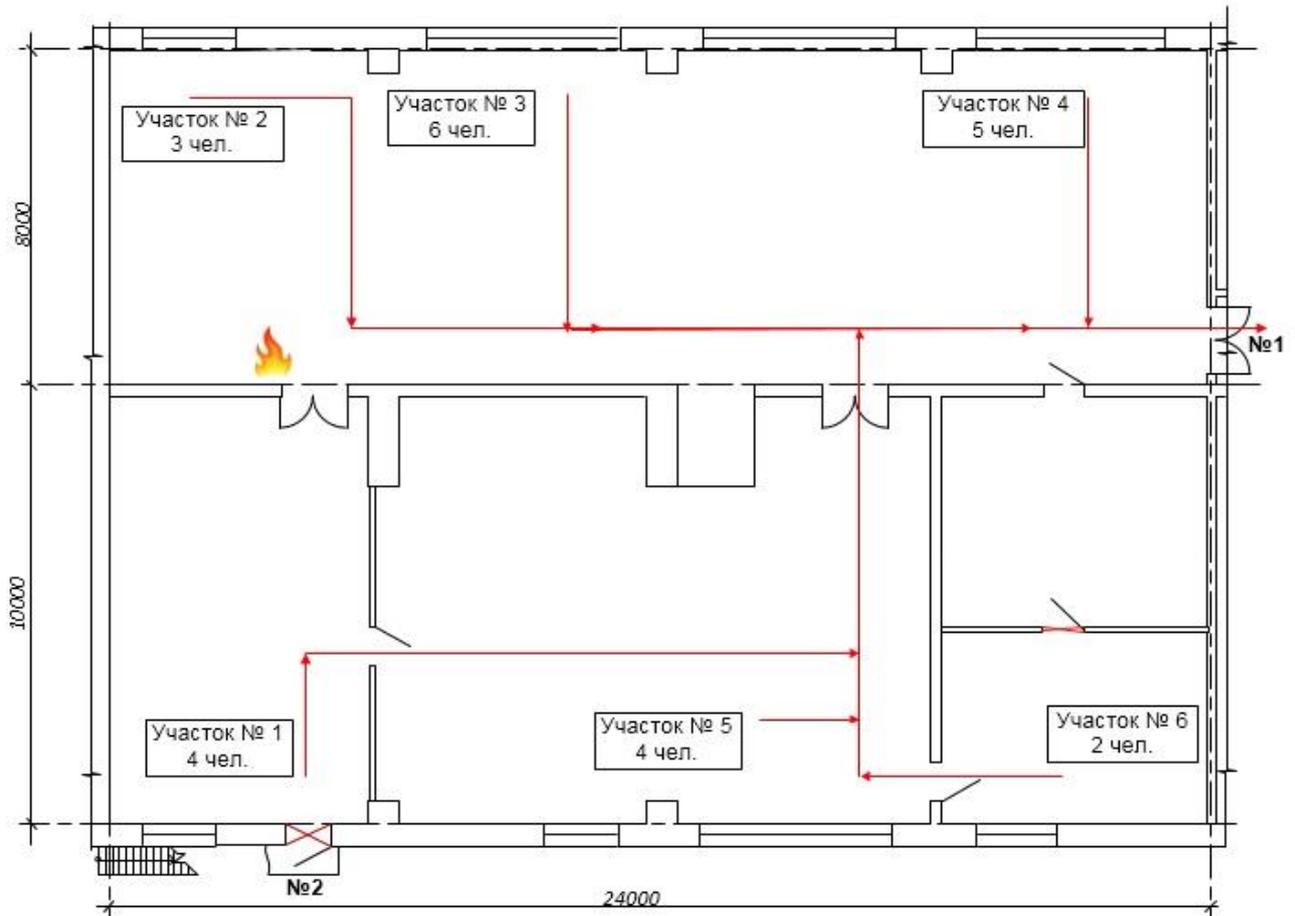


Рисунок 4 – Пути эвакуации людей для второго сценария

Определяем время движения потока людей с участка №1:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1}$$

Плотность потока:

$$D_1 = \frac{4 \times 0,1}{15 \times 6} = 0,004$$

По таблице Б.1 (приложение) определяем скорость движения потока.

$V_1 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ . Данной скорости соответствует интенсивность движения потока

$q_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ . Тогда:

$$t_1 = \frac{15}{100} = 0,15 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №2:

$$t_2 = \frac{l_2}{V_2}$$

$$D_2 = \frac{3 \times 0,1}{1 \times 13} = 0,02$$

По таблице Б.1 (приложение)  $V_2 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,  $q_2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,

$$t_2 = \frac{13}{100} = 0,13 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №3:

$$t_3 = \frac{l_3}{V_3}$$

$$D_3 = \frac{6 \times 0,1}{1 \times 5} = 0,12$$

$V_3 = 76 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,  $q_3 = 8,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,

$$t_3 = \frac{5}{76} = 0,066 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №4:

$$t_4 = \frac{l_4}{V_4}$$

$$D_4 = \frac{5 \times 0,1}{1 \times 5} = 0,1$$

$V_4 = 80 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,  $q_4 = 8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ ,

$$t_4 = \frac{5}{80} = 0,063 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №5:

$$t_5 = \frac{l_5}{V_5}$$

$$D_5 = \frac{4 \times 0,1}{1 \times 1} = 0,5$$

$$V_5 = 40 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_5 = 16 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$t_5 = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №6:

$$t_6 = \frac{l_6}{V_6}$$

$$D_6 = \frac{2 \times 0,1}{1 \times 5} = 0,02$$

$$V_6 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_6 = 4 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$t_6 = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №2 и №3:

$$q_{23} = \frac{\delta_2 \times q_2 + \delta_3 \times q_3}{\delta_{23}}$$

$$q_{12} = \frac{1 \times 2 + 1 \times 8,8}{1} = 10,8 < q_{max} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \text{ для горизонтальных путей}$$

Тогда

$$t_{23} = \frac{l_{23}}{V_{23}}$$

$$V_{23} = 66 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \text{ отсюда:}$$

$$t_{23} = \frac{7}{66} = 0,106 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №5 и №6:

$$q_{56} = \frac{\delta_5 \times q_5 + \delta_6 \times q_6}{\delta_{56}}$$

$$q_{56} = \frac{1 \times 16 + 1 \times 4}{1} = 20 > q_{max} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$t'_{56} = \frac{l_{56}}{V_{56}}$$

$$V_{56} = 15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \text{ при } D_{max} = 0,9$$

$$t'_{56} = \frac{2}{15} = 0,133 \text{ мин}$$

Рассчитываем время задержки потока из-за скопления людей:

$$t_3 = 6 \times 0,1 \times \left( \frac{1}{1 \times 13,5} - \frac{1}{1 \times 20} \right) = 0,015 \text{ мин}$$

Рассчитываем время скопления людей:

$$t_{ск(56)} = \frac{N \times f}{\delta_{56} \times q_D}$$

$$t_{ск(56)} = \frac{6 \times 0,1}{1 \times 13,5} = 0,044 \text{ мин}$$

Тогда

$$t_{56} = t'_{56} + t_3 = 0,133 + 0,015 = 0,148 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №5,6 и №1:

$$q_{156} = \frac{\delta_1 \times q_1 + \delta_{56} \times q_{56}}{\delta_{156}}$$

$$q_{156} = \frac{1 \times 20 + 1 \times 1}{1} = 21 > q_{max} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$t'_{156} = \frac{l_{156}}{V_{156}}$$

$$V_{156} = 15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \text{ при } D_{max} = 0,9$$

$$t'_{156} = \frac{17}{15} = 0,047 \text{ мин}$$

Рассчитываем время задержки потока из-за скопления людей:

$$t_3 = 10 \times 0,1 \times \left( \frac{1}{1 \times 13,5} - \frac{1}{1 \times 21} \right) = 0,026 \text{ мин}$$

Рассчитываем время скопления людей:

$$t_{ск(156)} = \frac{N \times f}{\delta_{156} \times q_D}$$

$$t_{ск(156)} = \frac{10 \times 0,1}{1 \times 13,5} = 0,074 \text{ мин}$$

$$t_{156} = t'_{156} + t_3 = 0,047 + 0,026 = 0,073 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1,5,6 и №2,3:

$$q_{12356} = \frac{\delta_{156} \times q_{156} + \delta_{23} \times q_{23}}{\delta_{12345}}$$

$$q_{12356} = \frac{1 \times 21 + 1 \times 10,8}{1} = 31,8 > q_{max} = 16,5 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

$$t'_{12356} = \frac{l_{12356}}{V_{12356}}$$

$$t'_{12356} = \frac{5}{15} = 0,133 \text{ мин}$$

$$t_3 = 19 \times 0,1 \times \left( \frac{1}{1 \times 13,5} - \frac{1}{1 \times 31,8} \right) = 0,081 \text{ мин}$$

$$t_{ск(12356)} = \frac{N \times f}{\delta_{12356} \times q_D}$$

$$t_{ск(12356)} = \frac{19 \times 0,1}{1 \times 13,5} = 0,141 \text{ мин}$$

Тогда

$$t_{12356} = t'_{12356} + t_3 = 0,133 + 0,081 = 0,214 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1,2,3,5,6 и №4:

$$q_{123456} = \frac{\delta_{12356} \times q_{12356} + \delta_4 \times q_4}{\delta_{123456}}$$

$$q_{123456} = \frac{1 \times 31,8 + 1 \times 8}{1} = 39,8 > q_{max} = 16,5 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

$$t'_{123456} = \frac{l_{123456}}{V_{123456}}$$

$$t'_{123456} = \frac{3}{15} = 0,2 \text{ мин}$$

$$t_3 = 24 \times 0,1 \times \left( \frac{1}{1 \times 13,5} - \frac{1}{1 \times 39,8} \right) = 0,117 \text{ мин}$$

$$t_{ск(123456)} = \frac{N \times f}{\delta_{123456} \times q_D}$$

$$t_{ск(123456)} = \frac{24 \times 0,1}{1 \times 13,5} = 0,178$$

Тогда

$$t_{123456} = t'_{123456} + t_3 = 0,2 + 0,117 = 0,317 \text{ мин}$$

Тогда расчетное время эвакуации для сценария №2:

$$t_{p2} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_{23} + t_{56} + t_{156} + t_{12356} + t_{123456}$$

$$t_{p2} = 0,15 + 0,13 + 0,066 + 0,063 + 0,025 + 0,053 + 0,106 + 0,148 + 0,073$$

$$+ 0,214 + 0,317 = 1,342 \text{ мин}$$

$$t_{ск} = t_{ск(56)} + t_{ск(156)} + t_{ск(12356)} + t_{ск(123456)}$$

$$t_{ск} = 0,044 + 0,074 + 0,141 + 0,178 = 0,437 \text{ мин}$$

### 3.3.3 Определение расчетного времени эвакуации для сценария №3

Произошло возгорание на складе готовой продукции. Выход №1 оказался заблокирован (рисунок 5).

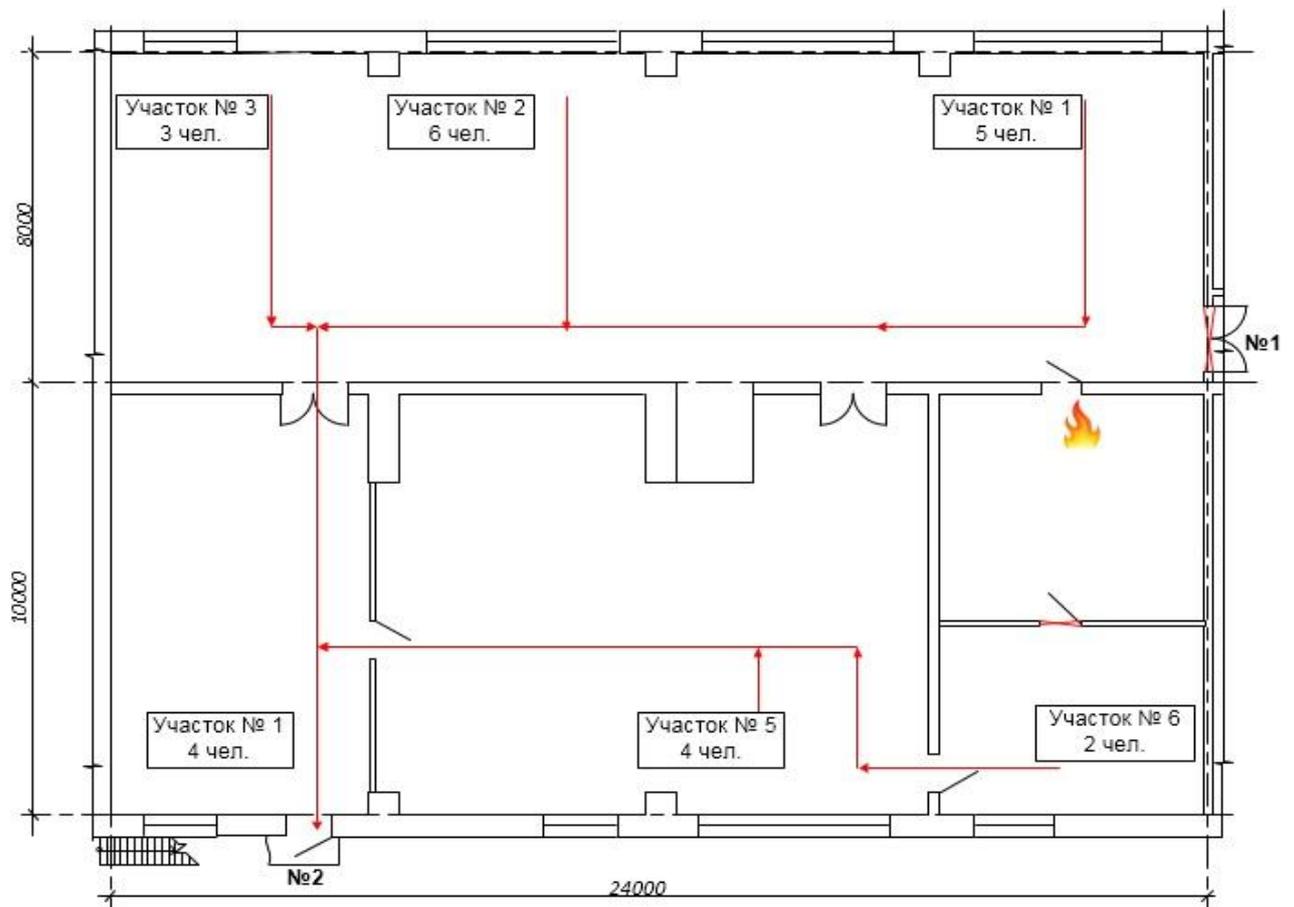


Рисунок 5 – Пути эвакуации людей для третьего сценария

Определяем время движения потока людей с участка №1:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1}$$

$$D_1 = \frac{5 \times 0,1}{17 \times 1} = 0,029$$

$$V_1 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$t_1 = \frac{17}{100} = 0,17 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №2:

$$t_2 = \frac{l_2}{V_2}$$

$$D_2 = \frac{6 \times 0,1}{1 \times 5} = 0,12$$

$$V_3 = 76 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_3 = 8,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$t_2 = \frac{5}{76} = 0,066 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №3:

$$t_3 = \frac{l_3}{V_3}$$

$$D_3 = \frac{3 \times 0,1}{1 \times 6} = 0,05$$

$$V_3 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_3 = 5 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$t_3 = \frac{6}{100} = 0,06 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №4:

$$t_4 = \frac{l_4}{V_4}$$

$$D_4 = \frac{4 \times 0,1}{1 \times 2} = 0,2$$

$$V_4 = 60 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_4 = 12 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$t_4 = \frac{2}{60} = 0,033 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №5:

$$t_5 = \frac{l_5}{V_5}$$

$$D_5 = \frac{4 \times 0,1}{2 \times 6} = 0,03$$

$$V_5 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_5 = 3 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$t_5 = \frac{2}{100} = 0,02 \text{ мин}$$

Определяем время движения потока людей с участка №6:

$$t_6 = \frac{l_6}{V_6}$$

$$D_6 = \frac{2 \times 0,1}{1 \times 9} = 0,02$$

$$V_6 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, q_6 = 2 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$t_6 = \frac{9}{100} = 0,09 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1 и №2:

$$q_{12} = \frac{\delta_1 \times q_1 + \delta_2 \times q_2}{\delta_{23}}$$

$$q_{12} = \frac{1 \times 2 + 1 \times 8,8}{1} = 10,8 < q_{\text{max}} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$t_{12} = \frac{l_{12}}{V_{12}}$$

$$V_{12} = 66 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \text{ отсюда:}$$

$$t_{12} = \frac{5}{66} = 0,076 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1,2 и №3:

$$q_{123} = \frac{\delta_{12} \times q_{12} + \delta_3 \times q_3}{\delta_{123}}$$

$$q_{123} = \frac{1 \times 10,8 + 1 \times 5}{1} = 15,8 < q_{\text{max}} = 16,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$t_{123} = \frac{l_{123}}{V_{123}}$$

$$V_{123} = 22 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \text{ отсюда:}$$

$$t_{123} = \frac{7}{22} = 0,318 \text{ мин}$$

Определяем время движения при слиянии потоков №5 и №6:

$$q_{56} = \frac{\delta_5 \times q_5 + \delta_6 \times q_6}{\delta_{56}}$$

$$q_{56(1)} = \frac{3 \times 6 + 1 \times 6}{6} = 4 < q_{max} = 16,5 \frac{м}{мин}$$

$$t_{56(1)} = \frac{l_{56(1)}}{V_{56(1)}}$$

$V_{56(1)} = 100 \frac{м}{мин}$ , отсюда:

$$t_{56(1)} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ мин}$$

Определим параметры для прохождения через дверной проём

$$t_{56(2)} = \frac{l_{56(2)}}{V_{56(2)}}$$

$$D_{56(2)} = \frac{6 \times 0,1}{1 \times 2} = 0,3$$

$$V_{56(2)} = 47 \frac{м}{мин}, q_{56(2)} = 4 \frac{м}{мин},$$

отсюда:

$$t_{56(2)} = \frac{2}{47} = 0,043 \text{ мин}$$

Тогда

$$t_{56} = t_{56(1)} + t_{56(2)} = 0,08 + 0,043 = 0,123$$

Определяем время движения при слиянии потоков №1,2,3, №4 и №5,6:

$$q_{123456} = \frac{\delta_{123} \times q_{123} + \delta_4 \times q_4 + \delta_{56} \times q_{56}}{\delta_{123456}}$$

$$q_{123456} = \frac{1 \times 15,8 + 1 \times 12 + 14,1 \times 1}{1} = 41,9 > q_{max} = 16,5 \frac{м}{мин}$$

$$t'_{123456} = \frac{l_{123456}}{V_{123456}}$$

$$t'_{123456} = \frac{4}{15} = 0,267 \text{ мин}$$

$$t_{ск(123456)} = \frac{N \times f}{\delta_{123456} \times q_D}$$

$$t_{ск(123456)} = \frac{24 \times 0,1}{1 \times 13,5} = 0,178$$

Тогда

$$t_{123456} = t'_{123456} + t_3 = 0,267 + 0,125 = 0,392 \text{ мин}$$

Тогда расчетное время эвакуации для сценария №3:

$$t_{p3} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_{12} + t_{123} + t_{56} + t_{123456} \\ t_{p3} = 0,17 + 0,066 + 0,06 + 0,033 + 0,02 + 0,09 + 0,318 + 0,123 + 0,392 \\ + 0,076 = 1,348 \text{ мин}$$

Из трех рассмотренных вариантов развития пожара в цехе деревообработки наибольшее расчетное время эвакуации имеет сценарий №1:  $t_{p1}=1,518$  мин.

Данный сценарий принимаем за наихудший вариант развития пожара на данном участке. Для наихудшего сценария определяем время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара и проводим расчет индивидуального пожарного риска.

### **3. 4 Определение времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара**

Для определения времени блокирования путей эвакуации в качестве пожарной нагрузки принимаем древесину влажностью 8-12%. Представим все необходимые справочные данные в таблице В.1 (приложение)[16].

Рассчитаем параметр, учитывающий скорость выгорания горючего материала и площадь пожара по формуле 7:

$$A = 1,05\Psi \times Vл^2 \quad (7)$$

$$A = 1,05 \times 0,014 \times 0,067^2 = 6,6 \times 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{с}^3}$$

Определим параметр, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, по формуле 8:

$$B = \frac{353C_p V}{(1-\varphi)\eta Q} \quad (8)$$

$$B = \frac{353 \times 1,047 \times 10^{-3} \times 2073,6}{(1 - 0,55) \times 0,97 \times 13,8} = 127,23 \text{ кг}$$

Рассчитаем параметр, характеризующий неравномерность распределения опасных факторов пожара по высоте помещения цеха, по формуле 9:

$$Z = \frac{h}{H} \times e^{(1,4 \times \frac{h}{H})} \quad (9)$$

$$Z = \frac{1,7}{6} \times e^{(1,4 \times \frac{1,7}{6})} = 0,421$$

Определим высоту рабочей зоны по формуле 10:

$$h = h_{\text{отм}} + 1,7 - 0,5\delta \quad (10)$$

$$h = 0 + 1,7 - 0,5 \times 0 = 1,7$$

Определим критическое время по каждому из опасных факторов пожара.

Критическое время по повышенной температуре определяется по формуле 11:

$$t_{\text{кр}}^T = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \times Z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (11)$$

$$t_{\text{кр}}^T = \left\{ \frac{127,23}{6,6 \times 10^{-5}} \ln \left[ 1 + \frac{70 - 20}{(273 + 20) \times 0,421} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 86,89 \text{ с}$$

Критическое время по потере видимости определяется по формуле 12:

$$t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 - \frac{V \times \ln(1,05 \times \alpha \times E)}{l_{\text{пр}} \times B \times D_m \times Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (12)$$

$$t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}} = \left\{ \frac{127,23}{6,6 \times 10^{-5}} \ln \left[ 1 - \frac{2073,6 \times \ln(1,05 \times 0,3 \times 50)}{20 \times 127,23 \times 23 \times 0,421} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = 79,84 \text{ с}$$

Критическое время по пониженному содержанию кислорода определяется по формуле 13:

$$t_{\text{кр}}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{B \times L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \times Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (13)$$

$$t_{\text{кр}}^{O_2} = \left\{ \frac{127,23}{6,6 \times 10^{-5}} \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{127,23 \times 1,26}{2073,6} + 0,27 \right) \times 0,421} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = 88,37 \text{ с}$$

Критическое время по содержанию токсичных продуктов горения в воздухе определяется по формуле 14:

$$t_{кр}^{Т.Г} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 - \frac{V \times X}{B \times L \times Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (14)$$

Критическое время по содержанию угарного газа в помещении:

$$t_{кр}^{CO} = \left\{ \frac{127,23}{6,6 \times 10^{-5}} \ln \left[ 1 - \frac{2073,6 \times 0,00116}{127,23 \times 0,024 \times 0,421} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} < 0.$$

т.е. данный фактор не представляет угрозы.

Критическое время по содержанию углекислого газа в помещении:

Критическое время по содержанию углекислого газа в помещении:

$$t_{кр}^{CO_2} = \left\{ \frac{127,23}{6,6 \times 10^{-5}} \ln \left[ 1 - \frac{2073,6 \times 0,11}{127,23 \times 1,51 \times 0,421} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} < 0$$

т.е. данный фактор не представляет угрозы.

Критическое время по содержанию HCl в помещении:

$$t_{кр}^{HCl} = \left\{ \frac{127,23}{6,6 \times 10^{-5}} \ln \left[ 1 - \frac{2073,6 \times 23 \times 10^{-6}}{127,23 \times 0,058 \times 0,421} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} < 0$$

т.е. данный фактор не представляет угрозы.

Среди полученных значений критического времени распространения опасных факторов пожара найдем минимальное:

$$t_{кр} = \min \{ t_{кр}^T, t_{кр}^{п.в}, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{Т.Г} \}$$

$t_{кр} = 79,84$  с, что соответствует критическому времени по потере видимости.

Рассчитаем необходимое время для эвакуации людей по формуле 15:

$$t_{нб} = k_6 \times t_{кр} \quad (15)$$

$$t_{нб} = 0,8 \times 79,84 = 63,87 \text{ с}$$

Принимаем время блокирования эвакуационных путей  $t_{бл} = t_{нб} = 63,87$  с, тогда:

$$t_{бл} < t_{p1}$$

Отсюда делаем вывод, что при развитии сценария №1 эвакуация людей не обеспечивает безопасное покидание участка деревообработки. Персонал не

успевают эвакуироваться, прежде чем дым ограничит видимость и заблокирует доступ к эвакуационным выходам. Необходимо принять меры для успешного проведения эвакуационных мероприятий.

### 3.5 Расчет индивидуального пожарного риска

Согласно Приказу МЧС России от 02.12.2015 N 632 время начала эвакуации для деревообрабатывающего цеха  $t_{нэ}=2$  минуты.

При этом уровень обеспечения безопасности людей будет отвечать требуемому, если величина индивидуального пожарного риска не будет превышать нормативную величину, т.е:

$$Q_{в} \leq Q_{в}^H = 10^{-6} \text{год}^{-1}$$

Найдем величину  $Q_{в}$  по формуле 16:

$$Q_{в} = Q_{п} \times (1 - K_{ап}) \times P_{пр} \times (1 - P_{э}) \times (1 - K_{пз}), \quad (16)$$

где  $Q_{п}$  – годовая частота возникновения пожара в здании (для деревообрабатывающего цеха принимаем  $Q_{п} = 4 \times 10^{-2} \text{год}^{-1}$ );

$K_{ап}$  – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения необходимым требованиям (для деревообрабатывающего цеха  $K_{ап} = 0$

$P_{пр}$  – вероятность нахождения людей в здании (определяется из соотношения времени нахождения людей в здании к 24 часам, т.е. для цеха  $P_{пр} = 0,33$ );

$P_{э}$  – вероятность эвакуации людей ( $P_{э} = 0$ , т. к.  $t_p \geq 0,8 \times t_{бл}$ );

$K_{пз}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты нормативной документации.

Коэффициент  $K_{пз}$  рассчитывается по формуле 17:

$$K_{пз} = 1 - (1 - K_{обн} \times K_{соуэ}) \times (1 - K_{обн} \times K_{пдз}), \quad (17)$$

где  $K_{обн}$  – коэффициент, учитывающий соответствие пожарной сигнализации необходимым требованиям (для деревообрабатывающего цеха принимаем  $K_{обн} = 0,8$ );

$K_{\text{СОУЭ}}$  – коэффициент, учитывающий соответствие СОУЭ необходимым требованиям (для деревообрабатывающего цеха  $K_{\text{СОУЭ}} = 0,8$ );

$K_{\text{ПДЗ}}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты необходимым требованиям (для деревообрабатывающего цеха  $K_{\text{ПДЗ}} = 0$ ).

Тогда

$$K_{\text{ПЗ}} = 1 - (1 - 0,8 \times 0,8) \times (1 - 0,8 \times 0) = 0,64.$$

Отсюда

$$Q_{\text{В}} = 4 \times 10^{-2} \times (1 - 0) \times 0,33 \times (1 - 0) \times (1 - 0,64) = 4,75 \times 10^{-3}.$$

$Q_{\text{В}} \geq Q_{\text{В}}^{\text{Н}}$ , индивидуальный пожарный риск превышает нормативное значение.

### **3. 6 План проведения учений. Расчет необходимых сил и средств**

#### **3. 6. 1 План проведения учений**

В деревообрабатывающем цехе предприятия присутствует большое количество пожарной нагрузки, в связи с чем данный цех является пожароопасным объектом.

Для обеспечения безопасности персонала и сохранения материальных ценностей необходимо проводить обучение работников и руководящего состава действиям в случае возникновения пожара.

Немаловажную роль играет проведение обучения совместно с подразделениями пожарной охраны. Такое обучение позволяет психологически подготовить работников действовать в случае возникновения пожара, наиболее эффективно усваивать полученную ранее теоретическую информацию, а также оттачивать свои навыки на практике.

С этой целью проводятся противопожарные тренировки. Они направлены на обучение:

- навыкам и действиям по предотвращению пожаров и возможных аварий и повреждений оборудования вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- использованию средств индивидуальной защиты, приемам оказания первой помощи;
- порядку и правилам взаимодействия работников предприятия с подразделениями пожарной охраны и медицинской службой;
- ориентированию в ситуации при возникновении или угрозе возникновения пожара и принятию необходимых мер по его предупреждению и ликвидации;
- приемам и способам спасения и эвакуации людей и материальных ценностей.

Учения позволяют организации отработать действия при срабатывании установок автоматической противопожарной защиты, обнаружении задымления или пожара, оценить умения руководителя тушения пожара координировать действия по его ликвидации до прибытия пожарной охраны, а также проверить качество обучения работников по вопросам пожарной безопасности.

Существенным преимуществом таких учений является то, что условия максимально приближаются к реальным и позволяют сотрудникам быть готовыми к действиям в случае возникновения пожара.

В учениях принимают участие заместитель главного директора, инженерно-технические работники, персонал, а также сотрудники пожарной охраны.

Тренировочный план включает в себя несколько этапов.

1. Подготовительный этап. Условно его делят на три ступени:

1) Осуществляется проведение занятий со всеми категориями работников и инженерно-техническими работниками.

2) Проводятся дополнительные инструктажи с работниками, ответственными за состояние первичных средств пожаротушения, путей эвакуации, систем автоматической противопожарной защиты объекта, а также их проверку.

3) Проводится обучение работников правилам безопасного поведения при ЧС, связанных с пожарами.

2. Проведение тренировки. Тренировка включает в себя подачу сигнала о возникновении условного пожара, проведение эвакуации, тушение пожара, а также осуществление встречи сотрудников пожарной охраны.

3. Разбор тренировки. Подводятся итоги по эвакуации и тушению пожара. Готовятся документы по итогам подготовки и проведения тренировки, выявляются и устраняются недостатки, выявленные в ходе проведения учений.

В качестве ситуационной задачи был рассмотрен наихудший сценарий развития событий при эвакуации персонала из цеха деревообработки, приведенный в п. 3.3.1, а также проведен расчет сил и средств на тушение пожара в данном цехе[17].

### 3. 6. 2 Исполнители и порядок их действий при возникновении пожара

Персонал, находящийся в цехе деревообработки, при возникновении пожара, должен:

1. Сообщить о возникновении пожара в пожарную охрану.
2. Оповестить и выводить на свежий воздух людей и персонал.
3. Провести отключение электроснабжения помещений и всего здания.
4. Приступить, по возможности, к тушению пожара первичными средствами пожаротушения.
5. По прибытию пожарной охраны необходимо: встретить, объяснить, где пожар, предоставить ключи от необходимых помещений, предоставить сведения о численности персонала и людей, оказать всяческое содействие сотрудникам пожарной охраны.

При этом РТП следует выполнить следующие действия:

1. Организовать эвакуацию сотрудников и посетителей и уточнить их точное количество, при этом обратить особое внимание участников тушения пожара на конструктивные особенности здания.
2. Организовать отключение электроснабжения объекта.
3. Назначить ответственного за охрану труда из лиц начальствующего состава гарнизона пожарной охраны.
4. При необходимости вызвать спецслужбы города и организовать взаимодействие.

Начальнику штаба необходимо:

1. Организовать штаб, включить в штаб руководство объекта.
2. Создать необходимый резерв звеньев ГДЗС, организовать КПП по организации замены и учета воздушных баллонов к СИЗОД, создать необходимый запас воздушных баллонов.
3. При помощи персонала осуществить контроль за наличием и расположением эвакуируемых.
4. По окончании эвакуации провести поименную переключку.
5. Медицинский пункт и пункт обогрева личного состава разместить в Административном корпусе

Начальнику тыла необходимо:

1. Проводить разведку водоисточников, выбор насосно-рукавных систем, встречу и расстановку на водоисточники пожарной техники.
2. Сосредоточивать резерв сил и средств, необходимых для тушения пожара.
3. Обеспечивать бесперебойную подачу огнетушащих веществ, при необходимости организовывать доставку к месту пожара специальных огнетушащих веществ и материалов.

4. Контролировать исполнение работ по защите магистральных рукавных линий.

Начальник КПП при этом должен:

1. Обеспечить недопущение посторонних лиц в зону действия КПП ГДЗС; организовать место отдыха звеньев ГДЗС в не горящем здании объекта;

2. При КПП ГДЗС организовать пункт оказания первой помощи, медицинского и санитарного контроля, привлекая медицинский персонал СПЧ ФПС, скорой медицинской помощи и медицины катастроф, при наличии медперсонал объекта;

3. Обеспечить своевременную смену звеньев ГДЗС, работающих в непригодной для дыхания среде;

4. Организовать через ЦППС вызов дежурного старшего мастера (мастера) ГДЗС или согласно района выезда, старшего мастера (мастера) ГДЗС, мастера пожарного, старшего инструктора пожарного 4 ПЧ и доставку необходимых средств, имущества, материалов и оборудования для обеспечения деятельности КПП, техники - АБГ, ПКС, АГДЗС;

5. Согласовав с РТП и начальником штаба, задействовать резервную технику для сбора в подразделениях воздушных баллонов и доставка их на КПП ГДЗС, при необходимости доставку к месту вызова старшего мастера (мастера) ГДЗС, мастера пожарного, старшего инструктора пожарного;

6. Организовать связь между КПП и оперативным штабом на пожаре, а также с постами безопасности;

7. Вести поэтажные схемы с маршрутами продвижения звеньев ГДЗС к месту выполнения поставленных задач, место расположения КПП ГДЗС, места расположений постов безопасности, места сосредоточения резервных звеньев ГДЗС, проверенных помещениях (строений) и мест с выявленным изменением в поведении конструкций;

8. Определить максимальное количество газодымозащитников на месте пожара, при недостатке газодымозащитников рекомендовать РТП повысить ранг пожара;

9. Вести постоянный контроль за ведением документации, проведением расчётов;

10. Постоянно вести контроль радиообмена, вести учет проверенных помещений, спасённых и эвакуированных[18].

### 3. 6. 3 Расчет сил и средств на тушение пожара в деревообрабатывающем цехе

Место возникновения пожара: участок деревообрабатывающего цеха на третьем этаже в корпусе №3. Размеры цеха в плане: 24×18 метров; размеры участка 10×6 метров.

По справочным данным и анализу пожаров на характерных объектах с данной пожарной нагрузкой линейная скорость распространения огня составляет 1 м/мин, а интенсивность подачи огнетушащих средств 0,45 л/м<sup>2</sup> с. Время до сообщения о пожаре по условиям объекта не превышает 5 минут, а время боевого развертывания с установкой пожарного автомобиля на водоисточник составит 6 минут.

На территории завода находятся 7 ПГ К-200. Помимо этого для целей пожаротушения можно использовать градирню, в которой может находиться около 50 м<sup>3</sup> воды, зимой перемерзает. В непосредственной близости от участка деревообработки расположены ПГ-4 и ПГ-5.

1. Определяем возможную обстановку на пожаре к моменту введения сил и средств первыми подразделениями, т.е. 21 – ПЧ

1.1. Находим время свободного развития пожара  $t_{св}$  по формуле 18:

$$t_{св} = t_{обн} + t_{сооб} + t_{сб} + t_{сл} + t_{бр} , \quad (18)$$

где  $t_{обн}$  – время обнаружения пожара, мин;

$t_{сооб}$  – время сообщения о пожаре, мин;

$t_{сб}$  – время сбора личного состава по тревоге, мин;

$t_{\text{сл}}$  – время следования пожарного подразделения, мин;

$t_{\text{бр}}$  – время боевого развертывания, мин.

$$t_{\text{св}} = 2 + 2 + 1 + 5 + 5 = 15 \text{ минут}$$

1.2. Определяем путь  $R$ , пройденный огнем, по формуле 19:

$$R = 0,5 \times V_{\text{л}} \times 10 + V_{\text{л}} \times (t_{\text{св}} - 10), \quad (19)$$

где  $V_{\text{л}}$  – линейная скорость распространения огня, м/мин.

$$R = 0,5 \times 1 \times 10 + 1 \times (15 - 10) = 10 \text{ м.}$$

1.3. Определяем площадь пожара по формуле 20:

$$S_{\text{п}} = 0,5\pi R^2, \quad (20)$$

$$S_{\text{п}} = 0,5 \times 3.14 \times 10^2 = 157 \text{ м}^2$$

Так как участок имеет размеры 10×6 метров, пожар охватит весь участок, а также выйдет за его пределы.

1.4. Определяем площадь тушения пожара по формуле 21:

$$S_{\text{т}} = n \times a \times h_{\text{т}}, \quad (21)$$

где  $n$  – количество направлений подачи стволов;

$a$  – длина помещения, м;

$h_{\text{т}}$  – глубина тушения ручными стволами, м;

$$S_{\text{т}} = 1 \times 5 \times 10 = 50 \text{ м}^2$$

1.5. Определяем требуемый расход огнетушащего вещества  $Q_{\text{тр}}^{\text{т}}$  по формуле 22:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{т}} = S_{\text{т}} \times I_{\text{тр}}^{\text{т}}, \quad (22)$$

где  $I_{\text{тр}}^{\text{т}}$  – интенсивность подачи огнетушащих средств,  $\frac{\text{л}}{\text{м}^2 \times \text{с}}$ ;

$$Q_{\text{тр}}^{\text{т}} = 50 \times 0,45 = 22,5 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

1.6. Для локализации пожара на данной площади потребуется  $N_{\text{ст}}^{\text{т}}$  стволов «А» (формула 23):

$$N_{\text{ст}}^{\text{т}} = \frac{Q_{\text{тр}}^{\text{т}}}{q_{\text{тр}}^{\text{т}}}, \quad (23)$$

где  $q_{\text{тр}}^{\text{т}}$  – расход на тушение одним стволом,  $\frac{\text{л}}{\text{с}}$ .

$$N_{\text{ст}}^{\text{T}} = \frac{22,5}{7,4} = 3 \text{ ств. "А"}$$

2. Определяем требуемое число стволов для осуществления защитных действий.

Определяем требуемый расход огнетушащего вещества на защиту  $Q_{\text{тр}}^3$  по формуле 24:

$$Q_{\text{тр}}^3 = S_3 \times 0,25 I_{\text{тр}}^{\text{T}}, \quad (24)$$

где  $S_3$  – площадь защищаемой зоны,  $\text{м}^2$ .

$$Q_{\text{тр}}^3 = (432 - 50) \times 0,25 \times 0,45 = 43 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

По формуле 25 определим требуемое число стволов  $N_{\text{ст}}^3$  для осуществления защитных действий:

$$N_{\text{ст}}^3 = \frac{Q_{\text{тр}}^3}{q_{\text{тр}}^3}, \quad (25)$$

где  $q_{\text{тр}}^3$  – расход на защиту одним стволом,  $\frac{\text{л}}{\text{с}}$ .

$$N_{\text{ст}}^3 = \frac{43}{3,7} = 12 \text{ ств. "Б"}$$

3. Определяем фактический расход воды для тушения пожара и осуществления защитных действий  $Q_{\text{ф}}^{\text{общ}}$  по формуле 26:

$$Q_{\text{ф}}^{\text{общ}} = N_{\text{ст}}^{\text{T}} \times q_{\text{тр}}^{\text{T}} + N_{\text{ст}}^3 \times q_{\text{тр}}^3 \quad (26)$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{общ}} = 3 \times 7,4 + 12 \times 3,7 = 66,6 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Требуемый расход воды:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{тр}}^{\text{T}} + Q_{\text{тр}}^3 = 22,5 + 43 = 65,5 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

4. Определяем требуемое количество пожарных автомобилей  $N_{\text{ПА}}$  по формуле 27:

$$N_{\text{ПА}} = \frac{Q_{\text{ф}}^{\text{общ}}}{0,8 \times Q_{\text{н}}} \quad (27)$$

$$N_{\text{ПА}} = \frac{66,6}{0,8 \times 40} = 3 \text{ автомобиля}$$

5. Определяем требуемую численность личного состава  $N_{л/с}$  (принимая также 1 звено ГДЗС на спасение и эвакуацию людей и материальных ценностей) по формуле 28:

$$N_{л/с} = N_{ГДЗС}^{т.з.} \times 3 + N_{ГДЗС}^{рез.} \times 3 + N_{ГДЗС}^{спас.} \times 3 + 2 \times N_{раз} + N_{пб}, \quad (28)$$

где  $N_{ГДЗС}^{т.з.}$  – количество отделений, занимающихся тушением и защитой;

$N_{ГДЗС}^{рез.}$  – количество отделений, занимающихся тушением и защитой;

$N_{ГДЗС}^{рез.}$  – резерв ГДЗС;

$N_{ГДЗС}^{спас.}$  – количество отделений на спасение и эвакуацию людей и материальных ценностей;

$N_{раз}$  – количество отделений, проводящих разведку;

$N_{пб}$  – количество человек, занятых на посту безопасности.

$$N_{л/с} = 7 \times 3 + 3 \times 3 + 1 \times 3 + 2 \times 3 + 6 = 45 \text{ чел.}$$

6. Определяем требуемое количество пожарных подразделений основного назначения по формуле 29:

$$N_{отд} = \frac{N_{л/с}}{4} \quad (29)$$

$$N_{отд} = \frac{45}{4} = 12 \text{ отделений.}$$

Согласно расписанию выездов г. Владивостока принимаем вызов № 2-бис.

Последовательность действий по тушению пожара представлена в приложении Г.1.

Схема расстановки сил и средств представлена в приложении Д.1.

### 3. 6. 4 Организация работ по спасению людей

Спасание людей и имущества при пожаре при достаточном количестве сил и средств проводится одновременно с другими боевыми действиями. Если сил и средств недостаточно, то они используются только для спасания людей; другие боевые действия не ведутся или приостанавливаются. Проведение

спасательных работ при пожаре прекращается после осмотра всех мест возможного нахождения людей и отсутствия, нуждающихся в спасении.

Эвакуация людей с территории и из здания производится различными способами, исходя из складывающейся обстановки: самостоятельный выход, вывод людей из опасной зоны, вынос (транспортировка) с помощью средств спасания.

Для обеспечения проведения спасательных работ используются: аппараты на сжатом воздухе в комплекте со спасательным устройством, стволы-распылители для обеспечения водяных завес на путях эвакуации, носилки, ручной механизированный и гидравлический аварийно-спасательный инструмент.

Эвакуацию и спасение людей организуют и проводят следующими способами:

- Вывод (вынос) людей в безопасные места из зданий или внутри зданий;
- Эвакуация людей по лестничным клеткам и наружным эвакуационным лестницам;
- Спасение людей с применением штурмовых и выдвижных лестниц, спасательных веревок.

При массовой эвакуации по лестницам на путях эвакуации выставляют пожарных, которые должны обеспечить быстрое и организованное продвижение людей к выходам и не допустить паники.

### 3. 6. 5 Порядок оказания первой помощи пострадавшим

Для оказания первой помощи необходимо:

- вынести пострадавшего на свежий воздух, в место, не препятствующее эвакуации, проведению боевых действий и проведению АСР;

- при ожогах 1 степени (без образования пузырей и сохраненной целостности кожных покровов) – приложить на место ожога холод или подставить его под струю холодной воды на 5–10 минут;
- при ожогах 2–4 степени с повреждением кожных покровов обработать ожоговую поверхность пенообразующими аэрозолями или накрыть стерильной простыней;
- поверх стерильной простыни наложить пузыри со льдом или пакеты со снегом или холодной водой;
- при длительном ожидании скорой медицинской помощи— предложить обильное теплое питье;
- создать условия максимального покоя до прибытия врачей[19].

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ РАСЧЕТОВ

В результате расчетов было выявлено, что расчетное время эвакуации составляет 1,518; 1,342; 1,348 мин для сценария №1, №2 и №3 соответственно. Следовательно, за наихудший вариант принят сценарий №1: произошло возгорание на участке №1 деревообрабатывающего цеха, выход №2 оказался заблокирован огнем, эвакуация осуществляется через выход №1.

Время блокирования путей эвакуации составляет 1,33 минуты по потере видимости в дыму. На основании этих данных был проведен расчет индивидуального пожарного риска. Он составляет  $Q_v = 4,75 \times 10^{-3}$ , т.е. является недопустимым.

Отсюда делаем вывод, что при развитии сценария №1 эвакуация людей не обеспечивает безопасное покидание участка деревообработки. Персонал не успевает эвакуироваться, прежде чем дым ограничит видимость и заблокирует доступ к эвакуационным выходам. Необходимо принять меры для успешного проведения эвакуационных мероприятий.

С целью минимизации обозначенных угроз, были рассчитаны необходимые силы и средства для успешной ликвидации пожара. Для рассматриваемого сценария развития пожара на тушение необходимо 3 ствола «А», 12 стволов «Б». Всего в тушении пожара принимает участие 45 сотрудников пожарной охраны, что составляет 12 подразделений. По полученным данным определен ранг пожара – № 2-бис.

## **5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Результатом выпускной квалификационной работы является совершенствование тактики пожарной защиты в деревообрабатывающем цехе предприятия.

Задачи данного раздела следующие:

- провести анализа конкурентных технических решений
- осуществить планирование бюджета научных исследований;
- выполнить формирование бюджета научных исследований.

### **5. 1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **5. 1. 1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Практическим результатом работы является разработка тактики пожарной защиты на производственном объекте. Данная работа заключается в создании документов по проведению учений для персонала объекта и спасательных формирований при возникновении пожара.

Следовательно, потенциальными потребителями исследовательской работы являются внутренние потребители предприятия – его персонал и руководство, а также сотрудники пожарной охраны – спасатели, прибывшие на предприятие для ликвидации пожара.

#### **5. 1. 2 Анализ конкурентных технических решений**

Одним из мероприятий по ликвидации пожара на объекте является внедрение эффективного огнетушащего средства. Использование жидкого стекла в качестве средства пожаротушения позволяет значительно сократить время устранения возгорания, что является большим плюсом при тушении пожаров.

В России производством жидкого стекла занимается несколько фирм, однако информация о производстве огнетушащих средств на основе жидкого стекла отсутствует.

Для проведения оценки конкурентоспособности разработки методом балльной оценки используется балльная шкала, с помощью которой оцениваются факторы конкурентоспособности. Разработка, которая набрала наибольшее количество баллов, считается наиболее конкурентоспособной на рынке.

В данном разделе были рассмотрены огнетушители на основе жидкого стекла и стандартные огнетушители. В таблице 2 представлена оценка конкурентоспособности разработки, построенная на основе балльных оценок.  $B_1$  – балльная оценка огнетушителя на основе жидкого стекла,  $B_2$  — балльная оценка стандартного огнетушителя,  $K_1, K_2$  – анализ конкурентных технических решений для огнетушителей на основе жидкого стекла и стандартных огнетушителей соответственно.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		$B_1$	$B_2$	$K_1$	$K_2$
1	2	3	4	6	7
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,15	5	4	0,75	0,6
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,10	5	5	0,5	0,5
3. Энергоэкономичность	0,09	5	4	0,45	0,36
4. Надежность	0,10	5	4	0,5	0,4
5. Безопасность	0,03	5	5	0,15	0,15

Продолжение таблицы 2

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>
1	2	3	4	6	7
6. Простота эксплуатации	0,04	5	5	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,04	5	5	0,2	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,07	4	5	0,28	0,35
3. Цена	0,13	5	4	0,65	0,52
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	0,25	0,25
5. Финансирование научной разработки	0,05	4	5	0,2	0,25
6. Срок выхода на рынок	0,07	4	5	0,28	0,35
7. Наличие сертификации разработки	0,08	5	5	0,4	0,4
Итого	1	2	1	4,81	4,53

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

В результате проведенной оценки конкурентоспособности разработки можно сделать вывод о том, что сильными сторонами предлагаемой разработки являются ее эксплуатационные характеристики. Кроме того, на основании таблицы 2, можно сделать заключение, что по техническим характеристикам огнетушители с огнетушащим составом на основе жидкого стекла во многом превосходят стандартные огнетушители. С точки зрения экономической

эффективности разработка не уступает стандартной. Среди слабых сторон можно выделить финансирование научной разработки, срок выхода разработки на рынок. Это говорит о том, что необходимо прорабатывать пути продвижения данного продукта на рынок.

Итогом данного анализа является определение готовности продукта к продвижению на рынок товаров и услуг. Эксплуатационные характеристики и цена разработки способны заинтересовать партнеров и инвесторов, которые помогут создаваемому продукту завоевать доверие покупателей посредством продвижения товара на рынок.

## 5. 2 Планирование научно-исследовательских работ

Планирование предполагаемых научно-исследовательских работ осуществляется в следующем порядке:

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

### 5. 2. 1 Структура работ в рамках научного исследования

Перечень этапов и работ в рамках написания выпускной квалификационной работы и распределение исполнителей по видам работ приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор и утверждение темы	Науч. рук. , студент
Выбор направления исследований	2	Составление технического задания и плана исследований	Науч. рук., студент
	3	Календарное планирование работ по теме	Студент

Продолжение таблицы 3

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
	4	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
Теоретические и практические исследования	5	Обработка, анализ и систематизация теоретических материалов по теме	Студент
	6	Согласование и оформление теоретической части ВКР	Науч. рук., студент
	7	Подбор материалов для практической части исследования	Студент
	8	Проведение расчетов	Студент
	9	Анализ полученных результатов	Студент
	10	Оформление практической части исследования	Студент
Оформление ВКР	11	Написание раздела «Финансовый менеджмент»	Студент
	12	Написание раздела «Социальная ответственность»	Студент
	13	Оформление ВКР и согласование результатов с руководителем	Науч. рук., студент
	14	Защита ВКР	Студент

### 5. 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 (среднего) значения трудоемкости  $t_{ож\ i}$  используется следующая формула (30).

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (30)$$

где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;  
 $t_{min\ i}$  – 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, по формуле (31) определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожіi}}{Ч_i}, \quad (31)$$

где  $t_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;  $t_{ожіi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;  $Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 5. 2. 3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобной и наглядной формой представления графика проведения научных работ является диаграмма Ганта. Она представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме изображаются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней необходимо перевести в календарные дни по формуле (32).

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{кал}, \quad (32)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле (33).

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (33)$$

где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году;  $T_{вых}$  – количество выходных дней в году;  $T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22.$$

Все рассчитанные значения представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	$T_{pi}$ , раб. дн.	$T_{ki}$ , раб. дн.
	$t_{min}$ , чел - дни	$t_{max}$ , чел- дни	$t_{ожг}$ , чел- дни			
Выбор и утверждение темы	1	1	1	Научный руководитель, студент	0,5	1
Составление технического задания и плана исследований	1	1	1	Научный руководитель, студент	0,5	1
Календарное планирование работ по теме	1	1	1	Студент	1	1
Подбор и изучение материалов по теме	3	5	3,8	Студент	3,8	5
Обработка, анализ и систематизация теоретических материалов по теме	3	5	3,8	Студент	3,8	5
Согласование и оформление теоретической части ВКР	5	10	7	Научный руководитель, студент	3,5	4
Подбор материалов для практической части исследования	1	2	1,4	Студент	1,4	2
Проведение расчетов	7	10	8,2	Студент	8,2	10
Анализ полученных результатов	2	3	2,4	Студент	2,4	3
Оформление практической части исследования	2	3	2,4	Студент	2,4	3
Написание раздела «Финансовый менеджмент»	2	3	2,4	Студент	2,4	3
Написание раздела «Социальная ответственность»	2	3	2,4	Студент	2,4	3
Оформление ВКР и согласование результатов с руководителем	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1,4	2

На основе таблицы 4 построен календарный план-график, представленный на таблице 5.

Таблица 5 – Календарный план-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Февраль	Март			Апрель			Май			
					3	1	2	3	1	2		3	1	
1	Выбор и утверждение темы	Науч. рук., студент	1	3										
2	Составление технического задания и плана исследований	Науч. рук., студент	1		1									
3	Календарное планирование работ по теме	Студент	1		1									
4	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	5		1									
5	Обработка, анализ и систематизация теоретических материалов по теме	Студент	5			1								
6	Согласование и оформление теоретической части ВКР	Науч. рук., студент	4			1								
7	Подбор материалов для практической части исследования	Студент	2			1								
8	Проведение расчетов	Студент	10				1							
9	Анализ полученных результатов	Студент	3					1						
10	Оформление практической части исследования	Студент	3						1					
11	Написание раздела «Финансовый менеджмент»	Студент	3							1				

Продолжение таблицы 4. 4

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ									
				Февраль	Март			Апрель			Май		
					3	1	2	3	1	2		3	1
12	Написание раздела «Социальная ответственность»	Студент	3										
13	Оформление ВКР и согласование результатов с руководителем	Науч. рук., студент	2										

 - научный руководитель

 - студент

#### 5. 2. 4 Бюджет научно-технического исследования

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

#### 5. 2. 4. 1 Расчет материальных средств НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле (34).

$$Z_M = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m \Pi_i \times N_{расхи} , \quad (34)$$

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

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

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

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (15-20%).

Материальные затраты, необходимые для данного исследования представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ( $Z_M$ ), руб.
Бумага для офисной техники (А4)	пачка	1	390	448,5
Тонер для принтера	шт.	1	300	345
Ручка	шт.	3	50	172,5
Интернет	М/бит (пакет)	3	350	1207,5
Итого				2173,5

Материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 2173,5 руб.

#### 5. 2. 4. 2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании

учитываем только рабочие дни по данной теме. Амортизация оборудования рассчитывается по формуле 35:

$$A = \frac{C \times K \times z}{100\%}, \quad (35)$$

где  $C$  – первоначальная стоимость оборудования, руб.;

$K$  – месячная норма амортизации, %;

$z$  – срок использования оборудования при проведении НТИ, мес.

(для проведения НТИ срок составляет 4 месяца).

Расчет амортизации оборудования для научных работ приведен в таблице 7.

Таблица 7 - Расчет амортизации оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	$C$ , руб.	$K$ , %	$A$ , руб.
1.	Ноутбук «Асер»	1	23000	1,67	1536,40
Итого:					1536,40

#### 5. 2. 4. 3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату и рассчитывается по формуле (36).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (36)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (37)

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \times M}{F_{д}}, \quad (37)$$

где  $Z_{м}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

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

Баланс рабочего времени представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле 38:

$$Z_m = Z_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p, \quad (38)$$

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

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от  $Z_{тс}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 9.

Таблица 9 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	36800	0,3	0,3	1,3	76544	3171,54	8	25372,35
Студент	1906	0	0	1,3	2477,8	93,71	43	4029,35
Итого $Z_{осн}$ , руб.:								29401,71

Таким образом, основная заработная плата руководителя составила 25372,35 рублей, студента – 4029,35 рублей. Итоговая сумма - 29401,71 рублей.

#### 5. 2. 4. 4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле (39).

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} \quad (39)$$

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

Таким образом, дополнительная заработная плата руководителя составила 3298,41 , а студента – 523,82. Общая сумма равна 3822,23 рубля.

#### 4. 2. 4. 5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле (40).

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) , \quad (40)$$

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 34%. На основании пункта 3 ст.58 закона № 212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2019 году водится пониженная ставка – 28%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	25372,35	3298,41
Студент-дипломник	4029,35	523,82
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,28	
Итого	9302,7	

Отчисления во внебюджетные фонды от руководителя составили 8027,81 рублей, от студента – 1274,89 рублей.

#### 5. 2. 4. 6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле (41).

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \times k_{\text{нр}}, \quad (41)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы (16%).

$$Z_{\text{накл}} = (2173,50 + 1536,40 + 29401,71 + 3822,23 + 9302,7) / 7 \times 0,16.$$

Сумма накладных расходов составила 1056,84 рубля.

#### 5. 2. 4. 7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	2173,50	Пункт 2. 4. 1

Продолжение таблицы 11

2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1536,40	Пункт 2. 4. 2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	29401,71	Пункт 2. 4. 3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3822,23	Пункт 2. 4. 4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	9302,7	Пункт 2. 4. 5
6. Затраты на научные и производственные командировки	-	отсутствуют
7. Контрагентские расходы	-	отсутствуют
8. Накладные расходы	1056,84	16 % от суммы ст. 1-7
9. Бюджет затрат НИИ	47293,38	Сумма ст. 1- 8

Бюджет затрат на выполнение научно-исследовательской работы составил 47293,38 рублей.

Таким образом, в данном разделе выпускной квалификационной работы проведен анализ конкурентоспособности исследовательской работы и определены потенциальные потребители исследования. Произведено планирование проведения работ, включая определение их структуры, трудоемкости и составление плана-графика выполнения, а также рассчитан бюджет исследования. Количество работ по выполнению исследования составляет 13 этапов общей длительностью 43 дня. Бюджет затрат на выполнение научной исследовательской работы составил 47293,38 рубля.

## **6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

В данном разделе будут рассмотрены особенности трудового законодательства, предусмотренные для пожарных. Также будут предложены рекомендации, направленные на уменьшение воздействия опасных и вредных факторов на пожарных.

Одним из мероприятий по ликвидации пожаров в цехе деревообработки является использование в качестве средства пожаротушения водного раствора жидкого стекла. В разделе будет рассмотрено воздействие огнетушащего состава на человека и экологию, а также приведены меры предосторожности при работе спасателей с этим веществом.

### **6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Специфика трудовой деятельности обуславливает наличие особенностей в правовом регулировании труда спасателей, проводящих тушение пожаров.

К особенностям внешней обстановки, в которой протекает труд пожарных, можно отнести:

- наличие факторов, угрожающих жизни и здоровью проводящих эти работы людей и требующих специальной подготовки, экипировки и оснащения (высокая степень профессионального риска);
- труднодоступность и опасность места проведения работ.

В связи с этим трудовым законодательством (ст. 265 ТК РФ) [20] закреплен запрет на проведение работ по локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера лицами, не достигшими возраста 18 лет, а также Постановлением Правительства РФ от 25.02.2000 N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" [21] запрещено проведение работ по тушению пожаров женщинами.

К работе по тушению пожаров допускаются граждане, достигшие возраста 18 лет, имеющие среднее общее образование, прошедшие профессиональное обучение по программе профессиональной подготовки спасателей и аттестованные на проведение аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров.

Для спасателей, принимающих участие в ликвидации пожаров, предусмотрены различные виды льгот и компенсаций.

Согласно п. 6 ст. 28 Федерального закона от 22.08.1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» [22] спасателям профессиональных аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований за участие в работах по ликвидации чрезвычайных ситуаций в течение года предоставляется дополнительный оплачиваемый отпуск продолжительностью не более 15 суток из расчета один день отпуска за 24 часа работ. При этом спасателям, в зависимости от стажа работы, предоставляется отпуск: 30 суток – имеющим непрерывный стаж работы в профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях на должностях спасателей до 10 лет, 35 суток – имеющим непрерывный стаж работы более 10 лет и 40 суток – спасателям, имеющим стаж работы более 15 лет.

Спасатели подлежат обязательному страхованию. Страховыми событиями для пожарных являются смерть и потеря трудоспособности, наступившая при исполнении им трудовых обязанностей.

Органы государственной власти и органы местного самоуправления за счет средств соответствующих бюджетов устанавливают гарантии правовой и социальной защиты членов семей пожарных, в том числе в случае гибели пожарного в период исполнения им трудовых обязанностей.

В случае получения спасателем травмы или заболевания, в результате которой его дальнейшая работа в качестве спасателя будет невозможна, ему выплачивается единовременное пособие.

Пожарные, принимающие участие в ликвидации ЧС, имеют право на досрочное пенсионное обеспечение по достижении ими 50-го возраста, если при этом они проработали не менее 25 лет в должности спасателя.

Помимо этого, пожарный имеет право на медицинское, санаторно-курортное обслуживание; жилищное обеспечение и денежные компенсации тем, кто использует личное автотранспортное средство в служебных целях.

## 6. 2 Производственная безопасность

Были рассмотрены вредные и опасные факторы, которые могут возникать при тушении пожара в деревообрабатывающем цехе. Перечень факторов представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разведка	Поиск и спасение	Ликвидация	
1. Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды	+	+	+	Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 [14]
2. Обрушение конструкций здания, падение обгоревших предметов	+	+	+	Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ [1]
3. Вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования	+	+	+	ГОСТ 12.2.003–91 [23]
4. Пониженная концентрация кислорода	+	+	+	Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 [14]
5. Снижение видимости в дыму	+	+	+	Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 [14]

Продолжение таблицы 12

6. Подвижные части машин и механизмов	+	+	+	ГОСТ 12.2.003–91 [23]
7. Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	+	+	+	Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 [14]
8. Воздействие огнетушащих веществ	-	-	+	Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ [1]
9. Сверхнормативные физические и нервнопсихологические нагрузки	+	+	+	Руководство Р 2.2.2006-05 [24]

Анализ опасных и вредных производственных факторов:

1. Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды.

В процессе пожара выделяется тепловая энергия. Количество выделившегося тепла зависит от условий воздухообмена в очаге пожара, теплофизических свойств окружающих материалов, пожароопасных свойств горючих веществ и материалов, входящих в состав пожарной нагрузки. Горячий воздух сильно повреждает дыхательные пути, легкие, глаза, кожу. Открытое пламя способно повлечь за собой ожоги различной степени тяжести.

Полученные повреждения опасны для жизни человека. При воздействии температуры свыше 100°C человек теряет сознание и гибнет через несколько минут. Без средств защиты безопасным считается тепловое воздействие интенсивностью 1.4 кВт/м<sup>2</sup>, для человека в брезентовой одежде этот показатель равняется 4.2 кВт/м<sup>2</sup>.

К основным средствам индивидуальной защиты пожарного от высоких температур относятся изолирующие костюмы (теплозащитные), средства защиты органов дыхания, средства защиты глаз, средства защиты рук, спецобувь; спецодежда.

Наиболее распространенным изолирующим костюмом в подразделениях пожарной охраны являются теплоотражательный костюм. Он используется для

защиты пожарного от теплового воздействия при тушении пожаров с большим выделением лучистой энергии. Такой костюм состоит из куртки, полукомбинезона с бахилами, шлема-маски, рукавиц, чехла для защиты кислородно-изолирующего противогаза. Костюм изготавливается из теплоотражательной ткани с металлическим покрытием.

## 2. Обрушение конструкций здания, падение обгоревших предметов.

При пожаре здание или сооружение подвергается воздействию высоких температур и воды, что может привести к полному или частичному разрушению строительных конструкций: снижается качество бетона, в нем могут появиться трещины, ухудшается сцепление арматуры с бетоном. Особенно сильно страдают стены, перекрытия, колонны. Падающие элементы конструкций представляют непосредственную угрозу для жизни спасателя. Падая, тяжелые предметы способны привести к дезориентации спасателя, его блокировке в горящем помещении, а также привести к черепно-мозговым травмам различной тяжести, ушибам, переломам, летальному исходу.

Одними из основных средств защиты при разрушении конструкций являются средства индивидуальной защиты головы (каска для пожарных), а также защитные костюмы для смягчения ударов.

## 3. Вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования.

В ходе проведения аварийно-спасательных работ может возникнуть опасность поражения электрическим током. Воздействие тока способно привести к ожогам, нарушению состава тканей организма, биологических процессов, обострению заболеваний, нарушению целостности кожи и других тканей, разложению крови и секретов организма вплоть до летального исхода.

Во избежание поражения электрическим током токоведущие части электроустановок, находящиеся под напряжением обесточиваются и заземляются при пожаре работниками, эксплуатирующими электроустановку, из числа оперативного или оперативно-ремонтного персонала, имеющими соответствующую квалификацию и допуск к работе, самостоятельно или по указанию руководителя тушения пожара. При невозможности отключения

оборудования личный состав подразделения пожарной охраны должен быть обеспечен средствами защиты.

Для защиты от случайного прикосновения человека к токоведущим частям электроустановок используют ограждения в виде переносных щитов, стенок, экранов. При их отсутствии спасатели должны иметь при себе средства индивидуальной защиты: диэлектрические боты, резиновый диэлектрический коврик, перчатки диэлектрические.

#### 4. Пониженная концентрация кислорода.

В процессе развития пожара кислород, входящий в состав воздуха расходуется на горение веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Продукты горения, содержащие газообразные и твердые частицы (в виде аэрозоля) выделяются в окружающую атмосферу и смешиваются со свежим воздухом. За счет этого концентрация кислорода при пожаре понижается. В зоне пониженной концентрацией кислорода у человека нарушается мозговая деятельность, может внезапно возникнуть удушье, а вслед за ним страх и слабость и, в конечном счете, привести к смертельному исходу.

В нашей стране в качестве предельно допустимого значения такого опасного фактора пожара, как пониженное содержание кислорода, установлено  $0,226 \text{ кг/м}^3$ . Для защиты от данного опасного фактора применяются автономные дыхательные аппараты, шланговые респираторы.

#### 5. Снижение видимости в дыму.

Задымление является причиной снижения видимости. Недостаточная видимость влияет на функционирование зрительного аппарата, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. В России установлено предельное значение по потере видимости в дыму – его величина равна 20 м. Для улучшения освещения рабочей зоны необходимо использовать индивидуальные и групповые фонари.

Дым также способен оказывать отравляющее и раздражающее действие на слизистые оболочки и органы дыхания. Для предотвращения воздействия на пожарных в процессе выполнения заданий по тушению пожаров применяются средства защиты органов дыхания – противогазы, респираторы.

#### 6. Подвижные части машин и механизмов.

Причинами получения механических травм могут являться движущиеся машины и механизмы, которые задействованы в тушении пожара. Для защиты пожарного от данного опасного фактора необходимо соблюдать правила пользования пожарным оборудованием, при выполнении специальных видов работ соблюдать требования инструкций по охране труда для данного вида работ, а также изучить маршрут движения во время проведения работ.

7. Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения.

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

В процессе горения образуется окись углерода. Это очень сильное отравляющее вещество, отравляющее действие которого основано на взаимодействии с гемоглобином крови. Он не имеет ни цвета, ни запаха, переносится быстро и на значительные расстояния. При вдыхании угарного газа быстро наступает кислородное голодание. Человек теряет сознание и умирает. Одним из основных признаков поступления угарного газа в организм является головокружение и головная боль.

Дым часто содержит и другие токсические вещества, образующиеся при сгорании синтетических материалов (пластмасс, полиуретанов), а также газы раздражающего действия (например, хлор). Все они вызывают поражение органов дыхания различной тяжести – от воспаления (токсический бронхит и токсический пневмонит) до отека легких. При горении различных материалов образуются раздражающие газы, которые, соединяясь с водой, образуют разъедающие растворы – азотную, серную и сернистую кислоты, аммиак. Они

вызывают повреждение (химический ожог) слизистых дыхательных путей, сужение мелких бронхов и накопление в лёгких жидкости.

Для каждого из токсичных газообразных продуктов горения приняты предельно допустимые значения: диоксид углерода  $\text{CO}_2$  (углекислый газ) - 0,11 кг/м<sup>3</sup>; монооксид углерода  $\text{CO}$  (угарный газ) -  $1,16 \times 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>; хлороводород  $\text{HCl}$  -  $2,3 \times 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>.

К основным средствам защиты от токсических продуктов сгорания относятся индивидуальные средства защиты органов дыхания изолирующего типа. Изолирующие вещества защиты органов дыхания обеспечивают подачу воздуха для нормального дыхания и изолируют органы дыхания от окружающей среды. В подразделениях пожарной охраны наибольшее распространение получили изолирующие противогазы и воздушно-дыхательные аппараты.

#### 8. Воздействие огнетушащих веществ на пожарного.

В данной работе к тушению пожаров было рекомендовано использование огнетушащего вещества на основе жидкого стекла. При тушении пожара во время контакта с кожей или слизистой оболочкой данный состав вызывает раздражение и способен привести к ожогам. Для работы с данным веществом необходимо применять средства защиты кожи: защитные костюмы, перчатки, а также средства защиты для глаз по избежанию попадания на слизистые.

#### 9. Сверхнормативные физические и нервнопсихологические нагрузки.

Во время выполнения работ по тушению и ликвидации последствий пожара, пожарный сталкивается с постоянной угрозой жизни и здоровью, непрерывным нервно-психическим напряжением, которое вызвано систематической работой в необычной среде, эмоциональными и стрессовыми расстройствами, дискомфортным состоянием из-за непрерывного нахождения в боевой одежде и снаряжении, трудностями, которые связаны с проведения боевых работ в ограниченном пространстве.

Для защиты от данного фактора необходима профессиональная психологическая и физическая подготовка спасателя.

### **6.3 Экологическая безопасность**

Экологическая опасность пожаров прямо обусловлена изменением химического состава, температуры воздуха, воды и почвы. Серьезное влияние на окружающую среду оказывают пожары в деревообрабатывающей промышленности, так как пожар может возникнуть практически на любом месте, в связи с распространенностью горючего вещества. В результате в продуктах горения могут присутствовать разнообразные по химическому строению и токсичности соединения. Среди распространенных - оксиды углерода, серы, азота.

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

Рассматриваемый состав на основе жидкого стекла не оказывает влияния на атмосферу, так как не подвергается горению и сам не образует токсичных продуктов горения, ввиду того что этот слой является безводным силикатом щелочного металла, то есть неорганическим веществом.

Состав не оказывает негативное влияние на литосферу. В зависимости от концентрации водных растворов жидкого стекла с модулем в пределах от 2.6 до 4.0 значение рН варьируется в пределах 10-13. Однако щелочной характер жидкое стекло имеет только в гидролизованном состоянии, т.е. при его высыхании и превращении в твердообразное состояние, щелочность его уменьшается и достигает состояния нейтральности. Поэтому в твердом состоянии данное вещество не представляет угрозы в том числе для флоры и фауны.

Жидкое стекло смешивается с водой в любых концентрациях, а следовательно, попадая в водную среду, способно растворяться, вследствие чего его концентрация в водной среде будет минимальной. Однако по причине

щелочности это вещество не является абсолютно безвредным. При попадании в организм оно способно вызвать раздражение слизистых и привести к химическим ожогам.

В целях уменьшения вредного воздействия на окружающую среду необходимо после ликвидации пожара организовать уборку продуктов сгорания и оставшихся огнетушащих веществ.

#### **6. 4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В деревообрабатывающем цехе наиболее типичной чрезвычайной ситуацией является пожар.

К наиболее распространенным причинам возникновения пожара в цехе относятся:

- механические повреждения изоляции;
- неисправность электрооборудования, осветительных приборов и используемого в производстве инструмента;
- перегрузка электросетей, используемого оборудования;
- короткое замыкание;
- перегрев вращающихся элементов оборудования вследствие трения при их недостаточной смазке;
- появление искр в результате обработки древесины, в которой имеются случайно попавшие гвозди или кусочки металла;
- отсутствие контроля за оборудованием, находящимся под напряжением.
- использование открытого огня при ведении сварочных или ремонтных работ, а также курение.

Деревообрабатывающий цех имеет следующие источники зажигания:

- Источники открытого огня (способы варки клея с использованием огня, проведение сварочных или ремонтных работ);

- Теплота, возникающая вследствие трения вращающихся механизмов установок при отсутствии или недостаточной их смазке, а также при распилке сырья циркулярной пилой или шлифовке;
- Теплота, возникающая при возникновении электрического тока в результате нарушения изоляции кабелей электрооборудования, находящегося в цехе, а также при перегрузке данного оборудования;
- Самовозгорание отходов древесины с впитавшимся в них маслом или лакокрасочных смесей;
- Образованные при механообработке древесины искры при наличии в ней включений из металла (гвозди, осколки, обломков металла и т.п.), либо при ударах металлических элементов друг о друга;
- Разряды статического электричества, молнии.

Мероприятия, необходимые для предупреждения пожаров:

- проведение противопожарного инструктажа;
- организация проведения учений по ликвидации пожара;
- соблюдение норм, правил при установке оборудования, освещения, направленных на предупреждение возникновения пожара;
- эксплуатация оборудования в соответствии с техническим паспортом; рациональное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Для тушения пожаров в цехе используются вода, воздушно-механическая пена.

Результаты раздела позволяют оценить опасность влияния опасных и вредных факторов на пожарных, а также принять действия по снижению или устранению действия данных факторов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были проанализированы опасные факторы пожара, возникающие в деревообрабатывающем цехе предприятия. Было выявлено, что основную опасность при возникновении пожара в цехе представляет задымленность помещения, которая будет препятствовать безопасной эвакуации людей.

Определен наиболее неблагоприятный сценарий развития пожара на данном объекте. Величина индивидуального пожарного риска для данного сценария составляет  $Q_B = 4,75 \times 10^{-3}$ , т.е. превышает нормативное значение.

Для данного сценария разработан план проведения учений, а также проведен расчет необходимых сил и средств подразделений пожарной охраны, представлена схема их расстановки. По полученным данным определен ранг пожара – № 2-бис.

Также была обоснована безопасность и перспективность применения в деревообрабатывающем цехе огнетушащих составов на основе жидкого стекла. Данное вещество не является опасным для человека и окружающей среды, а также способно предотвращать повторное возгорание материала, эффективно справляясь с задачей пожаротушения.

Предложены мероприятия по предупреждению и ликвидации пожара в деревообрабатывающем цехе. В качестве мер, повышающих пожарную безопасность объекта, рекомендуется:

- хранение в цехе материала в количестве, необходимом для работы на протяжении одной рабочей смены;
- оборудовать помещение системой вытяжной противодымной вентиляции;
- разместить оборудование цеха таким образом, чтобы обеспечить быструю и безопасную эвакуацию людей из помещения;
- проводить систематическую очистку от стружки, опилок и других отходов;
- использовать в качестве огнетушащего вещества тушение пожаров составом на основе жидкого стекла.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Селина А. А. Оценка возможности применения огнетушащих составов на основе жидкого стекла при тушении легковоспламеняющихся жидкостей // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов VII Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, 8 -13 октября 2018 г., г. Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2018. — [С. 191].

2. Смирнова И. Н. , Селина А. А. Использование компьютерной программы «Искусственная жизнь» для обучения курсу «Экология» // От поиска - к решению. От опыта - к мастерству: материалы V Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием, Абакан, 20 Апреля 2018. - Абакан: ХГУ им. Н.Ф. Катанова , 2018 – [С. 127-128].

3. Selina A. A. , Smirnova I. N. , Kobzeva N. A. Assessment of students' environmental awareness // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: материалы V Международной научно-практической конференции, Междуреченск, 6-8 апреля 2016 г. – Кемерово: КузГТУ, 2016 – [С.224-225].

4. Selina A. A., Smirnova I. N Water treatment and water exploration technologies // Наука и производство: состояние и перспективы. — Кемерово, 2017. — [С. 177-180].

5. Смирнова И. Н. Активизация навыков иноязычного устного общения (английский язык, неязыковой вуз) / И. Н. Смирнова, А. А. Селина, Н. А. Кобзева // Лингвистические и культурологические традиции и инновации : тезисы докладов XVI Международной научно-практической конференции, Томск, 11-13 октября 2016 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — [С. 153-157].

6. Nikonova E. D. , Selina A. A. , Kobzeva N. A. Foreign Students' adaptation to russian cultural environment // Актуальные вопросы организации волонтерской деятельности в рамках подготовки к Универсиаде 2019: лингвопереводческий, психолого-педагогический, организационно-

управленческий и социальный аспекты: сборник трудов международной научно-практической конференции, Красноярск, 20-21 Октября 2016. – Красноярск: СибГТУ, 2016 – [С. 83-84].

7. Смирнова И. Н. , Селина А. А. , Кобзева Н. А. Экскурсоводческая практика волонтеров в процессе обучения иностранным языкам // Актуальные вопросы организации волонтерской деятельности в рамках подготовки к Универсиаде 2019: лингвопереводческий, психолого-педагогический, организационно-управленческий и социальный аспекты: сборник трудов международной научно-практической конференции, Красноярск, 20-21 Октября 2016. – Красноярск: СибГТУ, 2016 – [С. 111-113].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 15.02.2019.
2. Чечетина Т. А., Гончаренко В. С. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2018 году // Пожарная безопасность. 2019. №1. с 130-148. Дата обращения 17.02.2019.
3. НПБ 110-03 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 17.02.2019.
4. ПАО «Дальприбор» [Электронный ресурс] // URL: <http://dalpribor.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения 25.02.2019.
5. Федеральный закон РФ № 68-ФЗ от 21.12. 94г. «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 5.03.2019.
6. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 16.03.2019.
7. СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 16.03.2019.
8. Деревообрабатывающие станки и инструменты: Учебник. / Амалицкий В.В. — М.: ИРПО, Академия, 2002. — 400 с

9. ГОСТ 12.3.042-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Деревообрабатывающее производство. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 28.03.2019.
10. Храмцов С. П. Вода для тушения пожаров // Пожаровзрывобезопасность. 2007. №4.
11. Сабинин О. Ю., Агаларова С. М. Огнетушащие порошки. Проблемы. Состояние вопроса // Пожаровзрывобезопасность. 2007. №6.
12. Пат. РФ № 2275951 Водный раствор для тушения пожаров / В.А. Лотов, А. П. Смирнов, Л. Г. Лотова; опубл. 10.05.2006 // Бюл. 2006. № 13.
13. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 "О противопожарном режиме" (Правила противопожарного режима в Российской Федерации) [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 15.04.2019.
14. Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 "Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности" [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 22.04.2019.
15. Приказ МЧС России от 2 декабря 2015 г. N 632 "О внесении изменений в приказ МЧС России от 30.06.2009 N 382" [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 26.04.2019.
16. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 30.04.2019.
17. "Методические рекомендации "Организация тренировок по эвакуации персонала предприятий и учреждений при пожаре" (утв. МЧС РФ 04.09.2007 N 1-4-60-10-19) [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 5.05.2019.

18. Терещнев В. В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. – М.: Пожкнига, 2004 г. – 256 с., ил.

19. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. N 444 "Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ" [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 5.05.2019.

20. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 10.05.2019.

21. Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 12.05.2019.

22. Федеральный закон "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей" от 22.08.1995 N 151-ФЗ [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 13.05.2019.

23. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 20.05.2019.

24. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 22.05.2019.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

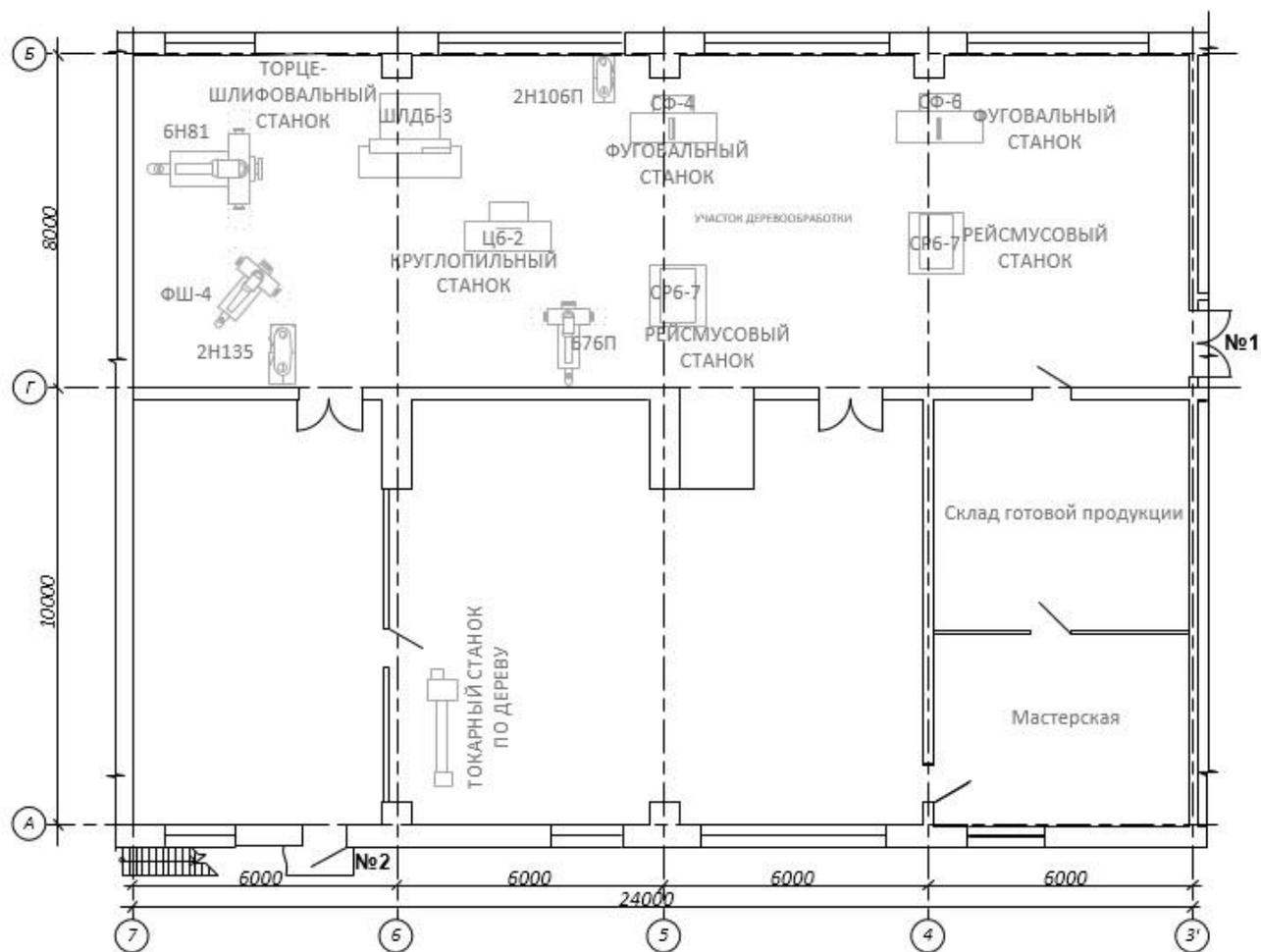


Рисунок А.1 - План деревообрабатывающего цеха с оборудованием

## Приложение Б

Таблица Б.1 – Интенсивность и скорость движения людского потока на разных участках путей эвакуации в зависимости от плотности

Плотность потока $D$ , м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Горизонтальный путь		Дверной проем, интенсивность $q$ , м/мин	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость $V$ , в/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

**Примечание.** Интенсивность движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более равная 8,5 м/мин, установлена для дверного проема шириной 1,6 м и более, а при дверном проеме меньшей ширины интенсивность движения следует определять по формуле  $q = 2,5 + 3,75 \times \delta$ .

## Приложение В

Таблица В.1 – Данные для расчета времени блокирования путей эвакуации

Параметр	Обозначение	Значение
Линейная скорость распространения пламени	$V_{л}$	$0,067 \frac{м}{с}$
Удельная массовая скорость выгорания	$\psi$	$0,014 \frac{кг}{м^2 \cdot с}$
Низшая теплота сгорания материала	$Q$	$13,8 \frac{МДж}{кг}$
Начальная температура воздуха в помещении	$t_0$	$20^{\circ}C$
Удельная изобарная теплоемкость дымовых газов	$C_p$	$1,047 \times 10^{-3} \frac{МДж}{кг \times K}$
Свободный объем помещения	$V$	$2073,6 м^3$
Коэффициент полноты горения	$\eta$	$0,97$
Коэффициент теплопотерь	$\varphi$	$0,55$
Разность высот пола	$\delta$	$0 м$
Высота площадки, на которой находятся люди над полом помещения	$h_{отм}$	$0 м$
Высота помещения	$H$	$6 м$
Высота рабочей зоны	$h$	$1,7 м$
Коэффициент, соответствующий способу распространения пожара	$n$	$3$
Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении	$X_{CO_2}$	$0,11 \frac{кг}{м^3}$
	$X_{CO}$	$1,16 \times 10^{-3} \frac{кг}{м^3}$
	$X_{HCl}$	$23 \times 10^{-6} \frac{кг}{м^3}$
Дымообразующая способность горящего материала	$D_m$	$23 \frac{H_{п \times м^2}}{кг}$
Предельная дальность видимости в дыму	$l_{пр}$	$20 м$
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала	$L_{CO_2}$	$1,51 \frac{кг}{кг}$
	$L_{CO}$	$0,024 \frac{кг}{кг}$
	$L_{HCl}$	$0,058 \frac{кг}{кг}$
Удельный расход кислорода	$L_{O_2}$	$1,26 \frac{кг}{кг}$
Коэффициент отражения предметов на путях эвакуации	$\alpha$	$0,3$
Начальная освещенность	$E$	$50 лк$
Коэффициент безопасности	$k_б$	$0,8$

## Приложение Г

Таблица Г.1- Тушение пожара в деревообрабатывающем цехе

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	$Q_{т}, \text{C}$	Введено приборов на тушение и защиту					$Q_{ф}, \text{C}$	Рекомендации РТП
			РС – 50	РС – 70	ПЛС	ГПС	СВП		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ч + 15	<p>Пожар в деревообрабатывающем цехе на третьем этаже, высокая температура, сильное задымление. На пожар прибыли подразделение 21-ПЧ в составе 2-х отделений на АЦ-40 и отделение на АЛ-30</p> <p><math>S_{\text{пожара}} = 157 \text{ м}^2</math>  <math>S_{\text{тушения}} = 50 \text{ м}^2</math></p>	65,5	1	1			11,1	<p><b>РТП 1:</b></p> <p>Начальник караула 21-ПЧ передает информацию на ЦППС 2 ОФПС по внешним признакам, подтверждает пожар <b>2 Бис</b>. Уточнить количество людей в здании. Организовать эвакуацию и спасение людей. Принять меры к обесточиванию здания.</p> <p>Отдает распоряжения:</p> <p><b>Первое отделение:</b> установить АЦ-40 на фасаде у окон корпуса № 3, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ, и подняться для спасения и эвакуации людей по Л 1.</p> <p><b>Второе отделение:</b> АЦ-40 установить на ПГ-4, проложить магистральную линию к первому входу, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ и подать ствол «А» на тушение пожара в участке на третьем этаже.</p> <p><b>АЛ</b> установить на фасаде здания для спасения и эвакуации людей</p>	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ч + 18	<p>Продолжается горение высокая температура, сильное задымление.</p> <p>Прибывает караул 2 ПЧ в составе двух отделений на АЦ-40, СПЧ на АЦ-40, ПЧ-1 на АЦ-40</p> <p><math>S_{\text{пожара}} = 157 \text{ м}^2</math> <math>S_{\text{тушения}} = 50 \text{ м}^2</math></p>	65,5	3	3			33,3	<p><b>Первое отделение:</b> АЦ-40 в резерв ПЧ-21, подготовить звено ГДЗС, подать ствол «А» на тушение.</p> <p><b>Второе отделение:</b> АЦ-40 установить к первому входу, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ, подать ствол «Б» на защиту путей эвакуации и помещений.</p> <p>АЦ-40 установить на ПГ-5, подать ствол «А» на тушение ко второму входу,</p>
Ч +20	<p>Продолжается горение высокая температура.</p> <p>Прибывает караул СПЧ ФПС в составе двух отделений на АЦ 40, 3 отделения ПЧ-9 на АЦ-40 и отделение на АГДЗС</p> <p><math>S_{\text{пожара}} = 157 \text{ м}^2</math> <math>S_{\text{тушения}} = 50 \text{ м}^2</math></p>	65,5	10	3			59,2	<p><b>Первое отделение:</b> АЦ-40 в резерв, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ подать ствол «Б» на защиту смежных участков.</p> <p><b>Второе отделение:</b> АЦ-40 в резерв, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ, подать стволы «Б» на защиту смежных участков.</p> <p><b>Установить</b> АГДЗС по распоряжению РТП, организовать пункт зарядки воздушных баллонов.</p>
Ч +24	<p>Продолжается горение, высокая температура, сильное задымление.</p> <p>Прибывает ДС СПТ г. Владивостока</p> <p><math>S_{\text{пожара}} = 157 \text{ м}^2</math> <math>S_{\text{тушения}} = 50 \text{ м}^2</math></p>	65,5	10	3			59,2	<p><b>РТП 2</b> подтверждает ранг пожара №2-Бис, отдаёт распоряжения:</p> <p>Создает штаб тушения пожара Начальнику штаба организовать взаимодействие с администрацией объекта, уточнить информацию о спасённых и эвакуированных людях, организовать два участка тушения пожара:</p> <p><b>УТП 1</b> – тушение и защита помещений в цехе на первом входе Подразделения; 21 ПЧ, 2,</p>

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
								<p>15 ПЧ, 9 ПЧ</p> <p><b>Начальником УТП 1</b> назначить руководство 21 ПЧ</p> <p><b>УТП 2</b> –защита помещений на третьем этаже Подразделения; 2 ПЧ, СЧ, 1 ПЧ,</p> <p><b>Начальником УТП 2</b> назначить руководство 2 ПЧ</p> <p>Организовать пункт зарядки воздушных баллонов на АГДЗС</p>
Ч + 25	<p>Продолжается горение, высокая температура, сильное задымление. Прибывает караул 1 ПЧ в составе двух отделений на АЦ-40.</p> <p><math>S_{\text{пожара}} = 157 \text{ м}^2</math></p> <p><math>S_{\text{тушения}} = 50 \text{ м}^2</math></p>	65,5	12	3			66,6	<p><b>Отделение:</b> АЦ-40 установить на ПГ-4, проложить резервную магистральную линию к первому ходу 21 ПЧ, подготовить резервное звено ГДЗС</p>
Ч + 30	<p>Продолжается горение, высокая температура, сильное задымление. Прибывает караул 15 ПЧ в составе одного отделения на АЦ 40.</p> <p><math>S_{\text{пожара}} = 157 \text{ м}^2</math></p> <p><math>S_{\text{тушения}} = 50 \text{ м}^2</math></p>	65,5	12	3			66,6	<p><b>Отделение:</b> АЦ-40 в резерв у ПГ-5, подготовить резервное звено ГДЗС</p>
Ч + 30	<p>Продолжается горение, высокая температура, сильное задымление. Прибывает АСА ПСС ПК.</p>	65,5	12	3			66,6	<p>Установить АСА по распоряжению РТП.</p>

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>S</b> <sub>пожара</sub> = 157 м <sup>2</sup> <b>S</b> <sub>тушения</sub> = 50 м <sup>2</sup>							
	Пожар локализован, температура снижается, задымление ослабевает. Проводится разборка, проливка.  <b>S</b> <sub>пожара</sub> = 157 м <sup>2</sup> <b>S</b> <sub>тушения</sub> = 50 м <sup>2</sup>	65,5	12	3			66,6	Принять меры к минимальному повреждению конструкций и материальных ценностей.

## Приложение Д

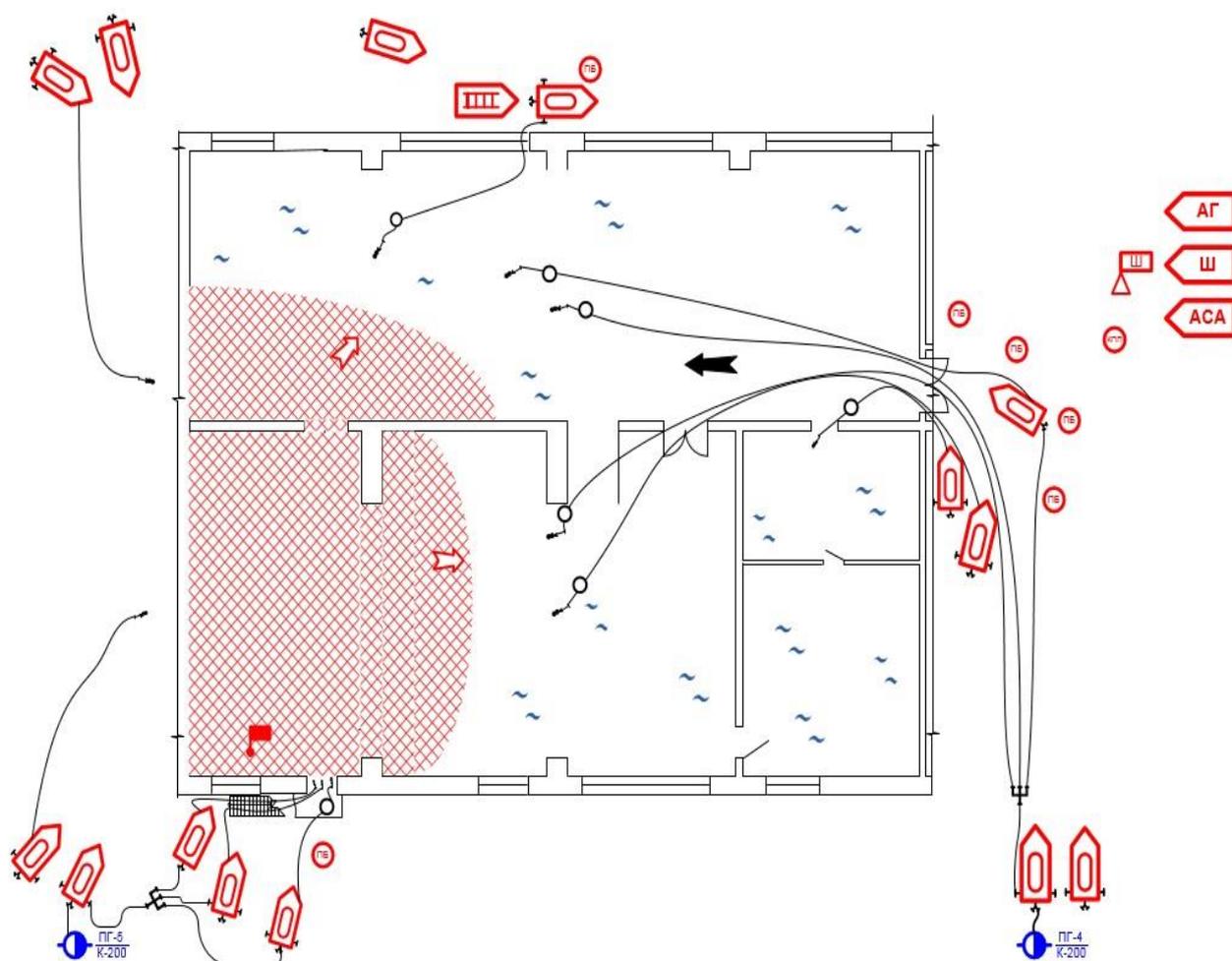


Рисунок Д.1 – Схема расстановки сил и средств