

**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>Оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации в производстве железобетонных шпал</b>	

УДК 614.8:625.142.42.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E51	Дауылбаева Елизавета Павловна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И. В.	К.Т.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 – 2020 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  
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
20.03.01 Техносферная  
безопасность  
\_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
26.02.2020 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E51	Дауылбаева Елизавета Павловна

Тема работы:

Оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации в производстве железобетонных шпал	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	57-30/с от 26.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2020 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Объект исследования – завод по производству железобетонных шпал;</li><li>- Вид сырья, используемого при производстве – сухие бетонные смеси;</li><li>- Режим работы – циклический.</li></ul>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Технология производства ЖБИ;</li><li>- Правила техники безопасности при производстве железобетонных шпал;</li><li>- Оборудование для изготовления железобетонных шпал;</li><li>- Силоса для хранения сухих бетонных смесей;</li><li>- Анализ возможных чрезвычайных ситуаций при производстве железобетонных шпал;</li><li>- Мероприятия по повышению безопасности при производстве железобетонных шпал.</li></ul>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	Кащук Ирина Вадимовна
СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Романцов Игорь Иванович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	26.02.2020
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		26.02.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1Е51	Дауылбаева Елизавета Павловна		26.02.2020

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП по  
направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»**

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>
<i>Общекультурные и общепрофессиональные компетенции</i>	
<b>P1</b>	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.
<b>P2</b>	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
<b>P3</b>	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.
<b>P4</b>	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.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
<b>P5</b>	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.
<b>P6</b>	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.
<b>P7</b>	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов.
<b>P8</b>	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду.
<b>P9</b>	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации.

**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 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
26.02.2020	Введение в работу	10
03.03.2020	Изучение информации об объекте исследования	15
28.03.2020	Написание литературного обзора	10
10.04.2020	Анализ статистических данных по аварийности на производстве ЖБИ	10
27.04.2020	Проведение анализа рисков, разработка мероприятий по снижению риска	20
12.05.2020	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	15
25.05.2020	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	К.Т.Н.		04.02.2020

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		04.02.2020

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E51	Дауылбаева Елизавета Павловна

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование, используемое в ИР
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

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

1. Анализ конкурентных технических решений ИР	Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Расчет бюджетной стоимости ИР
4. Оценка ресурсной эффективности ИР	Определение: интегрального финансового показателя; интегрального показателя ресурсоэффективности; интегрального показателя эффективности.

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИ	
2. Матрица SWOT	
3. Диаграмма Ганта	
4. Бюджет НИ	
5. Основные показатели эффективности НИ	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	К.Т.Н, доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E51	Дауылбаева Елизавета Павловна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E51	Дауылбаева Елизавета Павловна

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

Тема ВКР:

Оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации в производстве железобетонных шпал	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объектом исследования является предприятие по производству железобетонных шпал.</p> <p>Рабочая зона – завод, на котором проходит производство железобетонных шпал. Основными цехами при производстве жб шпал являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– бетоносмесительное отделение;</li> <li>– формовочный цех;</li> <li>– хозяйственные и служебные помещения;</li> <li>– склад цемента;</li> <li>– склад арматуры;</li> <li>– склад заполнителей;</li> <li>– склад готовой продукции;</li> <li>– склад горючесмазочных материалов.</li> </ul>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.4.011-89 СанПин 2.2.4-548-96 СНиП 23-05-95* ГОСТ 12.1.007-76 ГОСТ 12.0.003-2015 ГОСТ 12.4.124-83 ГОСТ Р 54747-2011 ФЗ № 69 от 21.12.1994 ФЗ № 7 10.01.2002</p>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Вредные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Освещение рабочей зоны</li> <li>– Микроклимат в помещении</li> <li>– Зрительное напряжение</li> <li>– Степень нервно-эмоционального напряжения;</li> <li>– Монотонность труда;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вибрация;</li> <li>– Шум;</li> <li>– Запыленность.</li> </ul> <p>Опасные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Химические вещества;</li> <li>– Механические повреждения;</li> <li>– Статическое электричество.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– охрана здоровья человека, поддержание или восстановление благоприятного состояния окружающей природной среды и сохранение биологического разнообразия;</li> <li>– комплексная переработка материально - сырьевых ресурсов в целях уменьшения количества отходов;</li> <li>– использование новейших научно - технических достижений в целях реализации малоотходных и безотходных технологий;</li> <li>– сертификация продукции, работ и услуг, представляющих потенциальную опасность для человека;</li> <li>– утилизация ТБО, люминесцентных ламп, отходы производства.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Аварии, возникающие на производстве жб шпал, приводят к ЧС, так как имеет место возникновение пожара, так как имеются масла, различные виды топлива, которые являются взрывопожароопасными.</li> </ul>

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E51	Дауылбаева Елизавета Павловна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 90 с, 5 рисунков, 19 таблиц, 22 источника.

Ключевые слова: железобетонное изделие, авария, риск, чрезвычайная ситуация, пожар, взрыв, силос, производство.

Объектом исследования по оценке риска аварии является предприятие по производству железобетонных шпал.

Целью работы является оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации в производстве железобетонных шпал.

В процессе работы были изучены: технология производства железобетонных изделий; причины аварий при производстве железобетонных шпал.

В результате исследования были рассчитаны размеры возможного пожара при аварии на предприятии по производству железобетонных шпал.

На основании полученных результатов проведенных расчетов были разработаны рекомендации по снижению вероятности реализации чрезвычайной ситуации.

## **Обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

ЧС – Чрезвычайная ситуация;

ЖБИ – железобетонные изделия;

ЖБ – железобетонный;

ПДК – Предельно допустимая концентрация;

НКПВ – нижним концентрационным пределом воспламенения;

МВСК – минимальным взрывоопасным содержанием кислорода;

ОПО – опасный производственный объект.

Использованы следующие нормативные ссылки:

1. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
2. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труд. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
3. СанПиН 2.2.4-548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
4. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение.
5. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
6. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

7. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 54747-2011 Шпалы железобетонные для железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия.
9. ФЗ № 69 от 21.12.1994 «О пожарной безопасности».
10. ФЗ № 7 10.01.2002 «Об охране окружающей среды».
11. ГОСТ 12.1.003-83 ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
12. ФЗ от 21 декабря 1994 г № 68 «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера».
13. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2003 г № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС».
14. Постановление Правительства РФ от 4 августа 2003 № 547 «О подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера».
15. НПБ 107-97 Определение категорий наружных установок по пожарной опасности.
16. ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

## Оглавление

Введение.....	14
1. Литературный обзор .....	16
1.1 Объект исследования.....	16
1.2 Выполнение оценки рисков .....	17
1.2.1 Определение цели и границ применения .....	17
1.2.2 Понимание сферы деятельности.....	18
1.2.3 Обзор критериев принятия решений .....	18
1.2.3.1 Общие положения.....	18
1.2.3.2 Анализ данных .....	19
1.3 Технология производства.....	20
1.3.1 Общие положения .....	20
1.3.2 Правила техники безопасности при производстве железобетонных шпал 23	
1.3.3 Оборудование для изготовления железобетонных шпал .....	23
1.3.4 Силоса для хранения сухих бетонных смесей .....	26
2. Анализ возможных чрезвычайных ситуаций при производстве железобетонных шпал.....	29
3. Оценка риска возникновения ЧС в производстве жб шпал .....	32
3.1 Описание расчетной ситуации .....	32
3.2 Особенности пожаровзрывоопасности горючих веществ .....	32
3.3 Расчет критериев пожарной опасности при сгорании веществ.....	33
3.4 Расчет избыточного давления при сгорании веществ в помещении.....	33
3.5 Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара» .....	35
3.6 Расчет параметров волны давления при сгорании горючего вещества .....	37
3.7 Расчет размеров возможного пожара и его потенциальной энергии .....	38
3.8 Оценка индивидуального и социального рисков .....	40
4. Мероприятия по повышению безопасности при производстве железобетонных шпал.....	44
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	48
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	48
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	48

5.1.2	Анализ конкурентных технических решений .....	48
5.1.3	SWOT-анализ.....	50
5.2	Планирование научно-исследовательских работ .....	52
5.2.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	52
5.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ .....	53
5.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	54
5.3	Бюджет затрат .....	57
5.3.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	58
5.3.2	Расчет амортизации специального оборудования .....	58
5.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	60
5.3.4	Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала .	61
5.3.5	Отчисления вне бюджетные организации .....	62
5.3.6	Накладные расходы .....	62
5.3.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	63
5.4	Определение эффективности исследования .....	63
5.4.1	Определение ресурсоэффективности исследования.....	63
5.5	Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	65
6.	Социальная ответственность .....	67
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	67
6.2	Производственная безопасность .....	70
6.3	Экологическая безопасность .....	80
6.4	Безопасность в ЧС .....	84
6.5	Вывод по разделу социальная ответственность .....	87
	Заключение .....	88
	Список литературы.....	89

## **Введение**

Обеспечение безопасности производственного объекта – это цель каждого предприятия. Важно принимать во внимание все возможные риски возникновения чрезвычайной ситуации, ведущие к материальному и финансовому ущербу, а так же к человеческим травмам, к временной или полной потере работоспособности, и в том числе повлечь за собой человеческие жертвы.

Из всего многообразия технологических процессов при производстве железобетонных шпал, имеет место возникновение пожара, так как существуют масла, различные виды топлива, которые являются взрывоопасными.

Пожар - это неконтролируемое горение, которое наносит материальный ущерб, наносит вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства [1].

Пожары могут быть результатом взрывов в помещениях или производственных помещениях во время утечек и аварийных выбросов пожароопасных и взрывоопасных веществ в окружающую среду производственных помещений.

Во время пожаров возникают различные опасные факторы, одним из которых является попадание большого количества вредных продуктов сгорания в воздух рабочей зоны, что в основном приводит к острому отравлению людей. Другим фактором является повышение температуры в зоне горения. Этот фактор может привести к тепловым ожогам кожи и внутренних органов людей, а также вызвать потерю несущей способности строительных конструкций.

Все вышесказанное позволяет предположить, что проблема безопасности при производстве железобетонных шпал актуальна для обсуждения. Все действия, предпринимаемые для повышения безопасности на рабочем месте, необходимы, и полученный вклад очень важен. Причин несчастных случаев на производстве много, но наиболее распространенными из них являются: некомпетентность работников в области правил охраны труда, а также несоблюдение правил безопасности при организации труда.

Цель работы – разработка мероприятий по снижению рисков возникновения аварий на предприятии по производству железобетонных шпал.

Задачи работы:

- Выявление опасностей при производстве железобетонных шпал;
- Расчёт параметров поражающих факторов вероятного сценария развития ЧС и времени эвакуации;
- Разработка мероприятий, направленных на снижение возможных рисков возникновения аварии на производстве.

По результатам проведенной работы должна быть разработана методология, внедрение которой в производство позволит улучшить ситуацию с обеспечением безопасности на производстве, а так же уменьшить риски возникновения аварий на любом производстве железобетонных шпал.

# 1. Литературный обзор

## 1.1 Объект исследования

Железобетонная шпала – это брус специального профиля и армирования, изготовленный из напряженного железобетона, предназначенный для опирания рельсов в железнодорожном пути [2].

Шпалы в зависимости от типа рельсового крепления подразделяют на [2]:

- тип I - для раздельного рельсового крепления с резьбовым прикреплением рельса и подкладки к шпале;
- тип II - для нераздельного анкерного рельсового крепления с безрезьбовым прикреплением рельса к шпале;
- тип III - для нераздельного рельсового крепления с резьбовым прикреплением рельса к шпале.

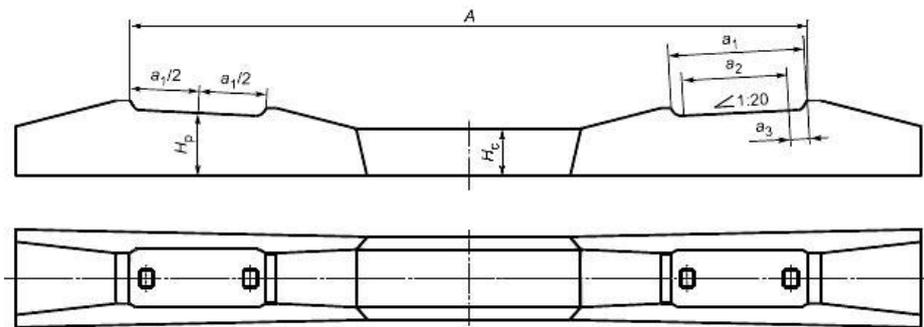


Рисунок 1.1 – Схема шпал типа I

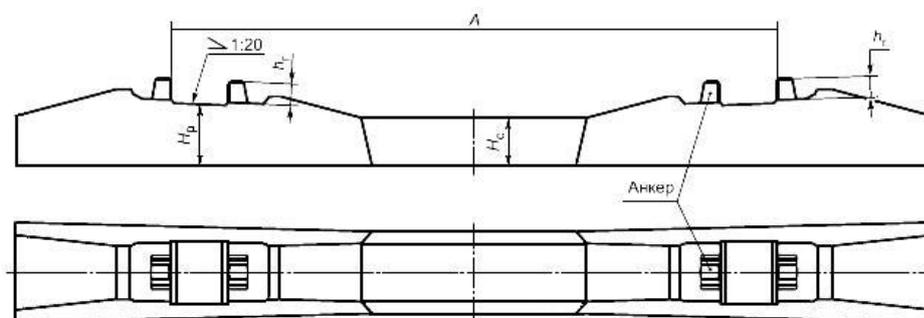


Рисунок 1.2 - Общий вид шпал типа II

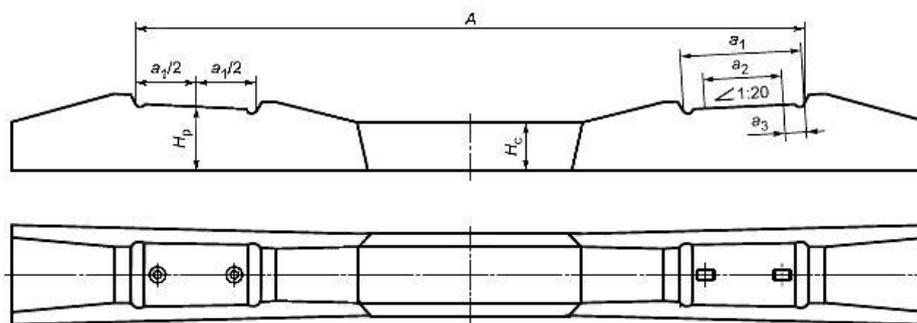


Рисунок 1.3 - Схема шпал типа III

Каждый из указанных типов шпал включает подтипы шпал с отдельными конструктивными особенностями. Обозначения подтипов шпал приводят в конструкторской документации, согласованной с владельцами инфраструктуры.

Железобетон – строительный материал, состоящий из бетона и стали, которые работают под нагрузкой, как единая система. Сочетание в железобетоне двух различных по структуре и физико-механическим свойствам материалов обеспечивает усиление слабо работающего на растяжение бетона стальной арматурой, которая одинаково хорошо сопротивляется и растяжению, и сжатию, восполняя недостатки бетона как конструкции материала. Несущая способность Ж. зависит от количества арматуры: армирование 1–2% от площади поперечного сечения изгибаемого элемента позволяет увеличить его несущую способность примерно в 20 раз по сравнению с чисто бетонным. Наличие арматуры в железобетонных сжатых колоннах (стойках) даёт возможность уменьшить их поперечные размеры [3].

## 1.2 Выполнение оценки рисков

### 1.2.1 Определение цели и границ применения

Определение цели оценки риска должно включать определение решений или действий, к которым будут применяться результаты оценки, лиц, принимающих решения, участвующих сторон, а также сроков и

характера требуемых результатов (например, обязательна ли качественная или количественная информация).

Объем оценки риска должен быть определен, а также то, что включено и исключено из оценки. Любые условия, предположения, ограничения или необходимые ресурсы, связанные с оценочной деятельностью, также должны быть указаны.

## **1.2.2 Понимание сферы деятельности**

Оценщики должны знать о более широком контексте, в котором будут приниматься решения и действия, основанные на их оценке. Это включает в себя внутренние и внешние обстоятельства, которые вносят вклад в рабочую среду организации, а также в более широкие социальные и экологические аспекты. Любое утверждение, относящееся к оценке, должно быть рассмотрено и проверено, чтобы обеспечить его актуальность и уместность. Понимание расширенной картины играет важную роль в задачах повышенной сложности.

## **1.2.3 Обзор критериев принятия решений**

### **1.2.3.1 Общие положения**

Основа, на которой принимаются решения и определяются дальнейшие действия, зависит от:

- наиболее подходящих технологий оценки;
- методов анализа рисков;
- результатов, которые будут получены из анализа.

Следовательно, критерии, которые необходимо учитывать при принятии решений, включая критерии риска, должны быть проанализированы до проведения оценки. Критерии могут быть

количественными или качественными. В некоторых случаях явные критерии не могут быть использованы, и вовлеченные стороны используют свое суждение, чтобы ответить на результаты анализа.

При рассмотрении критериев вы должны учитывать:

- как будет принято решение о приемлемости риска;
- как будет определяться относительная значимость рисков;
- как будет учитываться риск при выборе между несколькими вариантами в ситуациях, когда каждый вариант связан с несколькими рисками, которые могут иметь положительные или отрицательные последствия, или и тем, и другим.

### **1.2.3.2 Анализ данных**

Анализ данных может обеспечить:

- корреляции, которые могут указывать на возможные причинно-следственные связи для дальнейшей проверки;
- тенденции и закономерности, включая частоту, которые показывают, что может повлиять на будущее;
- понимание прошлых последствий и их вероятностей, чтобы извлечь уроки из полученного опыта.

Ограничения и неопределенности, связанные с данными, должны быть определены и поняты.

Прошлые данные нельзя считать применимыми в будущем, но они могут указывать лицам, принимающим решения, о том, что более или менее вероятно произойдет в будущем.

## **1.3 Технология производства**

### **1.3.1 Общие положения**

При организации и ведении технологических процессов производства сборных железобетонных и бетонных конструкций и изделий должны быть обеспечены:

- метеорологические условия в рабочей зоне производственных помещений по ГОСТ 12.1.005-76;
- содержание пыли в воздухе рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005-76;
- уровни звукового давления по ГОСТ 12.1.003-83;
- гигиенические нормы вибрации по ГОСТ 12.1.012-78 с изм.

Железобетонные изделия и монолитный железобетон - один из самых прочных современных строительных материалов. Любые отдельно взятые железобетонные изделия - фундаментные блоки, плиты и перемычки, столбы и заборы - изготавливаются по специфической технологии с определенной системой армирования, рецептурой бетона и т.д. Технологический процесс производства складывается из следующей последовательности операций:

- приготовление бетонной смеси;
- армирование ЖБИ изделий;
- формование;
- твердение;
- обработка поверхности готовых изделий.

1) Приготовление бетонной смеси. Рецепт бетона включает следующие элементы:

- вода;
- заполнители - разного рода сыпучие материалы (песок, гравий, керамзит, шлак и др.);
- вяжущее вещество (преимущественно цемент, реже - полимеры, дегти и битумы);
- специфические добавки - для усиления тех или иных свойств (прочности, декоративности и т. д.) по необходимости.

Соотношение элементов определяется требованиями ГОСТ к эксплуатационным качествам готовых изделий, а потому для каждого из ЖБИ оно будет различным.

2) Армирование ЖБИ.

На данном этапе производства железобетонных изделий на заводах применяют один из двух принципиально различных способов: ненапряженное и предварительно напряженное армирование.

Ненапряженное армирование. Производится с использованием объемных каркасов и плоских сеток. Для этих целей применяют арматуру двух типов: основную и вспомогательную. Основная арматура помещается в тех частях изделия, в которых под нагрузкой в дальнейшем будут возникать растягивающие напряжения. Вспомогательная арматура размещается в ненапряженных или сжатых местах изделия.

Предварительно напряженное армирование. Применяется для производства конструктивных элементов, ориентированных под изгибающие нагрузки. В бетоне по всей площади сечения создается

предварительное обжатие, у напорных труб железобетонных оно может достигать показателя в  $120 \text{ кг/см}^2$ . В качестве базовой напрягаемой арматуры используют высокопрочную проволочную или упрочненную сталь.

### 3) Формование.

Различают три основных способа формования:

- Стендовый. Изделия изготавливаются в непереключаемых формах. К этому способу относится формование на плоских стендах, в кассетах и матрицах;
- Производство ЖБИ в перемещаемых формах. При таком способе изделие вместе с формой перемещается на специализированных постах по мере выполнения отдельных операций;
- Непрерывное формование. Один из самых современных способов, который предполагает использование вибропрокатного стана. Данный метод формования наиболее производительный.

### 4) Твердение.

Для затвердевания железобетонных изделий применяют три различных режима:

- нормальный – при температуре от  $15$  до  $20^\circ\text{C}$ ;
- тепловая обработка – при температуре до  $100^\circ\text{C}$ ;
- автоклавная обработка – пропаривание при температуре выше  $100^\circ\text{C}$  и повышенном давлении.

Выбор температурного режима твердения зависит от требований к прочности железобетонных изделий.

## 5) Обработка поверхности

Способ отделки ЖБИ выбирается с учетом предполагаемых условий эксплуатации и типа изделий. Так, например, стеновые блоки могут обрабатываться с использованием алюминиевых листов и цветных цементных плиток.

На завершающем этапе все ЖБИ изделия проходят контроль качества.

### **1.3.2 Правила техники безопасности при производстве железобетонных шпал**

- 1) Очистку арматурной стали от окалины и ржавчины следует производить в металлических ящиках, подсоединенных к аспирационной системе, исключающих возможность выделения запыленного воздуха в производственное помещение.
- 2) В зоне передвижения протяжной каретки должно быть световое табло с надписью: "Осторожно - идет натяжение!". Световое табло должно включаться при выполнении операции натяжения струнопакетов.
- 3) При натяжении струнопакетов форма должна быть закрыта сетчатым металлическим ограждением.

### **1.3.3 Оборудование для изготовления железобетонных шпал**

#### **а. Виброплощадка**

Виброплощадки по периметру должны быть закрыты сплошными металлическими ограждениями. Для снижения уровня шума ограждения с внутренней стороны должны быть покрыты звукопоглощающими материалами (перлитофосфогелевые плиты, пенополистирол).

#### **б. Пригрузы**

Для установки пригруза при ремонте, чистке и смазке должны быть инвентарные приспособления (подставки, столики, стеллажи).

#### с. Рольганги приводные

Рольганги с двух сторон должны быть оборудованы аварийными тросовыми выключателями, позволяющими останавливать их с любого места по всей длине рольганга.

Для предупреждения о пуске рольганга должны быть снабжены звуковой и световой сигнализацией (электрические звонки, мигающие электрические лампочки).

Рольганги должны быть оборудованы упорными роликами, ограничивающими боковое смещение транспортируемой формы.

Упорные ролики должны быть установлены на рамы рольгангов с шагом не менее 4 м.

#### d. Пилы для резки струн между шпалами

Пилы для резки струн должны быть размещены в звукоизолирующих камерах (боксах).

Двери камер должны быть заблокированы с приводом пилы так, чтобы при открытой или неполностью закрытой двери привод автоматически отключался.

Присутствие людей в камере во время работы пилы запрещается. Пульт управления пилой должен быть расположен вне камеры.

Для сбора и удаления шлака в камере должны быть приемки, закрытые металлическими решетками с ячейками 100      100 мм.

#### e. Прессы для испытания шпал

Прессы должны быть ограждены по периметру сетчатым металлическим ограждением высотой не менее 1,8 м с ячейками размером 25 25 мм. В ограждениях должны быть двери, заблокированные с приводом пресса так, чтобы при открытых или неполностью закрытых дверях привод пресса автоматически отключался.

Присутствие людей в опасной зоне во время испытания шпал запрещается. Пульт управления прессом следует располагать вне ограждения.

Пресс должен быть оборудован устройством (упорами, стопорами, фиксаторами) для закрепления подвижной траверсы на направляющих при осмотрах и ремонтных работах.

#### f. Устройства протяжные и станды вытяжки струнопакетов

Устройства протяжные и станды вытяжки струнопакетов должны быть закрыты сетчатым металлическим кожухом.

Кожух должен быть заблокирован с приводом протяжки (вытяжки) так, чтобы при отсутствии или неправильно установленном кожухе приводы протяжки (вытяжки) автоматически отключались.

Съем и открывание кожуха должны быть механизированы.

#### g. Станки для резки струнопакетов

Зона резки струнопакетов должна быть закрыта сетчатым металлическим кожухом. Снизу кожуха должен быть установлен экран для предупреждения вылета искр.

#### h. Машины для очистки пустотообразователей и закладных деталей

Крышки загрузочного люка машины должны быть заблокированы с приводом машины так, чтобы при открытой или неплотно закрытой крышке привод автоматически отключался.

Машины должны быть оборудованы устройствами (лотками, емкостями, отстойниками) для сбора и удаления загрязненной воды.

#### **1.3.4 Силоса для хранения сухих бетонных смесей**

Для хранения сухих бетонных смесей или других сыпучих материалов требуется специально разработанное и подготовленное оборудование - силосы. Это закрытые вместительные бункеры с приемными и распределительными устройствами, а также вспомогательным оборудованием и механизмами. Контейнер для хранения сыпучих продуктов выполнен в виде высокого металлического цилиндра, закрытого сверху крышкой и имеющего вентиляцию и фильтры.

Нижняя часть имеет коническую конструкцию с закрывающейся заслонкой. Через него выдаются необходимые порции цемента или другой смеси. Вся конструкция установлена вертикально на опорах. Сегодня удобные вместительные бункеры для цемента стали неотъемлемой частью складов для сыпучих строительных материалов и используются многими компаниями.

Предлагаемые бункеры для цемента обладают множеством несомненных преимуществ. Вот только некоторые из них:

- Складная конструкция. Оборудование изготавливается в виде готовых узлов, которые легко доставить на место и установить. Если вам нужно отремонтировать или заменить отдельные детали, их можно легко снять;

- Наличие комплектующих и запчастей. Любое оборудование, независимо от его назначения, требует тщательного внимания. Однако со временем детали изнашиваются и требуют замены. Запасные части силосов всегда в наличии в нужном ассортименте и стоят недорого для покупателя;
- Полный комплект документации. Оборудование поставляется с необходимыми чертежами и монтажными схемами. Они помогают вам создавать и поддерживать ваши устройства;
- Длительная операция. Хорошо зарекомендовавшие себя материалы используются для изготовления основных компонентов и элементов конструкций: сталь, бетон. Если вы будете следовать рекомендациям производителя, оборудование прослужит не менее 20 лет;
- Применение в различных условиях. Оборудование может с одинаковым успехом работать в помещениях и на открытом воздухе;
- Надежная защита сыпучих материалов от воздействия неблагоприятных природных факторов. Цемент или другие смеси остаются сухими и не меняют своих характеристик;
- Простота в эксплуатации. Конструкция заточена для сыпучих продуктов и оснащена всем необходимым для удобной загрузки, контроля и выгрузки.

Причины аварий силосов:

1. Перегрузка.
2. Ошибки при изготовлении.
3. Ошибки в проектировании.
4. Некачественный металл.

5. Некачественные болты.
6. Небрежный монтаж.
7. Дефекты фундаментов.
8. Неправильная эксплуатация.
9. Вибрация.

## **2. Анализ возможных чрезвычайных ситуаций при производстве железобетонных шпал**

Законодательство РФ в области защиты населения и территорий от ЧС состоит из ФЗ от 21 декабря 1994 г № 68 «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера», Постановления Правительства РФ от 30 декабря 2003 г № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС», Постановления Правительства РФ от 4 августа 2003 № 547 «О подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера» и другие правовые документы.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [6].

При этом производстве может произойти пожар, поскольку существуют масла, различные виды топлива, которые являются взрывоопасными и легковоспламеняющимися.

В большинстве случаев пожары происходят в любом месте, после чего пламя распространяется на горючие материалы и конструкции зданий на соседние объекты и помещения. После образования первичного очага пожара в помещении процесс развития пожара может идти по одному из следующих сценариев: возгораемый объект полностью сгорит, а огонь прекратится, не распространяясь на другие изделия из горючих материалов.

Это происходит, в частности, если первый объект, который загорелся, находится в изолированном положении, и теплового потока от зоны горения к соседним объектам недостаточно, чтобы зажечь их. Процесс горения

также может быть остановлен или значительно замедлен по мере выгорания кислорода. Этот сценарий может быть реализован, если помещение плохо проветривается; если есть достаточно топлива и свежего воздуха, огонь может разрастаться до размеров полного охвата всей комнаты. Приблизительно условием покрытия всей комнаты пламенем можно считать наличие плотности теплового потока, превышающей  $20\text{кВт/м}^2$  в комнате. Более того, источниками лучистого теплового потока могут быть как факел горящего материала, так и раскаленная поверхность верхних частей помещения, пламя охватывало потолок, а горячие продукты сгорания собирались возле потолка.

Кроме того, на процесс и скорость полного охвата помещения огнем могут повлиять другие факторы, например, может произойти взрыв кислородного баллона; после полного охвата помещения огнем внешние поверхности горючих предметов в помещении, где произошел пожар, будут охвачены огнем, интенсивность тепла возрастет до максимума. В этот момент температура в помещении может достигать температуры порядка  $1100\text{-}1200^\circ\text{C}$ . Высокие температуры будут поддерживаться до тех пор, пока интенсивность образования легковоспламеняющихся летучих продуктов не начнет уменьшаться в результате истощения горючих веществ или из-за сжигания кислорода. В этот период из-за повышенных тепловых нагрузок может произойти обрушение строительных элементов.

Началом разрушения отдельных строительных конструкций, как правило, является начало переноса огня в соседние помещения путем проникновения пламени или мощных тепловых потоков в них. Разрушение строительных элементов (прежде всего остекление) приводит к разгерметизации помещения и интенсивному проникновению в зону горения свежих порций воздуха.

## **Примеры аварий на заводах по производству железобетонных изделий**

Опасность работы на заводе по производству жб изделий и ее вредность напрямую зависит от эксплуатации морально и физически изношенного оборудования. Статистика аварий на заводах по производству жб изделий отмечает основные причины их возникновения:

- Неосторожное обращение с огнем.
- Взрывы на заводе.
- Разрушение конструкций предприятий.

1 В результате технического сбоя на производстве железобетонных изделий в ночь на 19 января 2017 года на улице Ванеева, 10, в помещении завода железобетонных изделий произошёл взрыв. В результате происшествия погиб 18-летний рабочий.

По данным источника в правоохранительных органах, уроженец Таджикистана работал на предприятии с декабря 2016 года на позиции подсобного рабочего. В эту ночь он находился один на рабочем месте в цехе в ночную смену. По предварительной информации, в рабочем помещении находилась печь для поддержания тепла пола и подогрева изделий. Взрыв мог произойти от низкого давления воды в печи.

Как сообщили в администрации Невского района, сигнал в оперативные службы поступил в 1:33 ночи. Взрыв не вызвал горения и разрушения железного ангара, в котором всё произошло.

2 08 июля 2013 года. Ленинградская область. Коммунар. Обрушилась железобетонная стена на территории металлобазы №1 – Антропшино ЗАО “Сталепромышленная компания СПб” по улице Железнодорожная, 2. В результате аварии погиб 38-летний мужчина.

### 3. Оценка риска возникновения ЧС в производстве жб шпал

#### 3.1 Описание расчетной ситуации

В результате аварии в соседнем городе произошли перебои в подаче электроэнергии, в том числе короткое замыкание.

В технологическом помещении предприятия, которое производит железобетонные шпалы с размерами помещения  $85 \times 45 \times 6$ , произошла внезапная разгерметизация технологического устройства, после чего произошел случайный выброс, все они были в пыли массой 85 т, в результате замыкать огонь.

Количество рабочих смены: 15 человек.

Существует риск пожара или значительного повреждения на близлежащем объекте, расположенном в 85 м от аварийного объекта.

#### 3.2 Особенности пожаровзрывоопасности горючих веществ

Согласно ГОСТ 12.1.041-83 «Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования» (с изменениями 1988 г., 1990 г.) горючие пыли, находящиеся во взвешенном состоянии в газовой среде характеризуются следующими показателями пожаровзрывоопасности:

- нижним концентрационным пределом воспламенения (НКПВ);
- минимальной энергией зажигания ( $W_{\min}$ );
- максимальным давлением взрыва ( $P_{\max}$ );
- температурой самовоспламенения ( $t_{\text{св}}$ );
- минимальным взрывоопасным содержанием кислорода (МВСК);
- скоростью нарастания давления при взрыве ( $\frac{dP}{dt}$ ).

Анализ аварий, связанных с пылевоздушными взрывами, показывает, что в большинстве случаев местом происхождения первоначального взрыва

или вспышки - технологическое, транспортное или аспирационное оборудование, а также силосы и эксплуатационные бункеры.

Отсюда и оправдание возникновения чрезвычайной ситуации, и оно было несправедливо пропущено.

### **3.3 Расчет критериев пожарной опасности при сгорании веществ**

Методика расчета критериев пожарной опасности при сгорании взрывоопасной пыли определена в ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» [8], а также НПБ 107-97 «Определение категорий наружных установок по пожарной опасности» [9].

### **3.4 Расчет избыточного давления при сгорании веществ в помещении**

Одним из поражающих факторов является избыточное давление, служащее количественным критерием категории опасности.

Избыточное давление при сгорании веществ в помещении, кПа, рассчитывается по формуле:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\Pi} \cdot \rho_B \cdot C_B \cdot T_0 \cdot K_H},$$

где  $m$  – расчетная масса взвешенной в объеме помещения горючей пыли, образовавшейся в результате аварийной ситуации, кг;

$H_T$  – теплота сгорания истекающего вещества, Дж/кг;

$P_0$  – начальное атмосферное давление, кПа;

$Z$  – доля участия взвешенной горючей пыли при сгорании пылевоздушной смеси (0,5 при газе и пыли; 0,3 при парах жидкости; 1 при водороде);

$V_{\Pi}$  – свободный объем помещения, который принимается как 80 % от геометрического объема помещения, м<sup>3</sup>;

$\rho_B$  – плотность воздуха до сгорания пылевоздушной смеси при

начальной температуре  $T_0$ , кг/м<sup>3</sup>;

$C_B$  – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);

$T_0$  – начальная температура воздуха в помещении, К;

$K_H$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения (принимается равным 3);

Определим значения приведенных составляющих формулы для определения избыточного давления:

а) атмосферное давление  $P_0 = 101$  кПа;

б) коэффициент участия горючего вещества во взрыве  $Z = 0,5$  (при газе и пыли при отсутствии возможности получения сведений для расчета);

в) свободный объем помещения  $V_{\Pi} = 0,8 \cdot 85 \cdot 45 \cdot 6 = 18360$  м<sup>3</sup>;

г) плотность воздуха  $\rho_B = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>;

д) теплоемкость воздуха  $C_B = 1010$  Дж/(кг·К);

е) температура в помещении  $T_0 = 293$  К;

ж) коэффициент негерметичности  $K_H = 3$ ;

з) теплота сгорания истекающего вещества  $H_T = 93,37 \cdot 10^6$  Дж/(кг·К);

и) расчетную массу  $m$ , кг, принимаем равной  $m = 0,8 \cdot 85000 = 68000$  кг.

Учитывая заданные условия расчетной ситуации согласно формуле, определяем избыточное давление:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\Pi} \cdot \rho_B \cdot C_B \cdot T_0 \cdot K_H},$$

$$\Delta P = \frac{m \times H_T \times P_0 \times Z}{V_{\Pi} \times \rho_B \times C_B \times T_0 \times K_H} = \frac{68000 \times 93,37 \times 10^6 \times 101 \times 0,5}{18360 \times 1,2 \times 1010 \times 293 \times 3} = 49177 \text{ кПа}$$

Таким образом, избыточное давление, рассчитанное для заданной ситуации, составляет 49177 кПа. Исходя из этого, определяем категорию помещения по взрывопожарной и пожарной опасности (НПБ 105-03) – Б взрывопожароопасная [10].

### 3.5 Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара»

Образование «Огненных шаров» приводит к тяжелым последствиям. Они вызывают вторичные пожары, так как интенсивность теплового излучения очень высока.

1. Расчет интенсивности теплового излучения «огненного шара»  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>, проводят по формуле:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau,$$

где  $E_f$  – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м<sup>2</sup>;

$F_q$  – угловой коэффициент облученности;

$\tau$  – коэффициент пропускания атмосферы.

2.  $E_f$  определяют на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать  $E_f$  равным 450 кВт/м<sup>2</sup>.

3.  $F_q$  рассчитывают по формуле:

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4 \left[ \left( \frac{H}{D_s} + 0,5 \right)^2 + \left( \frac{r}{D_s} \right)^2 \right]^{1,5}},$$

где  $H$  – высота центра «огненного шара», м;

$D_s$  – эффективный диаметр «огненного шара», м;

$r$  – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м.

4. Эффективный диаметр «огненного шара»  $D_s$  рассчитывают по формуле:

$$D_s = 5,33m^{0,327},$$

где  $m$  – масса горючего вещества, кг

5.  $H$  определяют в ходе специальных исследований. Допускается

принимать  $H$  равной  $D_s/2$ .

6. Время существования «огненного шара»  $t_s$ , с, рассчитывают по формуле:

$$t_s = 0,92m^{0,303}.$$

7. Коэффициент пропускания атмосферы  $\tau$  рассчитывают по формуле:

$$\tau = \exp\left[-7,0 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2\right)\right].$$

8. Определяем эффективный диаметр «огненного шара»  $D_s$ :

$$D_s = 5,33 \times 85000^{0,327} = 218,1 \text{ м}$$

9. Принимая  $H = D_s/2 = 218,2/2 = 109,5$  м, находим угловой коэффициент облученности  $F_q$ :

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4 \left[ \left( \frac{H}{D_s} + 0,5 \right)^2 + \left( \frac{r}{D_s} \right)^2 \right]^{1,5}},$$

$$F_q = \frac{\frac{109,5}{218,1} + 0,5}{4 \times \left[ \left( \frac{109,5}{218,1} + 0,5 \right)^2 + \left( \frac{85}{218,1} \right)^2 \right]^{1,5}} = 0,202$$

10. Находим коэффициент пропускания атмосферы  $\tau$ :

$$\tau = \exp\left[-7,0 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2\right)\right].$$

$$\tau = \exp\left[-7,0 \times 10^{-4} \left(\sqrt{85^2 + 109,5^2} - \frac{218,1}{2}\right)\right] = 0,98$$

11. Принимая  $E_f = 450$  кВт/м<sup>2</sup>, находим интенсивность теплового излучения  $q$ :

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 450 \text{ кВт/м}^2 \cdot 0,2 \cdot 0,98 = 88,2 \text{ кВт/м}^2.$$

5. Определяем время существования «огненного шара»  $t_s$ :

$$t_s = 0,92m^{0,303} = 0,92 \cdot 85000^{0,303} = 28,67 \text{ с}.$$

$$Q = t_s \cdot q = 28,67 \cdot 88,2 = 25 \cdot 10^5$$

12. Определим число людей, пораженных тепловым воздействием.

Параметры огненного шара: радиус огненного шара

$$R_{oui} = 3,2 \times m^{0,325},$$

Площадь, покрываемая огненным шаром

$$S_{oui} = 3,14 \times R_{oui}^2,$$

Число погибших

$$N_{oui} = S_{oui} \times \rho_{om},$$

Считаем, что вероятность гибели человека на площади, покрываемой огненным шаром равна 100 %.

Итак, значение интенсивности излучения «Огненного шара» составляет 88,2 кВт/м<sup>2</sup>, при такой величине возможны ожоги первой степени и смертельное поражение людей.

### **3.6 Расчет параметров волны давления при сгорании горючего вещества**

Основными параметрами волны давления при сгорании горючего вещества в открытом пространстве являются избыточное давление и импульс волны давления. При большой величине избыточного давления возможно повреждение находящихся поблизости оборудования и других зданий.

Избыточное давление  $\Delta p$ , кПа, развиваемое при сгорании, рассчитывают по формуле:

$$\Delta p = p_0(0,8m_{пр}^{0,33} / r + 3m_{пр}^{0,66} / r^2 + 5m_{пр} / r^3),$$

где  $p_0$  – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

$r$  – расстояние от геометрического центра облака, м;

$m_{пр}$  – приведенная масса горючей пыли, кг, рассчитанная по формуле:

$$m_{\text{пр}} = (Q_{\text{сг}} / Q_0)m_{\text{г,п}} Z,$$

где  $Q_{\text{сг}}$  – удельная теплота сгорания газа или пара, Дж/кг;

$Z$  – коэффициент участия, который допускается принимать равным 0,05;

$Q_0$  – константа, равная  $4,52 \cdot 10^6$  Дж/кг;

$m_{\text{г,п}}$  – масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

Импульс волны давления  $i$ , Па · с, рассчитывают по формуле:

$$i = 123 \cdot m_{\text{пр}}^{0,66} / r.$$

1. Находим приведенную массу  $m_{\text{пр}}$  по формуле:

$$m_{\text{пр}} = (Q_{\text{сг}} / Q_0)m_{\text{г,п}} Z = \left( \frac{93,3 \times 10^6}{4,52 \times 10^6} \right) \times 85000 \times 0,05 = 87793 \text{ кг}$$

2. Находим избыточное давление  $\Delta p$  по формуле:

$$\Delta p = p_0 (0,8 m_{\text{пр}}^{0,33} / r + 3 m_{\text{пр}}^{0,66} / r^2 + 5 m_{\text{пр}} / r^3),$$

$$\Delta P = 101 \times \left( \frac{0,8 \times 87793^{0,33}}{85} + \frac{3 \times 87793^{0,66}}{85^2} + \frac{5 \times 87793}{85^3} \right) = 188,87 \text{ кПа}$$

3. Находим импульс волны давления  $i$  по формуле:

$$i = 123 \cdot m_{\text{пр}}^{0,66} / r.$$

### 3.7 Расчет размеров возможного пожара и его потенциальной энергии

Размер пожара и его потенциальную энергию определяют на основе учета особенностей пыли, технологического оборудования и его конструктивного исполнения.

1. Площадь возможного пожара  $F_{\text{пож}}$  определяют по формуле:

$$F_{\text{пож}} = \pi \cdot (V_{\text{л}} \cdot \tau_{\text{р}})^2,$$

где  $V_{\text{л}}$  – линейная скорость распространения пламени, м/с (принимаем 0,13 м/с);

$\tau_p$  – расчетное время развития пожара, с.

Тогда

$$F_{\text{пож}} = 3,14 \cdot (0,13 \cdot 85)^2 = 764,15 \text{ м}^2.$$

Тогда диаметр пожара

$$d = \sqrt{\frac{4 \times F_{\text{пож}}}{\pi}} = 31,2 \text{ м}$$

2. Высота пламени  $h$ , м, рассчитывается по формуле:

$$h = 42 \cdot d \cdot \left( \frac{m}{\rho_v \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61},$$

где  $d$  – диаметр пожара, м;

$m$  – удельная массовая скорость выгорания,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ;

$\rho_v$  – плотность воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (равна 1,2);

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$$h = 42 \times 31,2 \times \left( \frac{0,007}{1,2 \times \sqrt{9,8 \times 31,2}} \right)^{0,61} = 10 \text{ м}$$

3. Продолжительность пожара  $\tau$  рассчитывают исходя из условия, что горючая пыль горит размещенная на  $100 \text{ м}^2$  без условия тушения:

$$\tau = N/n,$$

где  $N$  – количество горючего вещества, кг;

$n$  – скорость выгорания пыли,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  (равна 100).

$$\tau = N/n = 22,22 \text{ ч.}$$

4. Потенциальная энергия пожара  $E_{\text{пож}}$  вычисляется по формуле:

$$E_{\text{пож}} = G_n \cdot Q \cdot K,$$

где  $G_n$  – масса сгораемого вещества, кг;

$Q$  – теплота сгорания горючей пыли,  $\text{кДж}/\text{кг}$  (93 370  $\text{кДж}/\text{кг}$ );

$K$  – коэффициент недожога (для нашего случая он равен 0,035).

$$E_{\text{пож}} = 85000 \text{ кг} \cdot 93370 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot 0,035 = 27,8 \cdot 10^7 \text{ кДж}$$

Итак, в данном разделе рассчитаны критерии пожаровзрывоопасности при сгорании горючей пыли, значения которых представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Критерии пожаровзрывоопасности

№ п/п	Наименование критерия	Обозначение	Значение	Единица измерения
1	Избыточное давление	$\Delta p$	49177	кПа
2	Интенсивность теплового излучения «огненного шара»	$q$	88,2	кВт/м <sup>2</sup>
3	Время существования «огненного шара»	$t_s$	28,67	с
4	Избыточное давление (при сгорании горючей пыли на открытом пространстве)	$\Delta p$	188,87	кПа
5	Импульс волны давления	$i$	2649,54	Па · с
6	Площадь пожара	$F_{\text{пож}}$	764,15	м <sup>2</sup>
7	Диаметр пожара	$d$	31,2	м
8	Высота пламени	$h$	10	м
9	Продолжительность пожара	$\tau$	22,22	ч
10	Потенциальная энергия пожара	$E_{\text{пож}}$	$27,8 \cdot 10^7$	кДж

По полученным критериям пожаровзрывоопасности определяют величины индивидуального и социального рисков.

### 3.8 Оценка индивидуального и социального рисков

Оценим индивидуальный и социальный риск для людей, работающих на предприятии по производству жб шпал. В процессе расчетов необходимы следующие данные:

В помещении предприятия (зальное) размерами 150×40×7 м произошла аварийная разгерметизация оборудования и загорание пылевоздушной смеси на площади 600 м<sup>2</sup>. Число рабочих – 30 человек в две смены  $R_{\text{пр}} = 0,67$ . Здание имеет два эвакуационных выхода посередине. Ширина центрального прохода между оборудованием равна 2 м, а ширина проходов между оборудованием и стенами равна 4 м.

Расчетная схема эвакуации представлена на рисунке 3.1.

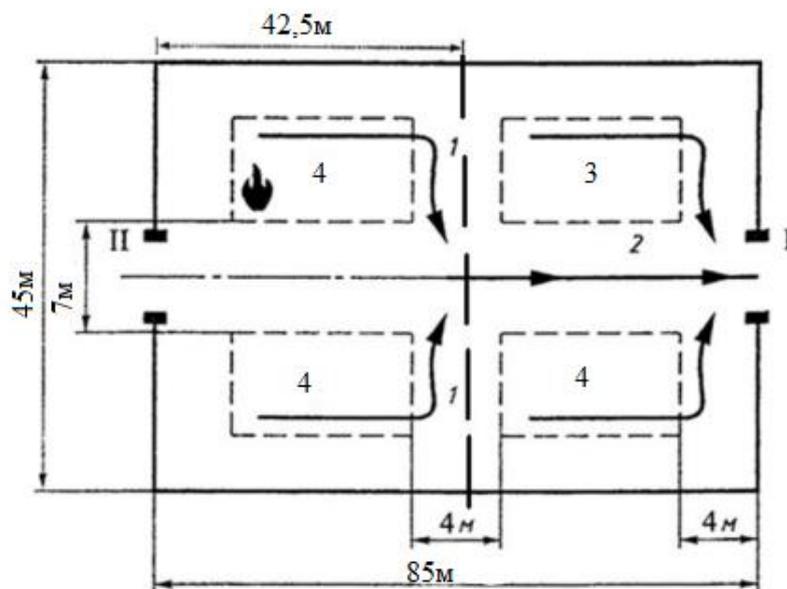


Рисунок 3.1– Расчетная схема эвакуации:

🔥 – место пожара; I, II – эвакуационные выходы; 1, 2 – участки эвакуационного пути

Эвакуацию осуществляют в направлении первого эвакуационного выхода, так как второй заблокирован очагом пожара.

Плотность людского потока на первом участке эвакуационного пути:

$$D_1 = (N_1 f) / l_1 (1 = 4 \cdot 0,125 / 65 \cdot 4 = 0,002, "$$

где  $N_1$  – число людей на первом участке, чел;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека,  $m^2$ , (0,125 – взрослого в домашней одежде);

$\delta_1$  – ширина первого участка пути, м;

$l_1$  – длина первого участка пути, м.

Время движения людского потока по первому участку:

$$t_1 = l_1 / v_1 = \frac{65 \text{ м}}{100 \text{ м/мин}} = 0,65 \text{ мин.}$$

(где скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин.)

Тогда по второму участку:

$$q_1 = q_2$$

$$q_3 = \frac{2 \cdot q_1 \cdot \delta_1}{\delta_2} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 4}{7} = 1,14 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}.$$

$$t_2 = l_2/v_2 = \frac{42,5\text{М}}{100\text{М/МИН}} = 0,43 \text{ МИН.}$$

Так как  $q_3 = 1,14 < q_{\text{max}} = 16,5$ , скопления людей на этом участке не будет.

Расчетное время эвакуации:

$$t_p = t_1 + t_2 = 0,65 \text{ МИН} + 0,43 \text{ МИН} = 1,08 \text{ МИН.}$$

Геометрические характеристики помещения:

$$V = 0,8 \cdot 85\text{М} \cdot 45\text{М} \cdot 6\text{М} = 18360 \text{ М}^3.$$

Необходимое время эвакуации людей из помещения:

$$t_{\text{нб}} = 2 \text{ МИН.}$$

Из сравнения  $t_p$  с  $t_{\text{нб}}$  получается:

$$t_p = 1,08 < t_{\text{нб}} = 2,$$

тогда вероятность эвакуации по эвакуационным путям:  $P_{\text{э.п}} = 0,999$ .

Вероятность эвакуации:

$$P_3 = 1 - (1 - P_{\text{э.п}}) (1 - P_{\text{д.в}}) = 1 - (1 - (1 - 0,999)) (1 - 0) = 0,999.$$

Расчетный индивидуальный риск при  $P_{\text{п.з}} = 0$ , т.е. выбираем наихудший вариант – вероятность эффективной работы технических решений противопожарной защиты равна нулю (вероятность пожара в здании в год – 0,03):

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{п}} P_{\text{пр}} (1 - P_3) (1 - P_{\text{п.з}}) = 0,03 \cdot 0,67 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0) = 2,01 \cdot 10^{-5};$$

$$Q_{\text{в}} = 2,01 \cdot 10^{-5} > Q_{\text{в}}^{\text{н}} = 10^{-6}.$$

Условие безопасности людей не выполнено, значение индивидуального риска больше допустимого. Необходимо внедрение систем взрывопредупреждения и взрывозащиты.

Выполним оценку социального риска на рассматриваемом участке по формуле:

$$Q_{10} = \begin{cases} 0, & \text{если } t_p \leq \tau_{\text{бл}}; \\ 0, & \text{если } t_p \geq \tau_{\text{бл}} \text{ и } M < 10; \\ \frac{M - 9}{M}, & \text{если } t_p \geq \tau_{\text{бл}} \text{ и } M \geq 10, \end{cases}$$

$$t_p = 1,08 < \tau_{\text{бл}}$$

следовательно, вероятность гибели в результате пожара 10 и более человек на рассматриваемом участке равна 0. Следовательно и вероятность гибели в результате пожара 10 и более человек в год на рассматриваемом участке равна 0.

#### **4. Мероприятия по повышению безопасности при производстве железобетонных шпал**

Производство бетонных смесей связано с работой механизмов, машин. В соответствии с «Правилами техники безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов» и СНиП III-4-80 [11] к самостоятельной работе с оборудованием допускаются лица не моложе 18 лет прошедшие медицинское освидетельствование, обученные правилам эксплуатации оборудования и имеющие удостоверение о сдаче экзамена по ТБ.

Все электрооборудование и пульта управления на технологической линии должны быть заземлены в соответствии с «Правилами эксплуатации электроустановок» [12].

Все операции производственного процесса должны осуществляться в строгой технологической последовательности.

До начала работы должно быть проверено техническое состояние оборудования, инструмента.

Складирование материалов и готовой продукции должно осуществляться только в строго отведенных для них местах, с соблюдением проходов между штабелями, контейнерами не менее 0,7 м.

Состав бытовых помещений назначается в соответствии с нормами, предусмотренными СНБ 3.02.03-03 [13] в зависимости от санитарной характеристики производственных процессов.

Проходы. Особое внимание следует обращать при проектировании технологических линий на оставление соответствующих размеров рабочих проходов [14].

Когда оборудование находится в мастерских, предусмотрены проходы для людей, а также, при необходимости, проходы для перевозки в магазине. Ширина проезда для грузовых автомобилей составляет не менее 3,5 м.

Компания должна осуществлять систематический контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Этот контроль осуществляется заводскими санитарными лабораториями, а также городскими и районными санитарно-эпидемиологическими станциями (СЭС). Они определяют место и способ контроля воздушной среды.

Применение герметичного оборудования, герметичных устройств для перевозки пыльных материалов. Например, использование пневматических транспортных узлов всасывающего типа позволяет решать не только транспортные, но и санитарно-гигиенические проблемы, поскольку полностью исключает выбросы пыли в воздушную среду помещений.

Использование сыпучих сыпучих материалов. Наиболее распространенное применение - гидроорошение с использованием форсунок с мелкой водой. Использование эффективных аспирационных систем.

Очистка вентиляционного воздуха от пыли при его подаче и выбросе в атмосферу. В то же время рекомендуется удалять воздух из вытяжной вентиляции в верхние слои атмосферы, чтобы обеспечить его хорошее рассеивание и тем самым снизить вредное воздействие на окружающую среду.

Территория предприятия должна быть спланирована и иметь сеть дорог и пожарных проездов с выездами на дороги общего пользования. Территория предприятия необходимо содержать в чистоте, а дороги и проезды в исправности. Не допускается загрязнять их горючими жидкостями, отходами производства и мусором.

Противопожарными требованиями предусматриваются [15]:

1. Классификация огнестойкости зданий и сооружений по степени возгораемости строительных материалов и конструкций.

2. Классификация противопожарных преград (брандмауэров и перекрытий) в зданиях и сооружениях.

3. Возможность безопасной эвакуации находящихся в здании людей через эвакуационные выходы, ведущие:

- из помещений первого этажа наружу непосредственно или через коридор, вестибюль, лестничную клетку;
- из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор или проход, ведущий к лестничной клетке или непосредственно в лестничную клетку, имеющую самостоятельный выход наружу или через вестибюль;
- из помещения в соседнее помещение на том же этаже, имеющее выходы в соответствии с вышеуказанными условиями.

Проходы, выходы, коридоры, лестницы не разрешается загромождать различными предметами и оборудованием. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из зданий, на случай возникновения пожара должна быть обеспечена возможность эвакуации людей, находящихся в производственных зданиях и других сооружениях.

Так как источником зажигания, в результате которого может возникнуть пожар или взрыв, может являться заряд статического электричества от сыпучих веществ, которые используют для приготовления бетона, были предложены следующие мероприятия по повышению безопасности на производстве железобетонных шпал.

Устранение зарядов статического электричества достигается прежде всего заземлением корпусов оборудования. Заземление для отвода статического электричества можно объединять с защитным заземлением электрооборудования. Если заземление используется только для снятия

статического электричества, то его электрическое сопротивление может быть существенно больше, чем для защитного сопротивления электрооборудования (до 100 Ом). Достаточно даже тонкого провода, чтобы электрические заряды постоянно стекали в землю. Так же следует проводить антистатическую обработку полов, увлажнение и ионизацию воздуха в производственном помещении зоны хранения и обработки сырья и зоны приготовления бетона.

По результатам расчетов была выявлена необходимость во внедрении систем взрывопреупреждения и взрывозащиты, а именно:

- автоматическая система подавления взрывов – блок оборудования для автоматического обнаружения взрыва в начальной стадии и введения в очаг огнетушащего вещества с целью ограничения разрушительных действий взрыва;
- быстродействующий сосуд с огнетушащим веществом – устройство, содержащее огнетушащее вещество, которое высвобождается за счет внутреннего давления;
- датчик – устройство, которое срабатывает при сопровождающем взрыв изменении одного или нескольких параметров среды например, изменении температуры и (или) излучения;
- взрывозащитная вентиляция. Эффективность и надежность вентиляции заключается в уменьшении размера взрывоопасных зон и снижает количество времени, когда взрывоопасная смесь может находиться в помещении, а зачастую и предотвращает ее возникновение. Создание систем вентиляции связано с выполнением определенных требований:
  - контроль за эффективностью;
  - установление класса взрывоопасной зоны;
  - поступление воздуха в помещение с опасной зоной из зоны полностью взрывобезопасной;
  - подбор технических параметров должен учитывать расположение источников опасных выбросов и их степеней.

## **5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

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

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Суть выпускной квалификационной работы заключается в оценке рисков при производстве железобетонных шпал. Для этого в выпускной квалификационной работе проводится изучение особенностей деятельности компании и хода производства шпал, анализ причин аварии на производстве, а также предложение мероприятий по обеспечению безопасной работы, с помощью которых возможно минимизация данных рисков.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является выявление территориальных рисков и разработка мероприятий, отвечающим современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Задачами, обеспечивающими реализацию поставленной цели, являются:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

#### **5.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Оценка коммерческой ценности работы является необходимым условием для поиска источников финансирования проведения научного исследования.

Применение разработанной программы необходимо для быстрого и четкого выполнения мероприятий по ликвидации пожаров.

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

1 – наиболее слабая позиция; 2 – ниже среднего, слабая позиция; 3 – средняя позиция; 4 – выше среднего, сильная позиция; 5 – наиболее сильная позиция.

В таблице 5.1 представлен анализ конкурентных технических решений.

Инженерные мероприятия как «ИНЖ», технические «ТЕХ».

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б <sub>инж</sub>	Б <sub>тех</sub>	К <sub>инж</sub>	К <sub>тех</sub>
1	2	3	5	6	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1. Надежность	0,1	5	4	0,5	0,4
2. Безопасность	0,15	5	4	0,75	0,6
3. Простота эксплуатации	0,1	2	2	0,2	0,2
4. Объемы производства	0,15	5	3	0,75	0,45
5. Функциональная мощность	0,1	4	1	0,4	0,1
6. Сотрудничество с поставщиками	0,1	3	3	0,3	0,3
7. Повышение Производительности труда пользователя	0,1	4	4	0,4	0,4
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
1. Цена	0,1	3	2	0,3	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	3	5	0,3	0,5
Итого	1	34	28	3,9	3,15

Расчет конкурентоспособности, на примере надежности, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i$$

где К – конкурентоспособность вида;

$B_i$  – вес критерия (в долях единицы);

$B_i$  – балл каждого вида транспорта (по пятибалльной шкале);

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование инженерных мероприятий для обеспечения пожарной безопасности является наиболее эффективным и целесообразным. Это обусловлено тем, что инженерные мероприятия включают в себя оснащение автоматическими системами пожаротушения которые, позволят произвести тушение пожара на этапе его возникновения.

### 5.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды предприятия.

Таблица 5.2 – SWOT-анализ

<p><b>Strengths (сильные стороны)</b></p> <p>S1. Четко построенная организация труда</p> <p>S2. Услуги пользуются устойчивым спросом</p> <p>S3. Постоянное обучение персонала</p> <p>S4. Руководство – опытные, знающие свое дело, люди</p> <p>S5. Предприятие хорошо знают в городе</p>	<p><b>Weaknesses (слабые стороны)</b></p> <p>W1. Зависимость от поставок материалов</p> <p>W2. Руководство не присутствует постоянно на производстве</p> <p>W3. Некоторое оборудование подлежит замене</p> <p>W4. Опасность производства</p>
<p><b>Opportunities (возможности)</b></p> <p>O1. Более широкий охват рынка</p> <p>O2. Замена оборудования</p> <p>O3. Увеличение количества клиентов</p> <p>O4. Поиск новых поставщиков</p> <p>O5. Минимизация рисков при производстве</p>	<p><b>Threats (угрозы)</b></p> <p>T1. Снижение спроса</p> <p>T2. Негативное влияние со стороны налогового законодательства</p> <p>T3. Сложности с покупкой зарубежного оборудования и материалов</p> <p>T4. Уменьшение количества клиентов</p> <p>T5. Разрушение объекта</p>

Таблица 5.3 – Связь сильных сторон с возможностями

	S1	S2	S3	S4	S5
O1	+	+	+	+	-
O2	-	-	-	+	-
O3	+	+	-	+	+
O4	+	+	-	+	-
O5	+	-	+	-	-

Таблица 5.4 – Связь слабых сторон с возможностями

	W1	W2	W 3	W4
O1	-	-	-	-
O2	-	-	+	+
O3	-	-	+	-
O4	+	-	-	-
O5	-	-	+	+

Таблица 5.5 – Связь сильных сторон с угрозами

	S1	S2	S3	S4	S5
T1	-	+	-	+	+
T2	-	-	-	+	-
T3	-	-	-	+	-
T4	+	+	-	+	+
T5	+	-	+	+	-

Таблица 5.6 – Связь слабых сторон с угрозами

	W1	W2	W 3	W4
T1	-	-	-	+
T2	-	-	-	-
T3	+	-	-	-
T4	+	-	+	+
T5	-	+	+	+

Выводы:

Максимально используем те возможности, которые предоставляет рынок:

- Принимаем шаги по увеличению узнаваемости именно нашего предприятия

- Качественное и быстрое обслуживание
- Привлечение клиентов, в том числе тех, которые ушли от других подобных фирм

Сводим на нет слабые стороны за счет использования возможностей рынка:

- Ищем новых поставщиков
- Повышаем цены
- Выходим на региональный уровень

Используем положительные моменты в компании для снижения влияния негативных явлений:

- Ищем материалы, которые можно приобрести на более привлекательных условиях
- Привлекаем работников к генерированию идей о повышении эффективности организации
- Искореняем слабые стороны и сводим на нет риски рынка:
- Обновляем оборудование
- Налаживаем связи с поставщиками в других регионах
- Повышаем устойчивость нашего предприятия

## **5.2 Планирование научно-исследовательских работ**

### **5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 5.7.

Таблица 5.7 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель
	2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, Лаборант
Теоретическая подготовка	3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, Лаборант
	4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Лаборант
	5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Лаборант
Проведение расчетов и их анализ	6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, Лаборант
	7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Лаборант
	8	Анализ полученных результатов	Лаборант
Обобщение и оценка результатов	9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, Лаборант
	10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, Лаборант

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

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ож\ i}$  используем следующую формулу:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}$$

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, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитываем параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}$$

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

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

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

По всем работам результаты расчета продолжительности в рабочих днях представлены в таблице 5.8.

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}$$

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

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

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

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}$$

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

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

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

Расчет трудоемкости и продолжительности работ, на примере задачи «Составление и утверждение технического задания»:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 3}{5} = 1,8$$

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{q_i} = \frac{1,8}{1} = 1,8 \text{ раб. дней}$$

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 104 - 15} = 1,48$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Выбор направления исследований»:

$$T_{ki.\text{инж}} = T_{pi} * k_{\text{кал}} = 2,8 * 1,48 = 4,1 \approx 4 \text{ кал. дня}$$

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

$$k_{\text{кал.рук}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 66 - 15} = 1,28$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Составление и утверждение технического задания»:

$$T_{ki.\text{рук}} = T_{pi} * k_{\text{кал}} = 1,8 * 1,28 = 2,3 \approx 2 \text{ кал. дня}$$

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 5.8.

Таблица 5.8 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$	
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ож}$ , чел-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Составление и утверждение технического задания	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	2	-
Выбор направления исследований	2	2	4	4	2,8	2,8	1,4	1,4	4	4
Подбор и изучение материалов по теме	-	4	-	8	-	5,6	-	5,6	-	9
Календарное планирование работ по проекту	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4	-
Анализ возможных вариантов исполнения устройства и компьютерное моделирование	-	13	-	19	-	15,4	-	15,4	-	23
Разработка стенда в соответствии с выбранным исполнением и проведение испытаний	-	2	-	6	-	3,6	-	3,6	-	6
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	4	6	2,8	3,6	1,4	1,8	2	3
Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	2	-	5	-	3,2	-	3,2	-	4	-
Разработка принципиальной схемы	-	3	-	6	-	4,8	-	4,8	-	7
Технико-экономические расчеты	-	2	-	5	-	3,2	-	3,2	-	5
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	-	6	-	9	-	7,2	-	7,2	-	11

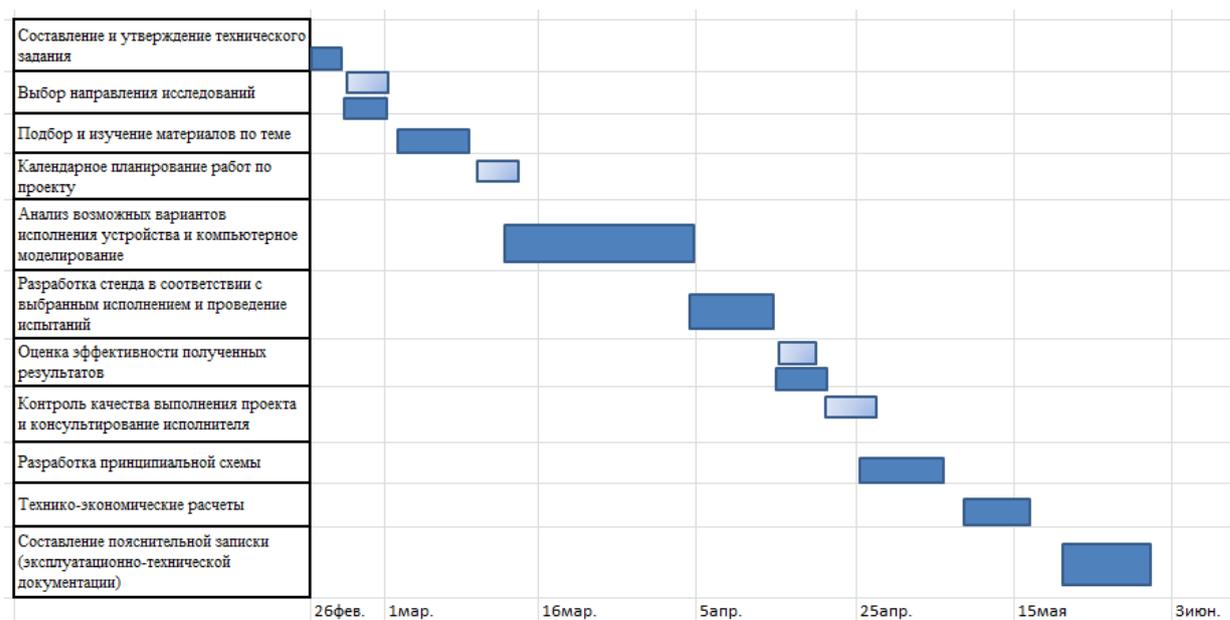


Рисунок 5.1 – Диаграмма Ганта

Таблица 5.9 – Сводная таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	84
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	68
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	16

### 5.3 Бюджет затрат

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

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

### 5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = \sum_{i=1}^m C_i \times N_{\text{расх}i}$$

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

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

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

Таблица 5.10 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, (Зм), Руб	
		Лаб-т	Рук-ль	Лаб-т	Рук-ль	Лаб-т	Рук-ль
Бумага	лист	250	100	2	2	500	200
Картридж	шт.	1	1	700	700	700	700
Шариковая ручка	шт.	2	1	20	20	40	20
Карандаш	шт.	1	1	10	10	10	10
Блокнот	шт.	1	0	50	0	50	0
Итого						1300	930

Итого по статье «материальные затраты» получилось 1300 рублей на лаборанта и 930 рублей на научного руководителя. Общие «материальные затраты» составляют 2230 руб.

### 5.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования.

Таблица 5.11 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Осциллограф Tektronix TDS 1012B	1	10	60	60
2	Компьютер	1	3	20	20
<b>Итого:</b>					80 тыс. р

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

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

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

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

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $m$  – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для осциллографа, с учётом, что срок полезного использования 10 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0.1$$

Рассчитаем амортизацию для компьютера, с учётом, что срок полезного использования 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0.33$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Осциллограф:

$$A = \frac{H_A I}{12} = \frac{0,1 \cdot 60000}{12} \cdot 4 = 2000 \text{ руб.}$$

Компьютер:

$$A = \frac{H_A I}{12} = \frac{0,33 \cdot 20000}{12} \cdot 4 = 2200 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = 2000 + 2200 = 4200 \text{ руб.}$$

### 5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата руководителя и инженера включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (15% от  $Z_{\text{осн}}$ )

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя и инженера рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \times T_{\text{р}},$$

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

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}}$$

где  $Z_{\text{м}}$  – 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  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}$$

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

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 25000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 48750 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_M = 12000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 23400 \text{ руб.}$$

Таблица 5.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	66	104
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	28
- невыходы по болезни	0	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	237	214

Среднедневная заработная плата руководителя, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{48750 \cdot 10,3}{237} = 2118,67$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{23400 \cdot 11,2}{214} = 1224,67$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_p = 11$  раб. дней

Инженер:  $T_p = 56$  раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2118,67 \times 11 = 23305,37 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера составила:

$$Z_{\text{осн}} = 1224,67 \times 56 = 68581,52 \text{ руб.}$$

Таблица 6.13 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$Z_{\text{гс}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_M$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Научный руководитель	25000	0,3	0,2	1,3	48750	2118,67	11	23305,37
Инженер	12000	0,3	0,2	1,3	23400	1224,67	56	68581,62
Итого $Z_{\text{осн}}$								91886,89

### 5.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}}$$

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

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,12;

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

Таблица 5.14 – Дополнительная заработная плата исполнителей НИИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	23305,37	68581,62
Дополнительная зарплата	2796,64	8229,79

### 5.3.5 Отчисления вне бюджетные организации

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

$$Z_{\text{внеб.рук}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \times (23305,37 + 2796,64) = 7830,6 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{внеб.инж}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \times (68581,62 + 8229,79) = 23043,42 \text{ руб.}$$

### 5.3.6 Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи.

Накладные расходы в целом:

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = (A + Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}} = (4200 + 2230 + 72150 + 91886,99 + 11026,43 + 30874,02) \times 0,2 = 84130,464 \text{ руб.}$$

### 5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 5.15 – Группировка затрат по статьям

Наименование статьи	Всего
1. Материальные затраты НТИ	2230
2. Затраты на оборудование	4200
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	91886,9
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11026,43
4. Отчисления на социальные нужды	30874,02
5. Накладные расходы	84130,464
6. Бюджет затрат НТИ	224347,904

## 5.4 Определение эффективности исследования

### 5.4.1 Определение ресурсоэффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{224347,904}{330000} = 0,77$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов

исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b^a, b^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 5.16.

Таблица 5.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Руководитель	Инженер
1. Способствует росту производительности труда пользователя		0,1	5	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)		0,15	5	5
3. Помехоустойчивость		0,15	5	4
4. Энергосбережение		0,20	4	4
5. Надежность		0,25	5	4
6. Материалоемкость		0,15	4	5
<b>ИТОГО</b>		<b>1</b>	<b>4,65</b>	<b>4,4</b>

$$I_{p-рук} = 0,1 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,20 \times 4 + 0,25 \times 5 + 0,15 \times 4 = 4,65;$$

$$I_{p-инж} = 0,1 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,15 \times 4 + 0,20 \times 4 + 0,25 \times 4 + 0,15 \times 5 = 4,4.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{испi}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Таблица 5.17 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Руководитель	Инженер
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,35
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,4
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	12,57
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,37	1

### **5.5 Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор инженерных мероприятий для обеспечения пожарной безопасности, это наиболее эффективно и целесообразно;

2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 84 дня, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 68 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель -16;

3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 224347,904 руб;

4. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

- Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 1, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами;

- Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65 по сравнению с 4,4;

- Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 12,57, и является наименее высоким, что означает, что более эффективным вариантом решения поставленной технической задачи в бакалаврской работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности является исполнение инженера.

## **6. Социальная ответственность**

В этом разделе выпускной квалификационной работы рассматриваются опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте производства железобетонных шпал.

Раздел основан на материалах по охране труда и окружающей среды, а также безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Работа, связанная с оценкой риска возникновения ЧС при производстве железобетонных шпал.

Актуальность выбранной темы заключается в следующем: из всего многообразия технологических процессов на производстве железобетонных шпал, имеет место возникновение пожара, так имеются масла, различные виды топлива, которые являются взрывопожароопасными.

При пожарах существует различные опасные факторы, один из них – поступление в воздух рабочей зоны большого количества вредных продуктов сгорания, в основном это приводит к острым отравлениям людей. Еще один фактор – это повышенные температуры в зоне горения. Данный фактор может привести к тепловым ожогам кожи и внутренних органов людей, кроме того вызвать потерю несущей способности строительных конструкций зданий и сооружений.

Процесс горения сопровождается выделением большого количества дыма. Дым снижает видимость, тем самым он может задержать эвакуацию людей в помещении, что может привести к воздействию продуктов горения. При таких обстоятельствах люди могут быть затронуты вредными составляющими дыма, даже в местах, удаленных от огня. Кроме того, из-за сжигания кислорода в рабочей зоне концентрация кислорода в воздухе может снижаться, что также негативно сказывается на процессах жизнедеятельности человека.

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

В рабочее время, в соответствии с трудовым правом, включается как время, в течение которого фактически выполнялась работа, так и периоды, в течение которых работа фактически не выполнялась, но которые в соответствии с нормами трудового права не подлежат исключению из рабочего времени (например, простои, оплачиваемые перерывы). С другой стороны, рабочим является и время работы сверх установленной продолжительности в случаях, предусмотренных законодательством. Эта работа должна быть компенсирована работнику. Не исключается в рабочее время неоплачиваемый перерыв для отдыха и питания, но от его продолжительности зависит время (момент) окончания рабочего дня (смены). Не включаются в рабочее время отпуска без сохранения заработной платы, а также прогулы, опоздания, преждевременный уход с работы. Однако в соответствии с трудовым правом потери рабочего времени не подлежат компенсации путем отработок.

Значение регулирования рабочего времени велико, оно является одной из юридических гарантий права граждан на отдых, поэтому нормы о рабочем времени неразрывно связаны с нормами о времени отдыха. Рабочее время как условие труда в значительной степени определяет уровень жизни трудящихся. От его продолжительности зависит количество свободного времени, используемого для отдыха, удовлетворения культурных и иных потребностей людей.

Чрезвычайные обстоятельства природного и техногенного характера являются основаниями для сверхурочной работы. Они прямо названы в качестве оснований в ст.99 Трудового кодекса РФ. Например, сверхурочная работа производится:

- для предотвращения и устранения последствий производственной аварии или стихийного бедствия;

- для устранения обстоятельств, нарушающих нормальное функционирование водоснабжения, отопления, освещения, канализации, транспорта, связи;

-для продолжения работы, с целью исключения возможности наступления чрезвычайных обстоятельств (порчи имущества создания угрозы жизни и здоровью людей);

-для ремонта механизмов и сооружений, когда их неисправность может вызвать прекращение работы для значительного числа работников.

Как видим, все перечисленные случаи характеризуются случайностью стихийных сил природы или происшествием в результате производственных аварий. Одним словом, эпизодичностью.

В своем определении ненормированного рабочего дня статья 101 Трудового кодекса РФ тоже говорит про эпизодичность. Получается, что для использования ненормированного рабочего дня и для сверхурочной работы, законом предусмотрены одни и те же основания. Результат очевиден. Одни и те же основания позволяют легко подменять переработку часов при сверхурочной работе ненормированным рабочим днем.

Правовая регламентация рабочего времени необходима там, где имеют место трудовые отношения, где работа осуществляется по трудовому договору, поскольку вводится она с определенной целью: с одной стороны, закрепить необходимую меру труда, а с другой - ограничить его продолжительность, обеспечить работнику время для отдыха и восстановления затраченных сил. В курсовой работе выяснили, что трудовое законодательство предусматривает, учитывая различные характерные признаки, наряду с общим понятием рабочего времени и его отдельные разновидности: нормальное, сокращенное, неполное.

Специальный режим правового регулирования предусмотрен для работы в ночное время, в случаях работы сверх установленной продолжительности, работы в выходные и праздничные дни. Основной задачей правового регулирования рабочего времени является установление продолжительности труда, норм рабочего времени. Вопросы рабочего времени, и его продолжительность теперь являются предметом коллективного договорного и индивидуального договорного регулирования.

Причем договоры и соглашения приобретают все большее значение в установлении продолжительности рабочего времени. В настоящее время закон определяет предельные нормы рабочего времени, максимально допустимую его продолжительность. Организации в свою очередь, на основе и в пределах этих норм вправе самостоятельно устанавливать продолжительность рабочего времени для своих работников.

## 6.2 Производственная безопасность

При создании объекта и разработке метода исследования были выявлены вредные и опасные факторы, согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», отображенные в таблице 6.1. Вредные и опасные факторы влияют на санитарно-гигиенические условия труда и производительность работников.

Таблица 6.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Изготовление и подготовка образцов	Разработка метода	Эксплуатация метода	
1. Работа с вредными веществами	+			Система стандартов безопасности труда «Опасные и вредные производственные факторы» ГОСТ 12.0.003-2015; Общие требования безопасности при работе с производственным оборудованием ГОСТ 12.2.003-91; Требования по электробезопасности ГОСТ 12.1.03-81; Требования к показателям микроклимата - ГОСТ 12.1.005-88; Нормы на освещение СНИП 23-05-95*;
2. Нервно психологические перегрузки (монотонность, умственное напряжение)	+	+	+	
3. Превышение уровня шума/вибрации	+		+	

Продолжение таблицы 6.1

4. Освещение	+	+	+	СН устанавливает допустимый уровень шума на рабочих местах СН 2.2.4/2.1.8.562-96; Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016; Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 N 69-ФЗ
5. Микроклимат	+		+	
6. Механические движения и действия технологического оборудования и инструмента	+		+	
7. Поражение электрическим током	+			

Основными вредными факторами в производстве железобетонных изделий являются шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат и производственная пыль, а также такие ингредиенты, как газы, пар, которые еще больше усугубляют вредное воздействие пыли на организм. Для пыли заводов железобетонных изделий характерна высокая дисперсность частиц (70-97,5% пылевых частиц имеют размер до 5 мкм), а также высокое содержание диоксида кремния (от 20 до 70%).

При изготовлении бетонной смеси наблюдается повышенное выделение пыли на рабочих местах в помещениях бетоносмесительных узлов. Пыль выделяется при подаче песчаного заполнителя ленточным транспортом и пневмотранспорте цемента из складов в бункера, дозировке этих компонентов в бетоносмесители и при их смешивании. Вредные химические вещества выделяются при использовании синтетических веществ в виде добавок в бетон и смазок форм.

На заводе по производству железобетонных многопустотных плит перекрытия наблюдается значительное образование мелкодисперсной пыли при доставке, разгрузке и при смешении материалов для получения бетонной смеси. Пылевые отходы в дальнейшем не могут быть

использованы, так как не выполняется необходимое разделение на фракции. Они представляют собой загрязняющее вещество I класса опасности ( $\text{ПДК} \leq 0,1 \text{ мг/м}^3$ ). В приточном воздухе, поступающем внутрь зданий и сооружений через приемные отверстия систем вентиляции и через проемы для естественной приточной вентиляции, содержание вредных веществ не должно превышать 30%, так как этот воздух используется для вентиляций помещений.

Поэтому актуальными являются исследование пылевого фактора и на его основе разработка методик расчета "вторичной запыленности" и оценки герметичности оборудования, а также совершенствование расчета местных отсосов и модернизация систем пылеочистки. Кроме того, через неплотности камер и арматуры, а также при разгрузке камер наблюдается повышенное выделение пара, который как в летнее, так и зимнее время оказывает отрицательное воздействие на здоровье работающих, а также на конструкции здания.

Шум в цехах, оборудованных агрегатами непрерывного действия (адресной подачи бетонной смеси, кюбетом, чистящими машинами, слипформером, автоматической распиловочной машиной и бетоносмесительными установками), носит постоянный равномерный характер.

Основными вредными факторами в производстве железобетонных изделий являются шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат и производственная пыль, а также такие ингредиенты, как газы, пар, которые еще больше усугубляют вредное воздействие пыли на организм. Для пыли заводов железобетонных изделий характерна высокая дисперсность частиц (70-97,5% пылевых частиц имеют размер до 5 мкм), а также высокое содержание диоксида кремния (от 20 до 70%).

При изготовлении бетонной смеси наблюдается повышенное выделение пыли на рабочих местах в помещениях бетоносмесительных узлов. Пыль выделяется при подаче песчаного заполнителя ленточным транспортом и пневмотранспорте цемента из складов в бункера, дозировке этих компонентов в бетоносмесители и при их смешивании. Вредные химические вещества выделяются при использовании синтетических веществ в виде добавок в бетон и смазок форм.

На заводе по производству железобетонных многопустотных плит перекрытия наблюдается значительное образование мелкодисперсной пыли при доставке, разгрузке и при смешении материалов для получения бетонной смеси. Пылевые отходы в дальнейшем не могут быть использованы, так как не выполняется необходимое разделение на фракции. Они представляют собой загрязняющее вещество I класса опасности.

Поэтому актуальными являются исследование пылевого фактора и на его основе разработка методик расчета "вторичной запыленности" и оценки герметичности оборудования, а также совершенствование расчета местных отсосов и модернизация систем пылеочистки. Кроме того, через неплотности камер и арматуры, а также при разгрузке камер наблюдается повышенное выделение пара, который как в летнее, так и зимнее время оказывает отрицательное воздействие на здоровье работающих, а также на конструкции здания.

Шум в цехах, оборудованных агрегатами непрерывного действия (адресной подачи бетонной смеси, кубетом, чистящими машинами, слипформером, автоматической распиловочной машиной и бетоносмесительными установками), носит постоянный равномерный характер.

Шумы, возникающие от работающих установок, негативно влияют на работоспособность оказывая воздействия на орган слуха, нервную и

сердечно-сосудистую системы. Способом защиты от этого фактора служат защитные наушники. Их применение недопустимо, когда есть риск попадания человека под движущуюся технику в следствии того, что технику можно не услышать. Это опасно для жизни и здоровья работающего, поэтому работать рекомендуется на достаточном удалении от установок, издающих шум. Если работать на удалении не представляется возможным необходимо оградить участок работ сигнальной лентой и применять защитные наушники.

Допустимые шумовые характеристики рабочих мест регламентируются гигиеническими нормативами «Допустимые уровни шума на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (СН 2.2.4/2.1.8.562-96). Средства борьбы с шумом «ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация» ГОСТ 12.1.029-80. (в производственных условиях источниками шума являются работающие станки и механизмы, ручные механизированные инструменты, электрические машины, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование, вентиляционные установки, кондиционеры).

Организация (и контроль за выполнением) мероприятий по снижению или полной ликвидации шумов и других физических факторов загрязнения окружающей среды. Для снижения шумового загрязнения нами было предложено применять изолирующие кожухи. В цехах потолок и стены облицевать звукопоглощающей штукатуркой или пористыми плитами, а также изолировать машины от фундаментов. Следует применять в качестве индивидуальных средств защиты от шума наушники, шлемы, ушные заглушки.

Вибрация и защита от нее.

Человек реагирует на вибрацию в зависимости от общей продолжительности ее воздействия.

Наибольшее воздействие общей вибрации сказывается на процессах получения входящей информации (в основном зрительной из-за колебаний глазных яблок и головы) и на процессах передачи информации (непрерывный контроль деятельности колеблющихся рук).

Долговременное воздействие весьма интенсивной общей вибрации может нежелательным образом сказываться на позвоночнике и увеличивать риск возникновения изменения позвонков и дисков.

Методы и средства коллективной защиты от вибрации. Борьба с вибрацией в источнике ее возникновения связана с установлением причин появления механических колебаний и их устранением.

Для снижения вибрации широко используют эффект вибродемпфирования - превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии, чаще всего в тепловую. Для предотвращения общей вибрации используют установку вибрирующих машин и оборудования на самостоятельные виброгасящие фундаменты.

Основными нормативными правовыми актами, регламентирующими параметры производственных вибраций, являются гигиенические нормативы «Допустимые уровни вибрации на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий» СН 2.24/2.1.8.566-96.

Наиболее действенным средством защиты человека от вибрации является устранение непосредственно его контакта с вибрирующим оборудованием. Осуществляется это путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации и замены технологических операций. В целях профилактики неблагоприятного воздействия локальной и общей вибрации работающие используют средства индивидуальной защиты: рукавицы или перчатки (ГОСТ 12.4.010-75 из ГОСТ 12.4.002-2001. "Средства индивидуальной защиты рук от вибрации.

Общие требования"); спецобувь (ГОСТ 12.4.024-2001. "Обувь специальная виброзащитная").

Организация мероприятий для защиты от негативного влияния вибрации от технологического оборудования: его необходимо тщательно изолировать и перенести на дистанционное управление. Рабочие, обслуживающие вибрационные установки, должны быть обеспечены противовибрационными рукавицами и специальными ботинками с утолщенной до 40 мм подошвой из мягкой резины.

При выполнении работ, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные величины температуры воздуха 22-24°C, его относительной влажности 60-40% и скорости движения (не более 0,1 м/с).

При учете что работы могут проводиться в неблагоприятных условиях, то соблюдать данный пункт нужно путем регулирования рабочего графика. (см. режим труда и отдыха).

Физические перегрузки организма работающего, связанные с тяжестью трудового процесса могут привести к профессиональной болезни, в целях оценки условий труда, разработки и принятия мероприятий по их улучшению характеризуются такими показателями, как:

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

Многочисленными исследованиями установлено большое влияние освещенности рабочих поверхностей на производительность труда. Особенно велико влияние освещенности на производительность труда для технологических процессов с большим объемом зрительных работ.

Увеличение освещенности способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия.

При плохом освещении человек быстро устает, работает менее продуктивно, возрастает потенциальная опасность ошибочных действий и несчастных случаев. Наконец, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (например, близорукость, спазм аккомодации и др.).

Гигиенические требования к производственному освещению, основанные на психофизических особенностях восприятия света и его влияния на организм человека, могут быть сведены к следующим:

- спектральный состав света, создаваемого искусственными источниками, должен приближаться к солнечному;
- уровень освещенности должен быть достаточным и соответствовать гигиеническим нормам, учитывающим условия зрительной работы;
- должна быть обеспечена равномерность и устойчивость уровня освещенности в помещении во избежание частой переадаптации и утомления зрения. В то же время, по имеющимся данным, при длительной работе в равномерно освещенном пространстве может нарушаться восприятие формы объектов, реализующееся, в конечном счете, в зрительных галлюцинациях.

В настоящее время существуют нормы и стандарты освещенности обязательные для правильного подбора осветительного оборудования. В России основным таким документом является СНИП 23-05-95, изданный еще в 1995 году и постоянно обновляющийся согласно современным требованиям. Обновленным вариантом такого документа является свод правил Естественного и искусственного освещения от 20 мая 2011 года - СП 52.13330.2011.

На нашем производстве следующие нормы освещенности:

- Бетоносмесительный узел общий уровень освещенности по отделениям узла. Бетоносмесительные отделения. Бетономешалка – не менее 10лк;
- Бетоносмесительный узел дозировочное отделение – не менее 150лк.

В проектируемом тех. процессе применяется в основном полуавтоматическое оборудование, которое существенно уменьшает прямое участие человека в механической обработке заготовок и как следствие уменьшение вероятности проникновения частей тела человека в опасные зоны.

Для защиты от поражения движущимися механизмами станка предусмотрены:

- защитные ограждения, которые ограничивают любое даже специальное попадание человека в опасную зону.
- использование автоматической блокировки, исключающей возможность ведения рабочих операций при незафиксированном рабочем материале или при его не правильном положении (установке).
- на наружную сторону ограждения наносят или крепят предупреждающий знак.

Зоны для работающих с учетом использования ограждения, обеспечивающие безопасность эксплуатации ГОСТ 12.2.022-80

Работы по погрузке, транспортированию, промежуточному складированию грузов выполняю в соответствии с ГОСТ 13.3.020-80

Для защиты от поражения стружкой и осколками ломающегося инструмента предусмотрены:

- средства индивидуальной защиты (средства защиты глаз - очки, специальная одежда, защитные дерматологические средства)

“Средства защиты работающих” ГОСТ 12.4.011-75.

Для защиты от поражения электрическим током предусмотрены:

Действие на организм человека электрического тока одних и тех же параметров зависит от обстановки: ток, не вызвавший заметного воздействия на человека в одних условиях, может привести к трагическим последствиям в других.

Требования безопасности при эксплуатации электроустановок на производстве устанавливаются нормативно-технической документацией по охране труда, утвержденной в установленном порядке (ПУЭ).

Обеспечение электробезопасности техническими способами и средствами:

- для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям применяют следующие способы и средства: безопасное расположение токоведущих частей; изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную); сверхнизкое напряжение; защитное отключение; предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности.

- всё оборудование имеет защитное заземление.

- для питания светильников местного освещения используется напряжение не более 50 В.

- местное освещение имеет выключатели, которые расположены в местах, удобных для обслуживания.

- электрошкафы установлены так, чтобы проход между открытыми дверями и оборудованием был не менее 0,6 м.

- для предотвращения травмирования рабочих транспортными средствами имеются проезды и проходы – магистральный проезд – 5,5 м. поперечные проезды шириной 2,8 м., продольный проход 1,5 м.

- осмотр оборудование производится только после его выключения и полной остановки всех его механизмов.

### **6.3 Экологическая безопасность**

#### **Мероприятия по снижению аварийности и экологического ущерба**

В целях усовершенствования системы управления экологической безопасностью рекомендуется провести следующие мероприятия:

1. Контроль за соблюдением нормативных требований, предъявляемых к технологическим процессам. Экологическая служба должна быть сопоставима с количеством работников и объемом выпускаемой продукцией на предприятии. У сотрудников службы по охране окружающей среды уровень образования должен быть достаточен для организации устойчивого технологического процесса с соблюдением всех норм и требований в области охраны окружающей среды. Кроме того, должно осуществляться запланированное повышение квалификации инженеров-экологов.

2. Сотрудники службы охраны окружающей среды должны принимать участие в подготовке, в том числе внесении изменений, рассмотрений и утверждений внутренних технологических регламентов, проектов усовершенствования и расширения производства, а также других

внутренних вопросов на предприятии, напрямую влияющих на работников и технологию производства.

3. Осуществление наблюдения за количественным и качественным составом твердых, жидких и газообразных отходов, образующихся в результате технологических процессов производства, исследование их влияния на состояние окружающей среды, а также на эффективность работы очистных сооружений очистки от загрязняющих веществ выбросов и сбросов.

4. Осуществление (и контроль за выполнением) мероприятий, направленных на внедрение малоотходных технологий и оборотного водоснабжения на данном объекте.

5. Организация мероприятий, направленных на усовершенствование технологической цепочки использования воды. Это снижение водопотребления на единицу произведенного изделия, применение повторно-последовательного и оборотного водоснабжения, борьба с потерями воды на производстве и так далее.

#### **Утилизация отходов, образующихся на предприятии**

Некондиционные и поврежденные бетонные и железобетонные изделия, отходы производства строительных материалов после переработки - превращаются в строительный щебень вторичного происхождения по ТУ 5711-001-40296246-99 и арматурную сталь.

Повторное использование этих ресурсов позволяет экономить как на закупке сырья, так и на плате за размещение отходов. В экономической части представленной дипломной работы подробно рассматривается экономический эффект от внедрения данного природоохранного мероприятия.

Утилизация данных отходов производится на этом же предприятии путем переработки и вторичного использования полученного сырья.

Комплекс по переработке некондиционных ЖБИ и бетонных отходов производства прост в монтаже, не требует специальной подготовки к установке на территории промышленной площадки предприятия. Данная установка предназначена для рекультивации некондиционных железобетонных изделий и бетонных отходов производства в щебень с попутным извлечением арматуры на металлолом.

Утилизация ТБО. Способы утилизации ТБО регламентируются законодательством:

- федеральный закон №89 — 24.06.1998г. «Об отходах производства и потребления»;
- ФЗ №7 — 10.01.2002г. «Об охране атмосферного воздуха»;
- ФЗ № 52 — 30.03.1999г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- региональные нормативные акты.

Согласно указанным актам есть следующие способы утилизации ТБО:

- Захоронение. Этот метод безопасен благодаря инженерным сооружениям, препятствующим загрязнению окружающей среды;
- Сжигание – это наиболее сложный и «высокотехнологичный» вариант обращения с отходами. Сжигание требует предварительной обработки ТБО (с получением т.н. топлива, извлеченного из отходов);
- Компостирование. Этот способ мог бы стать решением вопроса накопления и утилизации отходов. Третья часть мусора на планете — пищевые, биологические вещества. Они не подлежат обработке и повторному использованию, но разлагаются в течение

месяца;

- Пиролиз – процесс пирогаенизации с получением тепла, масла (воды), газа, пикарбона;
- Плазменная переработка. Суть метода в том, что под воздействием высоких температур из ТКО выделяется газ (вторсырьё).

Каждому из методов характерны плюсы, минусы и сроки утилизации. Предприятия, проводящие уничтожение отбросов одним из способов должны иметь специальное оборудование, разрешающие документы, лицензию.

Утилизация люминесцентных ламп. Используется несколько вариантов переработки ртутных светильников. В России распространен термовакуумный метод обработки. Порядок утилизации люминесцентных ламп следующий:

- Отходы собираются, складируются и хранятся в контейнере для утилизации люминесцентных ламп до момента переработки.
- Светильник дробится прессом.
- Сырьё отправляется в камеру с высокой температурой.
- Выделяемый газ попадает в вакуумную ловушку, где конденсируется и фильтруется.

Существует аналогичный метод, при котором на конечном этапе испарения подвергают воздействию жидкого азота. Ртуть становится твердой, благодаря чему ее сбор не вызывает затруднений.

Другой метод утилизации – реагентный. Светильники измельчаются прессом, затем обрабатываются химическими веществами, действие которых направлено на образование при контакте с ртутью труднорастворимого соединения.

Из переработанных отходов получают небольшое количество ртути, которое используется вторично для изготовления аналогичных ламп. Для вторичной переработки годится измельченное стекло, которое применяют при производстве абразивных материалов. Отделенный при процедуре люминофор подлежит захоронению на полигонах.

#### **6.4 Безопасность в ЧС**

Из всего многообразия технологических процессов на производстве железобетонных шпал, имеет место возникновение пожара, так имеются масла, различные виды топлива, которые являются взрывопожароопасными.

Под пожаром понимается неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Горение взрывоопасной смеси при ее воспламенении может протекать в различных режимах, зависящих от ряда факторов (вспышка, хлопок, локальный и развитый одиночный взрыв). Причины их возникновения непосредственно связаны с образованием в условиях производства взрывоопасных смесей и появлением источников зажигания.

Большая часть производственного оборудования, сооружений и помещений производств, производящих железобетонные изделия, связаны между собой технологическими и транспортными коммуникациями, аспирационными, вентиляционными и воздушными отопительными сетями, переходными галереями, тоннелями, лестничными клетками, шахтами, технологическими проемами и т.д.

Поэтому отдельная вспышка взрывоопасной смеси, локальный одиночный взрыв могут развиваться в серию последовательных мощных пылевоздушных взрывов, распространяющихся по производственному оборудованию, сооружениям и помещениям всего предприятия.

Условия развития и распространения взрывов усугубляется тем, что многие технологические и транспортные магистрали и коммуникации

представляют собой каналы и трубопроводы, заполненные в различной степени мелкодисперсным продуктом.

Взрывобезопасность производственных процессов, зданий, сооружений, производственного оборудования обеспечиваются мерами по взрывопредупреждению и взрывозащите, организационными и организационно-техническими мероприятиями в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Для обеспечения защиты людей и материальных ценностей при возникновении взрыва должны быть предусмотрены меры, предотвращающие воздействие следующих опасных факторов взрыва:

- пламени и высокотемпературных продуктов горения;
- давления взрыва;
- высокоскоростных газоздушных потоков;
- ударных волн;
- обрушившихся конструкций зданий и сооружений и разлетающихся элементов строительных конструкций, производственного оборудования и коммуникаций.

Выбор, установку и эксплуатацию электрооборудования следует производить в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ), Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей на основе классификации взрывоопасных и пожароопасных помещений (зон) и наружных установок.

Меры по предотвращению взрывов направлены на исключение их инициирования за счет огня, искры, нагрева, удара, превышения нормального давления в емкости, и т. д.

Во всех взрывоопасных производствах обеспечивается исключение искрообразования, запрещается проводить огнеопасные работы, пользоваться электронагревательными приборами, работникам воспрещается иметь спички

и зажигалки. Все оборудование заземляется. Работа на электрооборудовании проводится при отключенной сети. В помещениях с помощью газоанализаторов проводят контроль воздушной среды с целью выявления взрывоопасных концентраций газо-воздушных смесей. Работы проводятся при включенной вентиляции.

На каждом предприятии должны быть разработаны внутренние документы, в которых определены основные мероприятия, касающиеся противопожарной безопасности. Такие документы носят локальный характер, и их содержание зависит от размера предприятия, количества имеющихся там производственных площадей и работающего персонала. Большую роль также играет техническое оснащение предприятия и технологический процесс. Но в основе лежат такие мероприятия:

- обеспечение безопасных условий для работников, постоянное повышение их квалификации;
- обучение работников правилам пользования промышленным оборудованием, отопительными и вентиляционными системами, хранению инвентаря и материалов;
- постоянный контроль ответственных лиц за аварийностью находящегося в помещении оборудования, электрических сетей. Если возникло возгорание, то отвечает за эту ситуацию начальник;
- оснащение каждого помещения средствами противопожарной защиты, их постоянная проверка и замена в случае необходимости. Чтобы в случае пожара избежать человеческих жертв, каждое предприятие обязано установить у себя световые и звуковые системы оповещения, которые известят о начале возгорания при наличии дыма, огня и поднятия температуры в помещении. Цеха должны быть оснащены первичными средствами пожаротушения, к которым относятся огнетушители, пожарные краны и пожарные щиты с инвентарем (ведром,

- лопатами, ломami, кошмой и другими приспособлениями;
- составление плана мероприятия по пожарной безопасности на предприятии на один календарный год и резервирование финансов на их выполнение;
  - проведение систематических инструктажей по пожарной безопасности с работниками предприятия, включая вводные, целевые и начальные, проведение лекционных мероприятий по технике безопасности в случае возникновения возгорания;
  - проведение практических занятий, связанных с пожарной безопасностью – умение правильно воспринимать предупреждающие сигналы тревоги, умение пользоваться первичными противопожарными средствами, знанием эвакуационных путей и так далее;
  - постоянная проверка работоспособности электрических сетей, чтобы не было случаев удара людей током и чтобы предотвратить возможность короткого замыкания с последующим возгоранием.

## **6.5 Вывод по разделу социальная ответственность**

В данном разделе рассмотрели опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте при производстве железобетонных шпал.

В разделе проработана нормативная база основанная, на материалах по охране труда и окружающей среды, а также безопасности в чрезвычайных ситуациях.

В результате анализа вредных и опасных производственных факторов, присущих рабочему месту при производстве ж/б шпал, были предложены меры направленные на улучшение условий труда, соблюдение которых значительно снизит неблагоприятное воздействие на организм работника, предотвратив при этом возможное развитие профессиональных заболеваний. Общими мерами безопасности является регулярный инструктаж и соблюдение мер безопасности.

## **Заключение**

В представленной дипломной работе рассматривается одна из актуальных проблем современности – обеспечение безопасности на опасном производственном объекте в производстве железобетонных шпал.

В работе дано подробное описание технологического процесса производства железобетонных изделий. Проанализированы опасные и вредные факторы на данном производстве, а так же вероятные чрезвычайные ситуации. В расчетной части произведен расчет критериев пожарной опасности, размеров возможного пожара, а так же оценка индивидуального и социального рисков. Предложены мероприятия, по повышению безопасности при производстве железобетонных шпал.

Определен индивидуальный риск, его значение говорит нам о том, что условие безопасности людей не выполнено, значение индивидуального риска больше допустимого. Необходимо внедрение систем взрывопредупреждения и взрывозащиты.

Рассчитанная интенсивность и время существования огненного шара показывают, что взрыв силоса с цементом может повлечь за собой ожоги первой степени и смертельное поражение людей.

Предложены мероприятия по предупреждению развития чрезвычайной ситуации и повышению безопасности исследуемого объекта.

Конструирование и внедрение предложенных мероприятий позволит предотвратить развитие аварии по сценарию связанному со взрывом пылевоздушной смеси.

## Список литературы

1. Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 N 69.
2. ГОСТ Р 54747-2011 Шпалы железобетонные для железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия.
3. Столяров Я. В. Введение в теорию железобетона. М.; Л., 1941. — 446 с.
4. Сахновский К. В. Железобетонные конструкции. М., 1960. — 840 с.
5. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции (общий курс). 4-е изд. М., 1997. — 728 с.
6. ГОСТ Р 56275-2014 Менеджмент рисков. Руководство по надлежащей практике менеджмента рисков проектов.
7. ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска.
8. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.
9. Правила техники безопасности и производственной санитарии в промышленности сборных железобетонных и бетонных конструкций и изделий. Производство труб, шпал и опор.
10. ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
11. НПБ 107-97 Определение категорий наружных установок по пожарной опасности.
12. НПБ 105-03 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.
13. СНиП III-4-80 Техника безопасности в строительстве.

14. Приказ Минэнерго России от 13.01.2003 N 6 (ред. от 13.09.2018) "Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" (Зарегистрировано в Минюсте России 22.01.2003 N 4145).
15. СНБ 3.02.03-03 Административные и бытовые здания.
16. СНИП 2.09.02-85\* Производственные здания.
17. ППБ РБ 1.01.-94 Общие правила пожарной безопасности РБ для промышленных предприятий.
18. Бадагуев, Б.Т. Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, инструкции, журналы, положения / Б.Т. Бадагуев. — М.: Альфа-Пресс, 2013. — 488 с.
19. Пасютина, О.В. Безопасность труда и пожарная безопасность при механической обработке металла на станках и линиях: Учебное пособие / О.В. Пасютина. — Мн.: РИПО, 2012. — 108 с.
20. Соломин, В.П. Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин, О.Н. Русак; Под ред. Л.А. Михайлов. — М.: ИЦ Академия, 2013. — 224 с.
21. Собурь, С.В. Пожарная безопасность предприятия: Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие / С.В. Собурь. — М.: ПожКнига, 2012. — 480 с.
22. Методические указания к изучению темы "Чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и взрывами" /Сост. С.М. Сербии, Г.А. Колупаев. г. Москва 1999г. — 270 с.