

**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>Разработка мероприятий по снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации грузоподъемных механизмов</b>
--

УДК 614.8:621.866-049.7:628.11

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E71	Толпекин Данил Павлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
20.03.01 Техносферная безопасность  
\_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
04.02.2021г.

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

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1E71	Толпекину Данилу Павловичу

Тема работы:

**Разработка мероприятий по снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации грузоподъемных механизмов**

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

Срок сдачи студентом выполненной работы: 07.06.2021 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объектом предприятие АО «Сибкабель» и его техническая документация, регламентирующая производственный процесс, связанный с эксплуатацией башенного крана КБ-406.2
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Рассмотрение классификации и основ функционирования ГПМ; 2. Анализ возможных опасностей, возникающих при эксплуатации ГПМ; 3. Анализ существующих мероприятий по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций
<b>Перечень графического материала</b>	Презентация
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Жиронкин Сергей Александрович
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н		04.02.2021 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E71	Толпекин Данил Павлович		04.02.2021 г.

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

---

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

Форма представления работы:  
бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2021	Введение 1. Классификация ГПМ	20
01.03.2021	2. Объект исследования	10
22.03.2021	2. Идентификация опасностей при эксплуатации башенного крана	15
12.04.2021	3. Практическая часть	15
03.05.2021	4. Результаты и их обсуждение	10
17.05.2021	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
07.06.2021 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		04.02.2021

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		04.02.2021

## Планируемые результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

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

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1E71	Толпекину Данилу Павловичу

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

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</li> <li>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</li> <li>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</li> </ol>	<p><i>Работа с информацией, представленной в российских иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение. Человеческие ресурсы – 2 человека.</i></p>
---	---

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</li> <li>2. Разработка устава научно-технического проекта</li> <li>3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</li> <li>4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</li> </ol>	<p><i>Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований.</i></p> <p><i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i></p> <p><i>Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета.</i></p> <p><i>Оценка сравнительной эффективности проекта.</i></p>
---	---

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

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджет НТИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
7. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2021 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Жиронкин С. А.	д-р экон. наук		26.02.2021 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Група	ФИО	Подпись	Дата
1E71	Толпекин Данил Павлович		26.02.2021 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1E71	Толпекину Данилу Павловичу

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

**Тема дипломной работы: «Разработка мероприятий по снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации грузоподъемных механизмов»**

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования был АО «Сибкабель» и техническая документация, регламентирующая производственный процесс башенного крана КБ-406.2 Условия работы: сидячее положение в офисном помещении. Область применения: научно-исследовательские институты; высшие учебные заведения; отрасли, связанные с эксплуатацией ГПМ.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов <ul style="list-style-type: none"> <li>• Природа воздействия</li> <li>• Действие на организм человека</li> <li>• Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов)</li> <li>• СИЗ коллективные и индивидуальные</li> </ul> 1.2. Анализ выявленных опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Термические источники опасности</li> <li>• Электробезопасность</li> <li>• Пожаробезопасности</li> </ul>	Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостаточная освещенность;</li> <li>• Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры;</li> <li>• Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</li> <li>• Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</li> <li>• Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ;</li> </ul> Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R<sub>заземления</sub>, СКЗ, СИЗ; Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.</li> </ul>
<b>2. Экологическая безопасность:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выбросы в окружающую среду</li> <li>• Решения по обеспечению экологической безопасности</li> </ul>	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника) и способы их утилизации;
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>• разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
<b>4. Перечень нормативно-технической документации.</b>	– ГОСТы, СанПиНы, СНиПы

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2021 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		26.02.2021 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E71	Толпекин Данил Павлович		26.02.2021 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 101 с., 6 рис., 9 табл., 16 источников, 1 прил.  
Ключевые слова: грузоподъемные механизмы; погрузочные механизмы; мероприятия по снижению риска; чрезвычайная ситуация.

Объектом исследования является уровень риска эксплуатации грузоподъемных механизмов на различных предприятиях. Предметом исследования перечень мероприятий по снижению рисков на предприятиях.

Цель работы – Разработать перечень мероприятий по снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации грузоподъемных механизмов.

В процессе исследования проводился анализ риска эксплуатации подъемных сооружений на территории России вкпе и на предприятии АО «Сибкабель», в частности, с проекцией на регламентирующую документацию, статистические исследования и экспертную оценку рабочей бригады башенного крана КБ-406.2.

В результате исследования разработан перечень мероприятий по снижению риска возникновения и уменьшению ущерба при эксплуатации башенных кранов.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: рассматриваемая методика и результаты, полученные в данной работе, позволят снизить получаемый ущерб здоровью рабочих и материально-техническими ценностям, предприятиями, которые внедрят, полученный перечень мероприятий, .

Область применения: научно-исследовательские институты; высшие учебные заведения; предприятия в технологической базе которых присутствуют грузоподъемные механизмы, башенные краны.

Экономическая эффективность работы заключается в возможности снижения затрат на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций.

В будущем планируется создать более эффективный и оперативный способ по оценке предварительного состояния башенных кранов, условий окружающей среды, создание более долговечной схемы конструкции башенных кранов.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

- ЧС – чрезвычайная ситуация;
- ГПМ – грузоподъемный механизм;
- ПС – подъемное сооружение;
- ОС – окружающая среда;
- СЗЗ – санитарно-защитная зона;
- ОТК – отдел технического контроля;
- ПБ – промышленная безопасность;
- ОТ – охрана труда;
- СИЗ – средства индивидуальной защиты;
- ИТР – инженерно-технические работы;
- ПДУ – предельно допустимый уровень;
- ПЛА - план ликвидации аварий.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	14
1. Классификация ГПМ.....	15
1.1 Терминология и основные параметры.....	15
1.2 Классификация по значению и типам движения.....	15
1.3 Основные типы грузоподъемных машин и механизмов.....	17
1.4 Анализ статистических данных.....	17
2. Объект исследования.....	19
2.1 О компании.....	19
2.1.1 Цеха на базе производства.....	19
2.2 Рассмотрение эксплуатационной базы компании .....	20
2.2.1 Стреловой кран .....	21
2.2.2 Кран-балка.....	23
2.2.3 Козловые краны .....	25
2.2.4 Тельферы .....	27
2.2.5 Автовышки .....	28
3. Анализ возможных опасностей.....	29
3.1 Схема башенного крана .....	29
3.2 Опасности, связанные с эксплуатацией башенного крана.....	32
3.3 Методы исследования .....	34
4. Практическая часть.....	35
4.1 Основные причины и факторы реализации чрезвычайных ситуаций, аварийности.....	35
4.1.1 Износ материалов .....	36
4.1.2 Технические неисправности .....	38
4.1.3 Антропогенный фактор.....	43
5. Результаты и их обсуждение .....	51
5.1 Экспертная оценка.....	51
5.2 Разработка мероприятий по снижению вероятности реализации аварий .....	56
5.3 Оценка риска до и после внедрения мероприятий .....	58
6. Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	62
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	62
6.1.1 Анализ конкурентных технических решений .....	62
6.1.2 SWOT-анализ .....	64
6.2 Планирование научно-исследовательских работ структура работ в рамках научного исследования .....	68
6.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ .....	69

6.2.2	Разработка графика проведения научного исследования .....	72
6.2.3	Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	77
6.2.4	Расчет материальных затрат НТИ.....	77
6.2.5	Основная заработная плата исполнителей темы.....	77
6.2.6	Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.....	78
6.2.7	Отчисления на социальные нужды .....	78
6.2.8	Накладные расходы .....	78
6.2.9	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	78
6.3	Оценка эффективности исследования .....	80
7.	Социальная ответственность.....	83
7.1	Производственная безопасность .....	83
7.1.1	Отклонение показателей микроклимата в помещении .....	83
7.1.2	Превышение уровней шума .....	84
7.1.3	Повышенный уровень электромагнитных излучений .....	85
7.1.4	Поражение электрическим током.....	86
7.1.5	Освещенность.....	87
7.1.6	Пожарная опасность .....	87
7.2	Экологическая безопасность .....	89
7.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	93
	Заключение.....	95
	Список использованной литературы .....	95
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	97

## **ВВЕДЕНИЕ**

В современном мире производственных взаимодействий, с ростом технологического прогресса за последние годы, все чаще идет упор на использование каких-либо технических средств, увеличивающих производственный объем, сложность выполняемых действий и тд. Предоставляя такие возможности, которые без помощи подобных средств достигались бы в разы дольше.

Одним из самых основных и фундаментальных процессов в любой строительной, ремонтной деятельности или при обычном функционировании предприятия, будет на всех этапах – перемещение грузов. Будь то погрузка на транспортные средства, выгрузка или перемещение на место непосредственной эксплуатации данных ресурсов, в большинстве случаев будет использоваться грузоподъемные механизмы различных типов и предназначений.

Одно из важнейших направлений данной работы будет заключаться в статистической оценке травматизма при эксплуатации грузоподъемных машин. В среднем, по данным Ростехнадзора, ежегодно статистика смертельных травм, получаемых рабочим персоналом, варьируются от 96 до 105 случаев. Анализ характеристик различных ГПМ и производственного процесса, связанного с данным оборудованием, для выявления максимально травмоопасных элементов устройства машин данного типа и процессов при эксплуатации, будет являться основой для выявления частей, подлежащих к исправлению или иному подходу.

Так же подобные грузоподъемные механизмы на территории Российской Федерации классифицируются как опасное оборудование и подлежат учету в органах Федеральной службы по атомному, экологическому и технологическому надзору (по Приказу Ростехнадзора от 12.11.2013 N 533 (ред. от 12.04.2016) "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения"). Следовательно, анализ данных механизмов представляется высоко актуальной темой в рамках данного направления.

### **Цель работы:**

Разработать перечень мероприятий по снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации грузоподъемных механизмов.

### **Задачи работы:**

1. Рассмотрение классификации и основ функционирования ГПМ;
2. Анализ возможных опасностей, возникающих при эксплуатации ГПМ;
3. Анализ существующих мероприятий по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций;

# 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ГПМ

## 1.1 Описание и основные параметры (термины)

Подъемные механизмы (ПММ) - это универсальные технические устройства, которые используются в различных сферах и отраслях промышленности - на производстве, при строительных, монтажных и ремонтных работах, в складских и гаражных комплексах, при транспортировке различной продукции и т.д.

Грузоподъемные механизмы (ГПМ) характеризуются следующими основными характеристиками:

- Фундаментальные основы базового перемещение груза относительно горизонтальной и вертикальной нормалей;
- Набор индивидуально нормируемых рабочей бригадой движений груза по определенному, создаваемую или подготовленному маршруту;
- Отсутствие мест для погрузки и разгрузки товаров и грузов, которые можно было бы считать постоянными;
- Систематичность и цикличность рабочего процесса.

Подъемные машины обеспечивают механизацию всех процессов подъема и сборки, а также значительную часть процессов погрузочно-разгрузочных работ на строительной площадке. Они также заботятся о производственных процессах в ремонтных мастерских и других. Подъемные машины представляют собой машины с прерывистым (циклическим) режимом работы. [1]

## 1.2 Классификация по назначению и видам движения

По назначению все подъемные машины делятся на два класса: общего и специального назначения.

Подъемные машины общего назначения отличаются относительной простотой устройства, ограниченным количеством механизмов (обычно не более двух-трех), использованием простейших подъемных устройств.

К ним относятся, например, домкраты, подъемники, лебедки, ряд мостовых и порталных кранов, стреловые краны, автокраны, пневматические и гусеничные краны, тракторные краны, универсальные манипуляторы, шарнирно-сочлененные и сбалансированные и т. д.

Подъемные машины специального назначения характеризуются набором внутренних особенностей:

- конструктивная сложность;
- использование специальных подъемных устройств;
- единообразие (однообразие) протекающих технологических процессов;
- трудоемкая, высокая степень автоматизации отдельных операций, не требующая переналадок.

К этому классу машин относятся краны металлургические, предназначенные для прокатных станов; летающие краны для сборки строительных конструкций; манипуляторы погрузочно-разгрузочные и автоматические (роботы) для сборочно-технологических линий машиностроительных предприятий и др. [1] Современные подъемные машины могут сообщать грузу следующие типы движений:

- подъемный - вертикальный или наклонный;
- поперечный или радиальный - в горизонтальном направлении;
- продольно-поступательный, поворотный - вокруг вертикальной или горизонтальной оси;
- вращательный - вокруг горизонтальной оси;
- разворот.

В зависимости от количества рабочих движений все подъемные машины можно разделить на три типа:

- сообщать грузу (лебедкам, лифтам и т. Д.) Единичное подъемное движение;
  - допускать не более двух или трех перемещений (например, мостовые краны общего назначения, подъем груза, перемещение крана по мосту);
  - сообщать, помимо вышеперечисленного, дополнительное количество движений (например, вращательное, вращательное и т. Д.).
- Подъемные механизмы первого типа делятся на два подвида:

- подъемные механизмы (домкраты, подъемники, лебедки);
- подъемники, перемещающие корпус-носитель по вертикальным или наклонным направляющим. Второй тип подъемной техники - это краны общего назначения. К третьему типу подъемных машин относятся специальные краны, манипуляторы и т. Д.

Отличительной особенностью всех машин, называемых кранами, помимо указанных выше, является наличие стационарной или мобильной металлической конструкции, служащей для установки других механических систем. [2]

### 1.3 Основные типы грузоподъемных машин и механизмов

По конструкции и виду выполняемых работ грузоподъемные машины разделяют на:

- Домкраты - выполняют в виде толкателей - винтовых, реечных или поршневых гидравлических, поднимающих грузы на небольшую высоту, обычно в пределах до 0,6 м, их используют при монтажных работах;
- Лебедки - выполняются в виде приводного барабана с гибким тяговым органом — стальным канатом, реже корабельной цепью. Основной тип движения, который они передают грузам – это прямолинейное перемещение. В основном данный тип механизмов используется в качестве составных частей других более сложных ГПМ. Подразделяются на: подъемные, тяговые, подвесные;
- Краны и подъемники – данный тип ГПМ характеризуется особой сложностью и одновременно универсальностью исполнения. Конструкция включает в себя основание в виде металлического остова с крановыми и двигательными механизмами. Данный тип грузоподъемных механизмов применяется для перемещения в пространстве по заранее подготовленной трассе. Подразделяются на: консольные, мостовые;
- Грузоподъемные манипуляторы - механизм, состоящий из множества числа звеньев, включающих в свою конструкцию особенности приводы для передачи движения суставам. Основная направленность – перенос габаритных и тяжелых грузов. Вследствие наличия множества звеньев данный механизм может обеспечивать неподвижность груза в любом из положений. [2]

### 1.4 Анализ статистических данных

Одной из основных причин протекания чрезвычайных ситуаций является старение парка используемых грузоподъемных механизмов и, соответственно, эксплуатация ПС нормативный срок использования которых подошел к концу.

Использование подобных ГПМ происходит по причине того, что в советское время была накоплена достаточно большая база грузоподъемных механизмов, которые можно было использовать даже после истечения нормативного срока службы. С 2009-2010 года произошли небольшие изменения. Количество подобных механизмов не уменьшилось, но осталось стабильным, вследствие покупки многими фирмами современных зарубежных грузоподъемных механизмов, из чего можно сделать вывод о том, что тенденции к протеканию чрезвычайных ситуаций остаются на том же уровне, что и до этого, но в проекции на увеличившийся парк ГПМ, процентное соотношение использования подобных машин падает, что не является решением проблемы. [3]

Проблема травматизма и аварийности при эксплуатации подъемных механизмов усугубляется тем, что в этот промежуток времени им был присвоен 4ый класс опасности по 116-ФЗ, что официально снижает нормируемость и надобность в постоянном надзоре за подобными механизмами.

Последствие внесения ГПМ к данной категории заключается в том, что владелец на законных основания может не вкладывать финансовые ресурсы в починку, оценку состояния и поддержания должного уровня качества материалов, квалификацию рабочего персонала и многое другое.

Причины аварий можно разделить на технические и организационные. Стоит отметить, что более половины (60%) несчастных случаев происходит по техническим причинам, в основном из-за неудовлетворительного состояния технических устройств (30%), предохранительных устройств (15%) и нарушений техники работы (25%). количество несчастных случаев по организационным причинам остается высоким (40%). [5]



Рис. 1 Статистические данные по аварийности и травматизму в России

## **2. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Описание объекта.**

ЗАО «Сибкабель» - ведущее предприятие машиностроительной отрасли России, выпускающее широкий ассортимент продукции электротехнического назначения.

#### **Основная информация о производстве:**

1. Общее количество выпускаемых маркоразмеров – более 45 000
2. Год основания – 1941
3. Численность персонала – 1310 человек
4. Общая площадь завода – 25,8 Га
5. Производственная площадь цехов – 60 000 м<sup>2</sup>
6. Количество цехов основного производства – 5

#### **2.1.1 Цеха на базе производства**

##### **Цех №2**

Количество сотрудников - 155 человек. Он занимает площадь 8300 квадратных метров. Лаборатория ориентирована на производство обмоточных проводов с эмалевой и стеклопластиковой изоляцией. Имеющееся в цехе технологическое оборудование позволяет изготавливать данную проволоку в замкнутом цикле, то есть начиная от волочения катанки диаметром 8 мм и заканчивая доставкой готовой продукции.

##### **Цех №3**

Количество рабочих в цехе - 151 человек. Мастерская занимает площадь 13 500 квадратных метров. Номенклатура магазина включает кабели для установки погружных насосов на рабочие температуры от 90 до 1500 С, кабели и провода для подвижного состава на рабочие напряжения от 1 до 4 кВ, городские телефонные кабели с числом пар от 10 до 600, автомобили - изолированные опорные кабели, силовые кабели на рабочее напряжение от 1 до 6 кВ. Цех оснащен современным импортным технологическим оборудованием.

##### **Цех №6**

Количество сотрудников - 205 человек, производственная площадь цеха - 12000 м<sup>2</sup>. Производит кабели и провода с резиновой изоляцией и оболочкой, в том числе: гибкие электрические кабели шахтные, кабели для экскаваторов на напряжение 6 кВ, кабели для судов.

##### **Цех №7**

Занимается производством и сборкой деревянных и металлических бочек. В компании есть участок по производству пластиковых катушек. Для обеспечения быстрого и качественного процесса выгрузки поступающих материалов и отгрузки готовой продукции потребителям на заводе имеется транспортно-складское управление (ТСУ), имеющее необходимый парк транспортной и подъемной техники, а также складские конструкции для

хранение материалов и готовой продукции. На площадку для подачи вагонов проложена железнодорожная ветка. [5]

## 1.2 Рассмотрение эксплуатационной базы компании

Как уже было отмечено выше в виды деятельности данной компании входят пункты, которые в свою очередь используют ресурсы различных грузоподъемных механизмов, соответственно, для перемещения и транспортировки грузов различной тяжести используется различный перечень грузоподъемных машин и вспомогательных устройств для переноски, например, погрузчики различных типов, которые относятся к самоходным или ручным машинам.

На базе предприятия активно используются такие ГПМ, как:

- Мостовые краны;
- краны стрелового типа;
- кран-балки;
- козловые краны;
- тельфера;
- башенные краны.

Каждый ГПМ из списка выше, относящийся к ОПО, и находящийся в производственном распоряжении компании проходит необходимую утвержденную п. 461 ФНП «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» проверку и имеет такие документы, как:

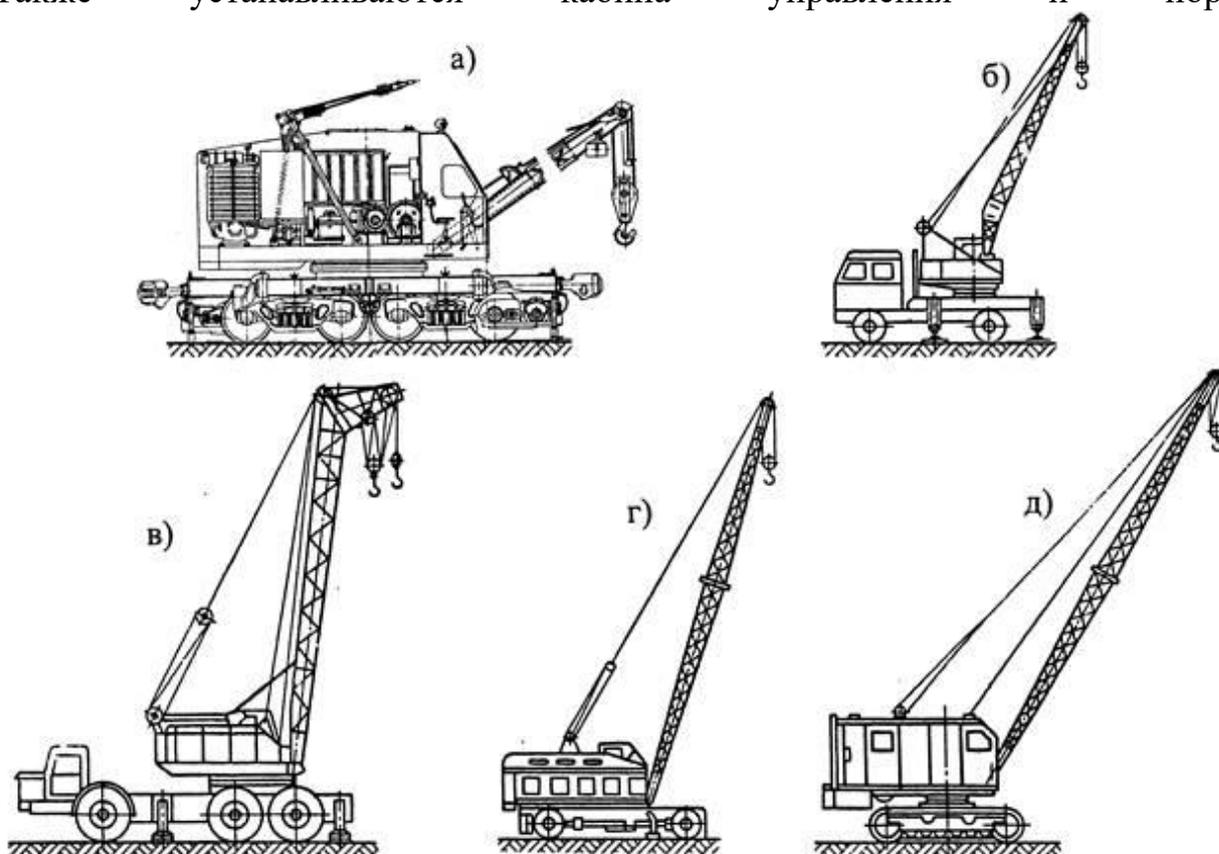
- Техническая документация;
- документ об оценке соответствия ГПМ;
- свидетельство о регистрации ОПО;
- положение о производственном контроле (ППК);
- положение о техническом расследовании причин аварий, инцидентов на ОПО (ПРИ);
- инструкции, определяющие действия работников ОПО с ГМП в аварийных ситуациях;
- полис обязательного страхования;
- протоколы аттестации (проверки знаний) по промышленной безопасности;
- заключения экспертизы промышленной безопасности;
- проекты производства работ (ППР);
- технологические карты (ТК);
- техническое освидетельствование. [6]

## 2.2.1 Стреловые краны

Стреловые краны обладают особенным конструкционным строением, которое заключается в том, что башенно-стреловое оборудование и непосредственно стрела крана закреплены на вращающейся платформе, что придает возможность гораздо более широкой манипуляцией грузом. Также в оснащении имеется ходовая часть для передвижения. По типу ходовой части эти краны различаются на (рис.2):

- Железнодорожные;
- автомобильные;
- на специальном шасси;
- пневмоколесные;
- гусеничные.

Они состоят из следующих основных частей: стрелового оборудования, двигательного устройства, рамы, с отсутствующей возможностью перемещения и тд. Устройство манипуляции грузом, у подобного типа кранов, устанавливается на подвижной платформе, вместе с механизмом подъема груза. Также устанавливаются кабина управления и портал.

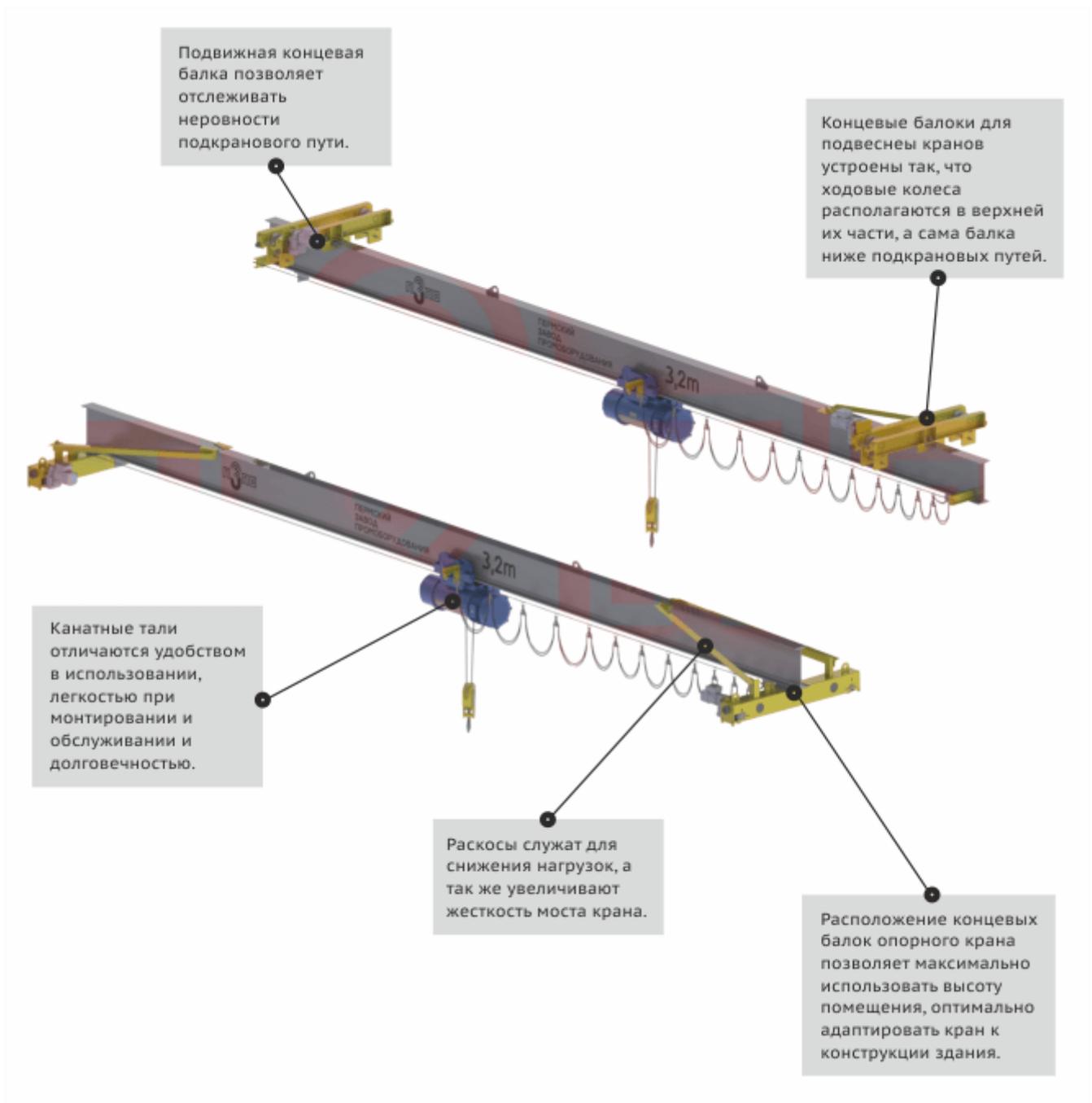


*Рис.2 Типы стрелковых кранов*

### 2.2.2 Кран-балка

Балочный кран - один из современных видов подъемных устройств, используемых для подъема и транспортировки грузов любой грузоподъемности. Принцип работы следующий: с помощью систем крепления груз крепится к подъемному механизму. Крепежными элементами могут быть крючки, грузовые электромагниты, клешни, тележки и другие системы. Когда груз надежно закреплен, его поднимают на необходимую высоту с помощью имеющегося подъемного механизма. Основными параметрами крана являются грузоподъемность и высота подъема. При подъеме груз перемещается горизонтально по железнодорожным путям на необходимое расстояние. Еще одна важная особенность - вылет крана, вылет крана. Если груз проходит точку остановки, он будет опущен, и клапан откроется. В наше время большинство кранов неприхотливы к условиям окружающей среды и обычно работают при температуре от -20 до + 40 ° С.

Подкрановые балки делятся на подвесные и несущие. Конструктивно опорная балка крана представляет собой опорную балку, движущийся по ней электролифт, пульт управления и вспомогательные устройства. С обеих сторон «концевые» балки используются для перемещения подъемника по подкрановым рельсам по верху рельсов. Портал состоит из роликовой балки на концевой балке, опирающейся на рельсы порталов, установленных на перекрытиях оборудования. Порталы проходят по нижним рельсам портала, подвешенного к потолку. Подкрановые балки имеют меньшую конструктивную высоту и меньший вес, чем краны таких же габаритов. [7]



**Рис. 3 Устройство кран балки**

Чем удобнее и разумнее **управление** кран балкой, тем выше производительность ее использования. Чаще всего управление кран балками осуществляется с пола. Это может быть управление с помощью подвесного кнопочного пульта, который передвигается вместе с крановой тележкой, а также управление посредством системы дистанционного радиоуправления, что более удобно, так как оператор может находиться в непосредственной близости от места погрузочно-разгрузочных работ и принимать в нем прямое участие. Это снижает риск повреждения транспортируемых грузов.

Козловой кран отличается функциональностью и надежностью, прочностью и практичностью. Раньше их использовали только в помещении или под навесом. Сегодня используются разновидности, работающие как в помещении, так и на открытом воздухе. Эта уличная версия оснащена дополнительной защитой механизма и электрооборудования от неблагоприятного воздействия окружающей среды.

### **2.2.3 Козловые краны**

Козловые краны (КК) относятся к мостовым кранам на устойчивых опорах. Название этого технического рисунка связано с внешним сходством с козлами. Крановые опоры могут иметь одну или две опоры и перемещаться по направляющим рельсам на бетонном основании. Рельсы должны быть расположены так, чтобы гарантировать наиболее эффективную работу оборудования.

Перемещение платформы на приподнятых опорах гарантирует высокую грузоподъемность крана и возможность его использования на крупных строительных площадках. Мостовые краны более мобильны, чем козловые краны, которые подвешиваются в цехах на специальных опорах прямо под крышей.

Козловые краны адаптируются к трем этапам работы. По пролету моста перемещается грузовая тележка, к которой крепятся необходимые манипуляторы, например, крюк, перекладина или магнит. Крановое оборудование также оснащено механизмами для подъема грузов и перемещения тележки или самой системы.

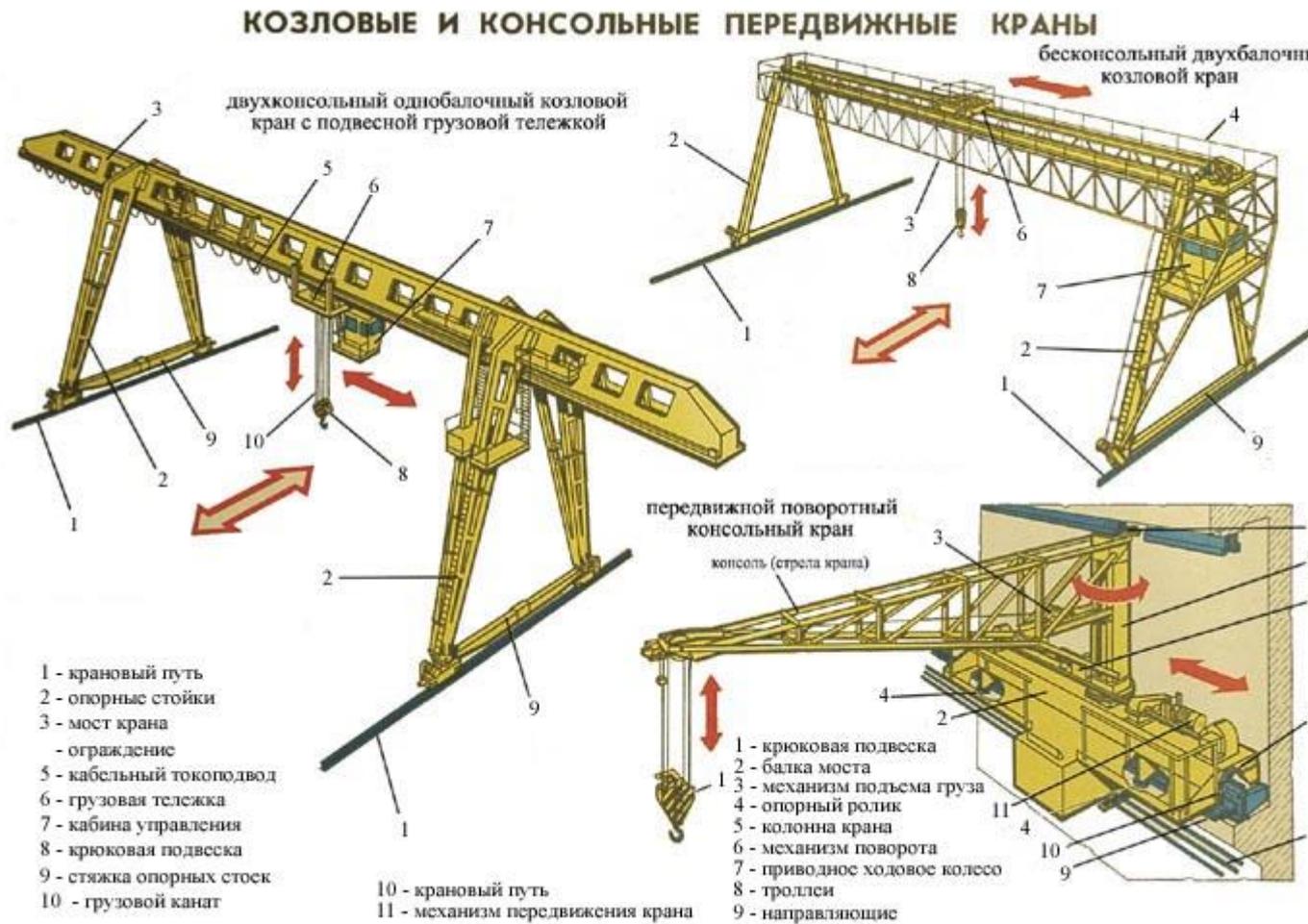
Иногда используются полувосстанавливаемые установки, разница заключается в разном уровне размещения рельсов. Балочная конструкция распределяет вес груза равномерно, исключая риск опрокидывания мостовых кранов и козловых кранов. [8]

Технические характеристики грузоподъемного оборудования зависят от конструктивных особенностей модели и ее назначения. Среди общих характеристик КК общего назначения можно выделить:

- грузоподъемность – она изменяется в диапазоне от 3 до 50 т;
- длину мостового пролета – от 9 до 32 м;
- подъемную высоту – от 6 до 9 м;
- скорость перемещения крана – более 30 м/мин.;
- диапазон температур – от -40 до +40 градусов.

Среди основных узлов козлового крана можно назвать:

- мостовой пролет, состоящий из металлических ферм;
- грузовую тележку, передвигающуюся по мосту;
- массивные опоры с 1 или 2 стойками;
- платформы к опорам для передвижения;
- узлы и механизмы, которые используются для подъема или перемещения груза.



*Рис. 4 Устройство козлового крана*

#### 2.2.4 Тельфер

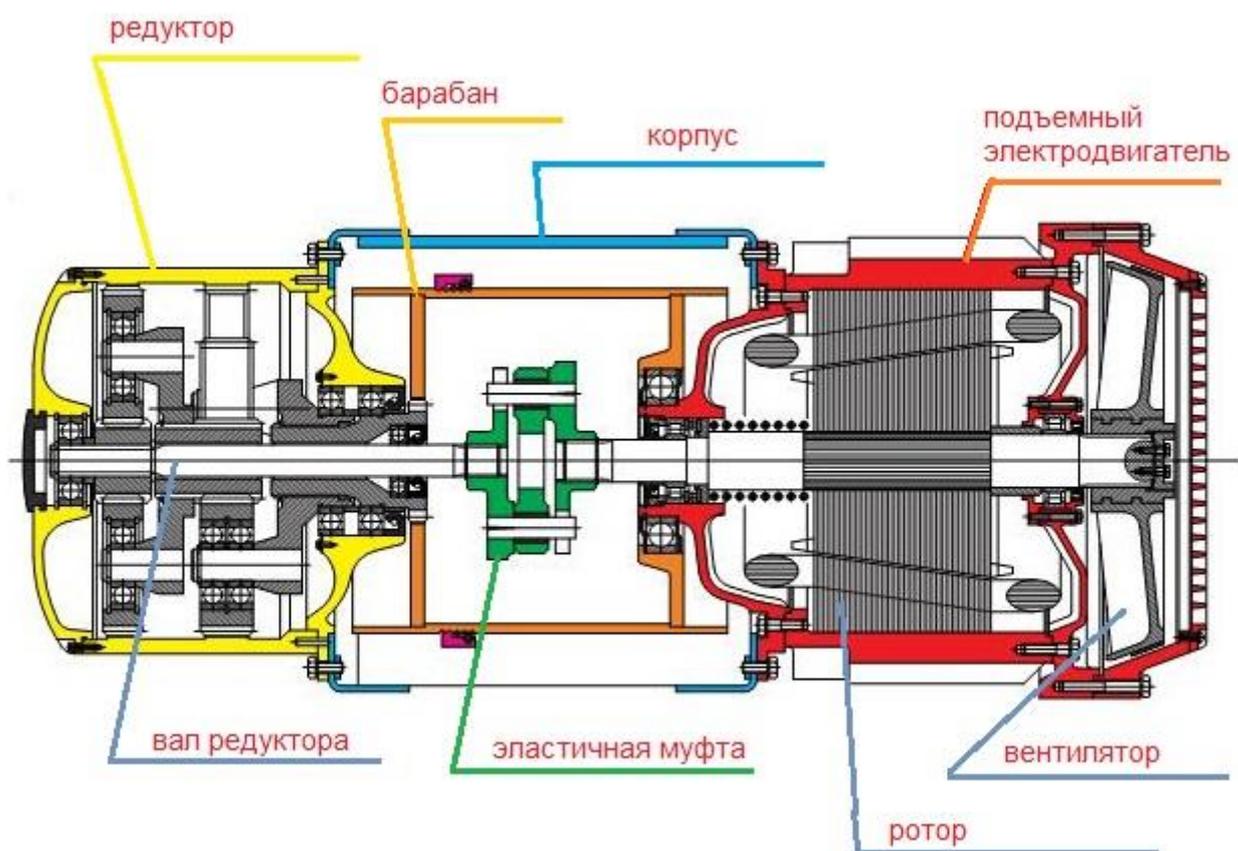
В современной интерпретации мы понимаем лебедку как электрическую лебедку с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости и функцией подъема и опускания груза. Тельфер - распространенное подъемное устройство, которое активно используется не только в крупных мастерских, но и в мелких деталях (будь то в автомастерских или на складах). Основное преимущество электротали перед ручными - эффективность и простота управления; их использование в производстве быстро решает проблему грузового транспорта.

Если мы подробно рассмотрим конструкцию тельфера, мы увидим, насколько базовым является это устройство. Лифт имеет запорный механизм, который включает в себя такие элементы, как шестерня, конический ротор, барабан или шестерни (в зависимости от модели лифта: канат или цепь), крюк, элемент крепления груза и тормоза. Приобретая домкрат, убедитесь, что двигатель защищен от перегрева.

Для удобства эксплуатации лифты изготавливаются с одно- или двухскоростным подъемным механизмом. При управлении двухскоростной лебедкой часто устанавливают специальный микропривод, позволяющий опускать и поднимать груз с небольшой скоростью. По типу трафика телефоны делятся на городские и мобильные.

Для установки стационарной электротали потребуется опора, которая может быть в виде кольца (крюка) или специальных жестко установленных опорных ножек. Как следует из названия, легко понять, что фиксированный лифт может перемещать грузы только в вертикальной плоскости. Мобильный подъемник включает в себя специальную тележку, которая позволит не только передвигаться по монорельсу, но и поднимать и опускать грузы. Следует отметить, что тележки делятся на два типа привода: электрический или ручной. Первый тип удобнее и мобильнее в использовании.

Электроталь управляется кнопочной панелью (подвесной, с радиоуправлением) или самой кабиной, которая перемещается во время работы. [9]



*рис. 5 Устройство тельфера*

### **2.2.5 Автовышка**

Автовышка - (воздушная платформа), а также гидроподъемная платформа (АГП) или самоходная служебная платформа (например, СПО-15М) - транспортное средство (реже - специальная рама), оснащенное подъемным устройством и перемещение рабочих с инструментами и материалами, которые используются при прокладке и обслуживании линий электропередач, линий связи и контактных сетей, ремонте и обслуживании зданий и сооружений, обслуживании конструкций наружной рекламы, уходе за городскими зелеными насаждениями и т. д.

Рабочий орган воздушной платформы представляет собой шарнирно-сочлененный, телескопический или шарнирно-сочлененный телескопический подъемник, совмещенный с поворотным рычагом, который оборудован рабочей платформой (так называемая люлька). Высота подъема стрелы 12-75 м, высота стрелы 8-28 м, грузоподъемность 200-400 кг. Управление лифтом осуществляется с рабочей площадки и кабины транспортного средства. Для повышения устойчивости во время работы подъемные платформы обычно оборудуют стабилизаторами.

Ножничные подъемники, оборудованные рабочими платформами, используются аналогично подъемным платформам. [10]

### **3. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАШЕННОГО КРАНА**

Из всех вышеперечисленных грузоподъемных механизмов, классифицируются как опасные производственные объекты по Федеральному закону от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. От 08.12.2020)" башенный кран, козловой кран и кран-балка.

В ходе данной работы, на нынешнем этапе, будет рассматриваться более подробно только башенный кран, так как данное грузоподъемное сооружение на базе описанного выше предприятия используется чаще и больше, нежели чем другие грузоподъемные механизмы, имеющиеся в доступности данного предприятия. Исходя из этого можно предположить, что статистически количество гипотетических нарушений протекания производственного процесса или возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с данным ГПМ, будет наиболее вероятным, соответственно рассмотрение кран-балки будет наиболее актуальным в рамках данной работы. [11]

#### **3.1 Схема Башенного крана**

Кран башенный состоит из следующих основных частей:

1. Опорная часть;
2. Кабина управления;
3. Опорно-поворотные устройства;
4. Башня;
5. Стрела;
6. Ходовые рамы;
7. Устройство для перемещения по кривым;
8. Поворотные платформы;
9. Лестницы и площадки.

Конструктивные особенности башенного крана КБ-406 максимально идентичны модели КБ-401.

В то же время, учитывая эффективность работы крана на складах и полигонах, кран спроектирован для работы в режиме А5, которые заключается в повышенным условиями нагрузки, нежели чем облегченные режимы работы у других кранов. Так как кран преимущественно предназначен для работы в складских помещениях, то высота подъема его стрелы равна 12 м, что увеличивает площадь складирования (без перемещения крана) с 75% до 95% от общей площади. Павильон установлен в верхней части башни для облегчения обслуживания при приеме груза. Лебедка тележки расположена на поворотной платформе, что часто упрощает обслуживание механизмов. Из-за большой нагрузки на опору и более тяжелой работы с краном на его ходовой платформе

установлены трехколесные тележки, которые повышают устойчивость крана. Поворотная опора имеет форму круга из однорядных роликов диаметром 2500 мм.

КБ-406 - кран башенный мобильный (рельсовый) с балкой и поворотной башней. Предназначен для строительства одноэтажных зданий с массой собранных элементов до 12,5 тонн, используется как кран-манипулятор на складах и других сооружениях.

Все металлоконструкции выполнены из стали 09Г2С. При стандартной длине стрелы 12м и ходу подвески, защита стрелы достигла 95% - на 20 пунктов больше, чем у предыдущей модели. Для упрощения обслуживания КБ-406 башня собрана без дополнительных секций. Под мышкой крепится специальная металлическая платформа для лучшего технического контроля. Лебедка автомобиля находится на поворотной платформе.

Башенные краны бывают двух типов: самоходные и стационарные. КБ-406 относится к первому типу. Его тело опирается на платформу, которая, в свою очередь, передает силы движущимся колесам. Из-за огромных нагрузок, возникающих при подъеме тяжелых грузов, рама оснащена трехколесными тележками. А поворотная втулка установлена на роликоподшипнике диаметром 2500 мм.

Для предотвращения падения тележки механизм оснащен электрическими концевыми выключателями, которые отключают питание двигателей в случае столкновения с препятствием. Чтобы обеспечить строительную площадку необходимым строительным материалом, подкрановые рельсы располагаются практически по всей длине возводимой системы. Это дает КБ-406 лучшую производительность.

КБ-406 полностью оборудован необходимыми системами безопасности. Электродвигатели оснащены драйверами и звуковыми сигналами. При необходимости может быть установлена радиосвязь между оператором подъемного устройства и лицом, ответственным за строительные или монтажные работы. Вся система безопасности крана проходит специальные испытания, после которых может быть введена в эксплуатацию.

Домкрат оборудован ограничителями нагрузки для предотвращения опрокидывания. При работе в ограниченном пространстве используются системы, предотвращающие повреждение критически важных частей лифта. [12]

Расположение башенного крана на территории предприятия АО «Сибкабель». Данный ГПМ располагается на открытом цеху, особенности расположения заключаются в том, что к месту работы крана ведет железнодорожная и дорожная трассы, для совершения погрузочно-разгрузочных работ. Непосредственные особенности расположения крана заключаются в том, что при развороте на полные 360 градус вокруг своей оси, кран пересекал бы обозначенную на рисунке 6 теплотрассу, поэтому площадь его разворота ограничена. Из данного рисунка также можно прийти к выводу о том, что в ближайшем нахождении к крану отсутствуют какие-либо вещества или материалы, которые при протекании ЧС могли бы привести к большим

последствиям, но несмотря на это, наибольшую угрозу представляет падение крана.

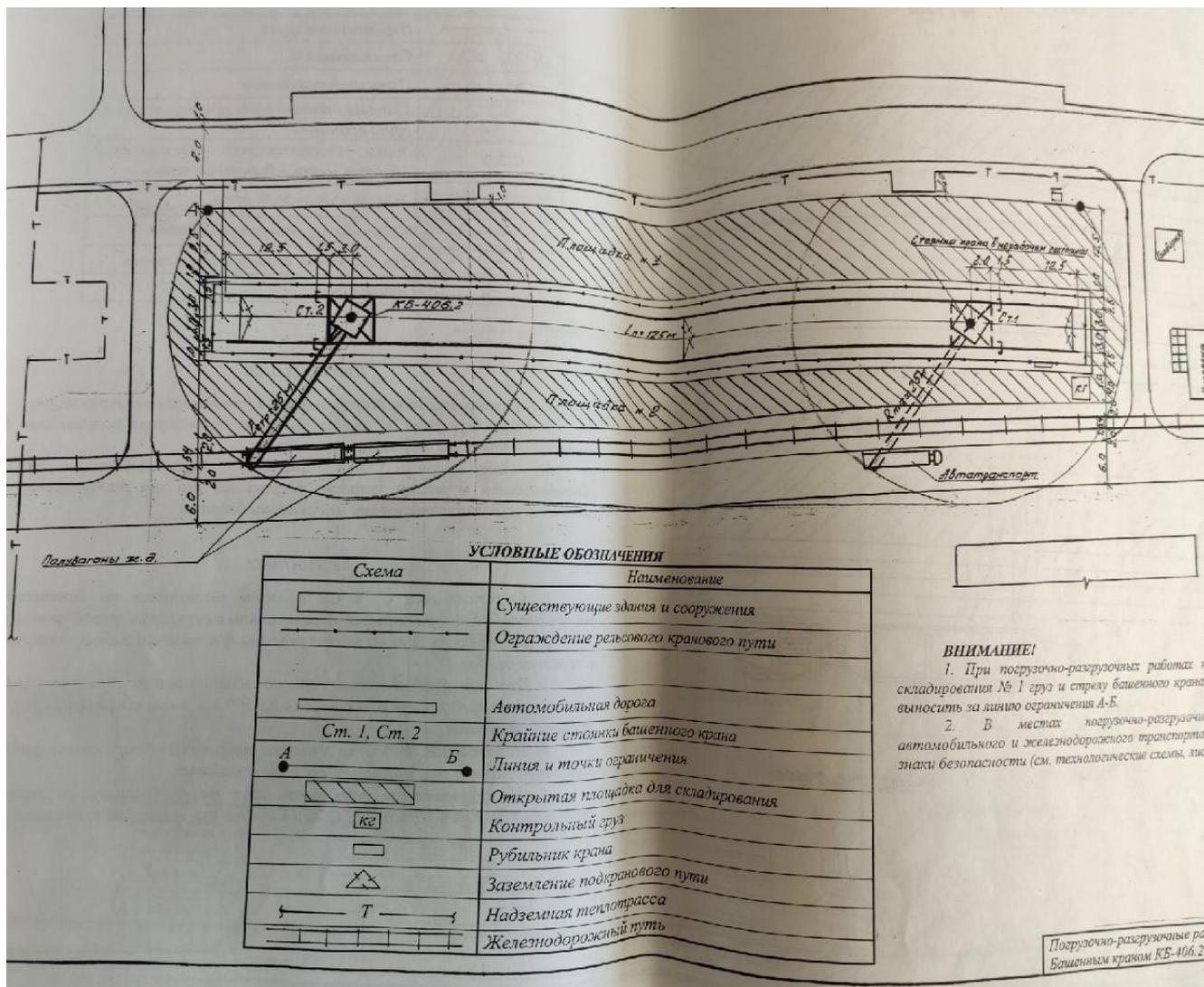


Рис.6 Схема производства погрузочно-разгрузочных работ КБ-406.2

## 3.2 Опасности, связанные с эксплуатацией башенного крана

Таблица.1 Перечень опасностей

<p>1. механические виды опасности, связанные с подъемными операциями</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• недостаточной стойкости крана или машины;</li><li>• неконтролируемой загрузки, перегрузки, превышения опрокидного грузового момента;</li><li>• неконтролируемой амплитуды движения механизмов и составных частей крана;</li><li>• неожиданного или непредвиденного движения груза;</li><li>• несоответственных грузоподъемных органов, устройств и тары;</li><li>• доступом работников в грузоподъемных органы, устройства, тару и люльки;</li><li>• недостаточной механической прочностью составных частей и деталей;</li><li>• несоответственной конструкцией шкивов и барабанов;</li><li>• несоответственными условиями для установки, монтажа, демонтажа, наладивания, испытания, эксплуатации, ремонта, реконструкции и модернизации;</li><li>• действием груза на работников (нанесение удара грузом или противовесом).</li></ul>
<p>2. механические виды опасности, связанные с составными частями, грузозахватными <u>устройствами</u>, с грузами</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• сдавливание;</li><li>• порез;</li><li>• рассечение или отсечение;</li><li>• намотки, втягивания или увлечения частей одежды, конечностей и тому подобное;</li><li>• удар;</li><li>• укол или прокалывание;</li><li>• потеря стойкости элементов.</li></ul>
<p>3. электрические виды опасности</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• контакта работников с частями, которые обычно находятся под напряжением (прямой контакт);</li><li>• контакта работников с частями, которые находятся под напряжением через неисправность (непрямой контакт);</li><li>• приближение работников к частям, которые находятся под высоким напряжением;</li><li>• непригодности изоляции для предусмотренных условий использования;</li><li>• химических процессов во время коротких замыканий, перегрузок и тому подобное.</li></ul>

<p>4. опасность, вызванная неожиданным пуском, неожиданным превышением скорости и тому подобное, в результате</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выхода из строя или нарушения в работе системы управления;</li> <li>• прекращение представления энергии и возобновления энергоснабжения после перерыва;</li> <li>• внешнего влияния на электрооборудование;</li> <li>• других внешних влияний (сила веса, ветер и тому подобное);</li> <li>• ошибки в программном обеспечении;</li> <li>• ошибки машиниста крана.</li> </ul>
<p>5. опасность, вызванная поломками во время работы</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• утомительного разрушения;</li> <li>• недопустимой величины деформации;</li> <li>• критического срабатывания;</li> <li>• коррозии</li> </ul>
<p>6. опасность, вызванная предметами, которые падают (инструмента, деталей крана, вещей обслуживающего и ремонтного персонала и тому подобное)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Падение грузов вследствие нарушения целостности ГПМ;</li> <li>• Падение инструментов;</li> <li>• Деталей крана.</li> </ul>
<p>7. опасность, вызванная поступательным движением крана</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• движение во время запуска двигателя;</li> <li>• движение при отсутствии машиниста на своем месте;</li> <li>• движение при отсутствии надежного закрепления всех составных частей, деталей;</li> <li>• слишком высокая скорость крана;</li> <li>• слишком высокие колебания (крана, груза) во время движения;</li> <li>• недостаточная возможность крана или машины к замедлению, выключение, остановки и держания.</li> </ul>
<p>8. опасность, связанная с системой управления</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• неправильное размещение органов управления;</li> <li>• неправильная конструкция органов управления;</li> <li>• неправильный режим их работы.</li> </ul>
<p>9. опасность, связанная с третьими лицами: несанкционированный запуск или эксплуатация; отсутствие или несоответствие визуальных или звуковых предупредительных сигналов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• несанкционированный запуск или эксплуатация;</li> <li>• отсутствие или несоответствие визуальных или звуковых предупредительных сигналов.</li> </ul>

### 3.3 Методы исследования

Данная работа предполагает предложение и обоснование мероприятий, направленных на снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации ГПМ на рассматриваемом объекте. Для этого необходимо выявить основные причины и факторы, приводящие к реализации ЧС при эксплуатации грузоподъемных механизмов. Для успешного выполнения данной задачи необходимо определиться с выбором из перечня методов исследования и оценки риска.

Выделяют следующие основные методы качественного анализа риска [13]:

1. Метод экспертных оценок.
2. Метод рейтинговых оценок.
3. Контрольные списки источников рисков.
4. Метод аналогий.

В данной работе предполагается совмещение двух методов анализа риска: составление контрольного списка источников риска, с последующей оценкой последствий их реализации. Далее, данные риски будут оценены методом экспертирования рабочей бригады, эксплуатирующей башенный кран КБ-406.2.

Метод контрольного списка источников заключается в составлении непосредственного списка событий, реализация которых приводит к развитию ЧС. Данный список будет подвергаться основному анализу со стороны ущерба последствий и вероятности реализации. Для того чтобы оценить уровень ущерба, вытекающий из реализации данных событий, будет использован матричный метод исследования. Оценка вероятности реализации чрезвычайных событий будет проведена с помощью экспертных карт, которые будут предложены рабочей группе, эксплуатирующей башенный кран КБ-406.2.

## 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Практическая часть данной выпускной квалификационной работы состоит из анализа, документации, регламентирующей технологический процесс грузоподъемных работ по разгрузке-выгрузке различных типов грузов, анализа технических параметров используемых грузоподъемных систем. На основании проведенного анализа будут предложены мероприятия по повышению безопасности эксплуатации ГПМ на рассматриваемом объекте.

### 4.1 Основные причины и факторы реализации чрезвычайных ситуаций, аварийности

Башенные краны - опасные механизмы, поэтому вместе с их эксплуатацией следует строгое соблюдение регламентирующих норм и требований. Основным документом, на основании которого обеспечивается охрана труда при эксплуатации данного типа оборудования, является Федеральный закон № 116 от 08.12.2020.

Статистика аварийных ситуаций, связанных с грузоподъемными механизмами показывает, что 40% аварий и чрезвычайных ситуаций приходится именно на башенные краны. Основные характерные причины реализации ЧС для башенных кранов:

- Попытка поднять груз, превышающий номинальную грузоподъемность оборудования;
- видимые и невидимые неисправности, которые не были распознаны при вводе устройства в эксплуатацию;
- некачественно оказанные услуги ремонта;
- эксплуатация механизма с истекшим регламентированным сроком использования;
- поломки подкрановых путей, в том числе возникновение трещин и разного рода дефектов;
- разрешение на эксплуатацию крана лицом, не имеющим соответствующих сертификатов и квалификации;
- все прочие недопустимые нарушения. [14]

Чтобы понять основные причины аварий и факторы, которые больше всего влияют на уровень безопасности конструкции, необходимо знать, что эти агрегаты являются, по своим конструкционным особенностям, разборными, для их перемещения на различные рабочие площадки. Кран частично или полностью разбирается, а затем снова собирается, поэтому систематическая проверка целостности механизмов и составных частей кранов со стороны качества представляется невозможной, так же, как и затруднительный ремонт.

Документы расследования аварий показывают, что разрушению подвержены узлы, которые испытывают наибольшую нагрузку, вследствие чего быстрее достигают порога усталости материала, где в процессе эксплуатации образуются трещины. В этом случае трещины могут развиваться вплоть до

нескольких лет или моментально, хрупко разрушаясь. Последний вариант представляет наибольшую опасность для конструкций и здоровью обслуживающей бригады, так как происходит без заметной деформации и образования видимых трещин и поэтому трудно диагностировать. Такие трещины не обязательно появляются мгновенно из-за механических повреждений, они могут развиваться с годами. Чтобы увеличить уровень безопасности башенных кранов необходимо знать четыре основных фактора риска:

- Сильный износ механизмов;
- низкий уровень производственной дисциплины;
- неустойчивое финансовое положение организации;
- недостаток надзора со стороны органов, обеспечивающих проверки состояния оборудования.

Из приведенного выше перечня причин аварий можно выделить три основных категории аварийности башенных кранов:

1. Износ материалов, входящих в конструкцию башенного крана;  
Материалов, служащих для обеспечения поступательного движения башенного крана
2. Технические неисправности составных частей механизма башенного крана
3. Человеческий фактор персонала, исполняющего протекание технологического процесса, или другого обслуживающего персонала

Для полноценного анализа причин возникновения ЧС рассмотрим все три категории отдельно.

#### **4.1.1 Износ материалов**

Все конструкции башенного крана КБ-406.2 изготовлены из стали 09Г2С.

Этот вид стали представляет собой низколегированную конструкционную сталь, которая используется для изготовления профилей и листового металла, а также фасонных профилей повышенной прочности. Изготавливается в соответствии с требованиями стандартов ДСТУ 8541, ГОСТ 19281 и других нормативных документов.

Очень важно учитывать такой параметр, как «усталость» металла, под которым понимается накопление различных повреждений и микротрещин в составных частях конструкций и механизмов, которые приводят к фундаментальному изменению свойств металла.

Не менее важным параметром является стойкость металла, то есть способность выдерживать многократные нагрузки.

Напряженность цело цикла переменных напряжений определяется по выражению:

$$\sigma = \sigma_m + \sigma_a f(\tau), \text{ где}$$

$\sigma_m$  — среднее напряжение цикла;

$\sigma_a$  — амплитуда цикла;

$f(\tau)$  — непрерывная периодическая функция, показывающая форму цикла и изменяющаяся от -1 до +1.

Максимальное напряжение определяется по формуле:

$$\sigma_{\max} = \sigma_m + \sigma_a; \sigma_{\min} = \sigma_m - \sigma_a$$

Для определения крайнего порога выносливости металла требуется провести определенный набор мероприятий по оценке различных его характеристик. Под мероприятием, в данном контексте, понимают создание условий, в которых металл подвергается различным типам нагрузок, причем максимальных.

Обязательно определяется коэффициент грузовой устойчивости конструкции. для этого используется следующая формула:

$$K_1 = \frac{M_{\text{н}}}{M_{\text{н}}} = \frac{G \cdot (b + c)}{Q \cdot (a - b)} \geq 1,4,$$

$c$  — расстояние от оси вращения крана до центра тяжести — горизонтальная координата.

Сталь 09Г2 после обработки в двухфазной структуре приобретает лучшие параметры прочности, что повышает сопротивляемость материала нагрузкам. Параметр критической усталости после подобного типа обработки, в сравнении с другими типами металлов, увеличивается в 3-3.5 раза, что является очень высоким параметром.

Таблица.2 Характеристики металла 092ГС

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta_5$ (%)
19281-73	Сортовой и фасонный прокат	до 10	345	490	21
19282-73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	от 10 до 20 вкл.	325	470	21
		от 20 до 32 вкл.	305	460	21
		от 32 до 60 вкл.	285	450	21
		от 60 до 80 вкл.	275	440	21
		от 80 до 160 вкл.	265	430	21
19282-73	Листы после закалки, отпуска (Образцы поперечные)	от 10 до 32 вкл.	365	490	19
		от 32 до 60 вкл.	315	450	21
17066-80	Листы горячекатаные	2-3,9		490	17

Из расчетов выше можно сделать вывод о том, что данная сталь марки 09Г2С является высоко прочной низколегированной сталью. Проблемы заключаются в недостаточной долговечности сварных швов и высокой, в долгосрочной перспективе, подверженности коррозионному износу. Данные проблемы исходят из другой ветви критических недопущений при обслуживании башенных кранов, а именно, использование техники дольше нормативного срока и недостаточное количество проверок на устойчивость материалов. [15]

#### **4.1.2 Технические неисправности**

Важнейшим требованием при проведении работ на грузоподъемных кранах является их безаварийная работа. Это подразумевает, в первую очередь, обеспечение устойчивости грузоподъемных кранов, что достигается снижением опрокидывающего момента и повышением восстанавливающего момента. Поэтому одно из направлений развития грузоподъемных кранов и их систем безопасности направлено на обеспечение устойчивости кранов.

Одним из способов снижения опрокидывающего момента является снижение стрелы крана и функционирующего стрелового оборудования. Для осуществления данного способа повышения устойчивости рядом фирм были созданы различные типы сечений – ортогональные, трапецеидальные, алмазные. Также в дополнение прогрессивным сечением используются современные облегченные материалы – синтетические полимерные материалы, армированные углеродным волокном; сплавы на основе алюминия с добавкой меди, железа, марганца и др.; легирование сталей цирконием.

Для облегчения стрел существуют способы:

- фиксирование или блокирование секций, механически связываемых друг с другом перед подъемом больших грузов;
- применение направляющих или кондукторов, поддерживающих штоки гидроцилиндров; применение разгрузочных оттяжек;
- изготовление канатных блоков оголовка стрелы и крюковой обоймы из полиамида.

Третьим способом повышения момента устойчивости и уменьшения опрокидывающего является применение устройств, повышающих стабильность груза на высотах, и дающих возможность повышения грузового момента путем временной остановки груза.

Четвертым способом является применение специальных приборов безопасности, позволяющих обеспечить безопасную и безаварийную работу. Эти приборы можно подразделить на две группы:

### 1) Традиционные устройства:

- измерители угла наклона стрелы;
- ограничители высоты подъема крюка;
- ограничители давления во всех гидравлических коммуникациях;
- ограничители поворота крана; ограничители подъема стрелы; сигнализаторы опасного напряжения;
- ограничители грузоподъемности (ОНК-М, ОГБ-2, ОГБ-3) и др.

Данные устройства обеспечивают автоматическую остановку механизмов перемещения при возникновении опасной ситуации, либо сигнализируют о её приближении.

2) Устройства, использующие микропроцессоры для обработки данных с целью определения текущих нагрузок, сопоставления их с регламентированными и выдачи информации на дисплей или сигнала на ограничитель, не допускающих опасные движения (АЗК-1, ОНК-МП-120, ОНК-МП-140, ОНК-160, АСУ-ОГП, ОГМ-240). Эти устройства отображают обычно 7-8 параметров:

- Степень загрузки крана;
- длину стрелы; угол наклона стрелы;
- максимальную грузоподъемность;
- вылет стрелы; высоту подъема стрелы;
- фактическую массу груза;
- скорость ветра.

Другой способ уменьшить опрокидывающий момент - увеличить площадь опорного пространства. Это достигается за счет:

- Увеличения расстояния между опорами;
- изменение расположения опорного контура - вилки задней части рамы, звездообразного и крестообразного расположения стабилизаторов с использованием наклонно расположенных или шарнирно сочлененных в вертикальной плоскости стабилизаторов;
- использование шарнирных стабилизаторов различных модификаций;
- использование пятой стойки стабилизатора, использование шестистендовой базы;
- использование гидравлических опор;
- использование дополнительных балок и сегментных элементов, благодаря которым несущая поверхность принимает практически круглую форму, увеличивая момент устойчивости.

Безопасная эксплуатация крана - это безаварийный и безаварийный подъем, перемещение грузов и другие работы с краном. По статистике, основными причинами несчастных случаев и травм при работе с подъемными кранами являются:

- перегрузка крана;
- постоянные и динамические ветровые нагрузки (порывы ветра);

- недостаточная прочность основания (выход из строя стабилизаторов);
- неправильная установка крана на рабочем месте (на краю котлована, на свежесыпанном грунте и т. д.);
- подъем мерзлых грузов, заполненных бетоном, штабелированных, закрепленных на болтах;
- неисправность предохранительных устройств;
- обрыв стрелы и грузовых тросов;
- Удар из-за заклинивания или внезапной поломки вращающегося механизма.

Несмотря на эффективность компьютеризированных устройств безопасности, 60% несчастных случаев происходит по вине крановщика. [9]

Таким образом, на основании литературных данных был проведен анализ опасностей, существующих при эксплуатации башенных кранов. Были описаны основные группы причин, приводящих к реализации аварийных и/или чрезвычайных ситуаций с широким кругом возможных последствий, от потери материальных ценностей до серьезных человеческих жертв.

Оценка уровня ущерба в данной работе была произведена с помощью анализа литературных данных, относительно возможных последствий. Наиболее катастрофическим ущербом, который может произойти вследствие протекания какой-либо чрезвычайной ситуации, это падение крана, соответственно событий, которые влекут за собой реализацию данного последствия будут относиться к катастрофическому уровню ущерба по ГОСТ Р 58771-2019 «Технологии оценки риска». Остальные события были проранжированы по степени ущерба как уровня нарушения функционирования составных частей крана. [16]

Описанная выше таблица будет включать в себя причины реализации ЧС и их возможные последствия. Данная информация будет использоваться в дальнейших пунктах работы для количественной оценки рисков и факторов возникновения чрезвычайных ситуаций.

Важнейшей стадией оценки риска является процесс идентификации опасностей [13]. В таблице 3 представлены причины реализации чрезвычайных ситуаций, описание возможных последствий при их протекании и оценка данных последствий со стороны возможного ущерба.

Таблица 3. Опасные события и последствия их реализации

№ Причин	Наименование причины реализации ЧС	Возможные последствия при реализации данного опасного фактора	Уровень ущерба
1.	Неисправности на крановых путях, в том числе появление разного рода трещин и дефектов	Основным и самым критичным последствием реализации данной причины будет являться падение крана, которое может привести к его полному разрушению, с сопутствующим уничтожением материально-	Катастрофический;

		технических ценностей, окружающих данный грузоподъемный механизм, и потери здоровья и жизни обслуживающей рабочей бригады КБ-406.2;	
2.	Износ агрегата или окончание допустимого нормативного срока использования;	Реализация данной причины может привести к разрушению частей или полного каскадного разрушения башенного крана, что может послужить причиной замены крана полностью или его составных частей;	Существенный;
3.	Нарушение работы двигательной системы крана;	Так как в конструкции башенного крана КБ-406.2 используется трехфазный асинхронный электродвигатель, то нарушение его работы может привести к проблем питающей его электросети, соответственно поражению электричеством среди рабочих. Если же поломка будет долгое время не замечена рабочими, то это может привести к повышению уровня электромагнитного фона, что также негативно сказывается на состоянии всего оборудования и здоровье рабочих в целом. Если работа двигателя нарушена по механическим причинам, то это может привести к резкой остановке работы крана, сильному раскачиванию и падению груза, что также приводит к механическим травмам рабочих. Аналогично последней все предыдущие последствия реализации причины приводят к необходимости замены двигателя.	Катастрофический;
4.	Разрыв стропы;	Реализация данной причины может привести к падению	Средний;

		груза, что может привести к ущербу здоровья и смерти рабочей бригады, нарушению целостности составных частей башенного крана и других грузов, которые находятся на пути падения данного.	
5.	Коррозионный износ металлоконструкций;	Коррозионный износ металла марки 09Г2С образуется чаще в местах сварочных швов с наибольшей нагрузкой, которые, по конструкционным особенностям, находятся в узлах соединения стрелы и тела крана. Данные последствия могут привести к нарушению целостности будки машиниста крана, соответственно, получение им ущерба здоровью и возможной смерти. Также данная причина может привести к замене составных частей металлоконструкций крана.	Катастрофический;
6.	Нарушение работы тормозной системы крана	При нарушении тормозной системы крана может произойти его падение, так как на его возможном пути, ограниченном железнодорожной трассой есть две крайние точки возможного нахождения крана, то при реализации данной причины, может произойти падение крана на места не предусмотренные для этого, что может привести к критическим последствиям среди материально-технического обеспечения производства и жертв среди рабочих бригад ближайших цехов.	Катастрофический;

### 4.1.3 Антропогенный фактор

Следующий немало важный фактор, в значительной степени оказывающий негативное влияние на безопасность башенного крана — уровень производственной дисциплины. Современная ситуация состоит в том, что для обслуживания механизмов не хватает квалифицированных специалистов, а оставшийся рынок труда наоборот – переполнен рабочей силой, вследствие чего возникает ситуация, когда к работе с различными грузоподъемными системами и механизмами допускаются люди, не имеющие должную подготовку.

Некоторые специалисты пришли к выводу, что около 60% - 90% аварий с крановым оборудованием происходит по вине крановщика. Здесь и халатное отношение к работе и несоблюдение нормативов, нарушение технологического режима использования оборудования.

Руководство эксплуатирующих организаций должно допускать к работе на крановом оборудовании только специалистов, не имеющих медицинских противопоказаний, проверять их на недосып, внимание и координацию.

Также рассматривая человеческий фактор необходимо опираться на технические инструкции и регламентирующие документы, которые используются работниками, эксплуатирующими башенные краны.

Из должностной инструкции №209 АО «Сибкабель» для лиц, ответственных за безопасное производство работ с применением подъемных сооружений, можно выделить основные пункты, которые могли бы подвергнуться доработке:

1. Специалисты, ответственные за безопасное производство работ с применением ПС не должны допускать ПС в работу при неблагоприятных метеорологических условиях
  - Для КК-12,5 при усилении ветра до 14 м/с, при температуре воздуха – 40С;
  - Для КБ-406 при усилении ветра до 21 м/с, при температуре воздуха – 40С;
2. Следить за выполнением машинистами крана, грузчиками – стропальщиками, рабочим персоналом, прошедшим в установленном порядке обучение и проверку знаний по безопасной эксплуатации ПС, рабочими люльки производственных инструкций, проектов производства работ и/или технологических карт;
3. Не допускать работу крана при отсутствии в вахтенном журнале записи о его исправности.

Данные формулировки, в оценке, являются несовершенными и неисчерпывающими для должностного лица, так как оставляют слишком большое пространство для выполнения положенных мер и указаний халатно.

Температурный режим для разрешения пуска ПС в работу является единственной верхней границей, что в своей сути может представлять очень опасную ситуацию, когда температурный режим может в начале рабочего дня подходить под описанные рамки, но в его течении может повыситься, что может привести к возникновению чрезвычайной ситуации.

В данной должностной инструкции не предусмотрены климатические особенности различных времен года, например, здесь обеспечиваются нормы только для летнего периода времени.

Далее, из Производственной инструкции №263 АО «Сибкабель» для машиниста крана по безопасной эксплуатации подъемных сооружений:

Прежде чем приступить к работе машинист крана обязан произвести приемку крана, при этом убедиться в исправности всех механизмов, металлоконструкций, узлов, ограждений, стальных канатов, приборов и устройств безопасности, а также кранового пути и путевого оборудования. При этом он должен:

- соблюдать меры безопасности при приемке крана и входе в кабину крана, пользоваться только стационарными лестницами, посадочными площадками или проходными галереями;

- производить прием смены вместе со стажером, при наличии такового, в случае неявки машиниста крана, его стажеру подниматься на кран запрещается;

- в зимнее время очистить от снега и льда лестницы, посадочные площадки, проходные галереи, площадки на которых установлены механизмы и сами механизмы;

- осмотреть механизмы крана, их крепление и тормоза, а также ходовую часть, тяговые и буферные устройства и противоугонные захваты;

- проверить наличие и исправность ограждений механизмов;

- проверить смазку передач, подшипников и канатов, а также состояние смазочных приспособлений и сальников;

- осмотреть в доступных местах металлоконструкции, а на кранах КБ-406.2 и КСТ-6 дополнительно соединения секций стрелы и элементов ее подвески (канаты, растяжки, блоки, серьги и т.п.), а также металлоконструкции и сварные швы поворотной платформы;

- осмотреть в доступных местах состояние канатов и их крепление на барабане, стреле, а также укладку канатов в ручьях блоков и барабанов;

- осмотреть крюк и его крепление в обойме;

- на кранах КБ-406.2 и КСТ-6 проверить комплектность противовеса и надежность его крепления;

- проверить наличие и исправность приборов и устройств безопасности на кране (концевых выключателей, ограничителя грузоподъемности, анемометра и др.);

- проверить исправность освещения крана;

- произвести внешний осмотр (без снятия кожухов и разборки) электрических аппаратов (рубильников, контакторов, контроллеров, пусковых сопротивлений, тормозных электромагнитов), а также проверить визуально исправность изоляции электрических кабелей управления и питающего кабеля;

- проверить наличие пломбы и замка на защитной панели.

Осмотр крана должен осуществляться только при неработающих механизмах и отключенном вводном устройстве (рубильнике) подающем напряжение на цепи управления краном. Осмотр питающего кабеля

производится при отключенном вводном устройстве (рубильнике) подающем напряжение на кран.

Машинист крана не должен приступать к работе на кране, если фактические погодные условия не соответствуют указанным в паспорте крана, а также если плохие погодные условия (сильный снегопад, туман, проливной дождь) ограничивают видимость перемещаемого груза или сигналов, подаваемых грузчиками (стропальщиками).

Следует отметить, что в инструкциях должностного лица по обеспечению безопасности ПС и в инструкции Машиниста ПС, указания о каких-либо нарушениях целостности и рабочего состояния крана, при учете в вахтенный журнал описывается крайней неполноценно, из чего следует вывод, что вахтенный журнал необходимо доработать для получения более практического результата при осмотре ПС.

Из последнего пункта производственной инструкции для машиниста следует то, что он должен обратиться к технологической карте эксплуатируемого им крана, для получения информации о метеорологических нормах проведения работ. Из данной технологической инструкции следует:

1. Работа во время грозы, при сильном ветре, скорость которого превышает допустимую для данной машины, а также при ухудшении видимости (при дожде, сильном снегопаде и тумане), когда машинист плохо различает сигналы стропальщика и перемещаемый груз.
2. При сильном ветре (6 баллов), ливневом дожде, снегопаде и густом тумане (видимость менее 50м) укладка и разборка штабелей высотой более 2м запрещается.

Из приведенных выше материалов можно сделать вывод о том, что исчерпывающая информация о конкретных допустимых нормах погодных условий и метеорологических данных, не присутствует ни в должностных инструкциях, ни в производственных, ни в технологической карте эксплуатируемого ПС, что является критическим упущением, с условием того, что обстановка окружающей среды рабочего пространства опасного производственного объекта, на котором используется башенный кран, должна нормироваться для минимум двух случаев различных погодных условий, в зависимости от времен года.

Так как во всей нормативной документации, регламентирующей возможности начала безопасной работы, стоит условие в отношении условий окружающей среды, то причины реализации ЧС природного характера были внесены в матричную таблицу антропогенного характера, так как оценка условий окружающей среды для безопасной работы является непосредственной задачей рабочего персонала, и являются одним из недостаточно регламентированных пунктов работы персонала в вышеуказанной документации.

В таблице 4 представлены причины реализации чрезвычайных ситуаций, описание возможных последствий при их протекании и оценка данных последствий со стороны возможного ущерба.

Таблица 4. Опасные события и последствия их реализации

№ Причины	Наименование причины реализации ЧС	Возможные последствия при реализации данного опасного фактора	Уровень ущерба
1.	Попытки подъема груза весом больше нормативной грузоподъемности оборудования или груза, основание которого примерзло к плоскости земли;	При попытке подъема груза, основание которого является заблокированным и недвижимым из за погодных условий или загромождённости рабочего пространства, может нарушиться, вплоть до разрыва, стропа, нарушиться целостность составных частей стрелы крана.	Средний;
2.	Некачественно оказанный ремонт различными структурами, предоставляющими подобные услуги;	Неправильно оказанный ремонт крана может привести к нарушению работы крана, что в свою очередь может повлиять на сохранность здоровья рабочих и материально-технических ценностей предприятия, в том числе непосредственно башенного крана.	Существенный;
3.	Использование оборудования с	В данном случае под оборудованием	Катастрофический;

	истекшим сроком нормативного использования;	понимается либо башенный кран вкуче, либо его составные части, такие как стропы или двигатели. Соответственно, при реализации данной причины может произойти падение крана, обрыв стропы.	
4.	Допуск к эксплуатации крана лица, не имеющего соответствующего удостоверения и квалификационных навыков;	Реализация данной причины может привести к нарушению рабочего распорядка и технологического процесса работы с башенным краном.	Средний;
5.	Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;	Без полноценной предварительной проверки целостности составных частей рабочего оборудования, в том числе целостности башенного крана, может привести к тому, что рабочий процесс будет выполняться с неисправным оборудованием, соответственно, может привести к травмированию рабочего персонала и материально-технических ценностей.	Существенный;
6.	Нарушение регламентированного алгоритма	Нарушение обозначенного в технической	Средний;

	технологического процесса;	документации алгоритма работы может привести к ущербу здоровья рабочего персонала и ущербу имуществу предприятия.	
7.	Допуск работников в состоянии алкогольного или наркотического опьянения к рабочему процессу;	В первую очередь данная причина может привести к реализации травмоопасных ситуаций, в которых могут пострадать не только сотрудники, находящиеся в состоянии аффекта, но и других частей групп рабочего персонала, ущерб оборудованию и ценностям предприятия.	Средний;
8.	Пренебрежение нормами безопасности.	Нарушение норм безопасности работы может привести к реализации чрезвычайных ситуаций, затрагивающих здоровье рабочего персонала и целостность имущества предприятия.	Существенный;
9.	Сейсмическая активность;	Сейсмическая активность крайней редко превышает нормы на данной территории, но при превышении норм может привести к травмам сотрудников и	Катастрофический;

		падению башенного крана или перемещаемого груза.	
10.	Грозы, в том числе удары молний в опасной близости или непосредственно в кран;	При работе в грозу могут реализовываться различные ЧС, при которых могут произойти отказ двигателя или нарушение составных частей башенного крана, повреждения груза или строп.	Существенный;
11.	Нарушение работы систем башенного крана вследствие высоких температур;	Чрезмерно высокая температура окружающей среды может привести к нарушению визуальной связи между машинистом и стропальщиком во время рабочего процесса, что нарушает установленные нормы проведения технологического процесса, может привести к травмам и ущербу ценностей предприятия.	Средний;
12.	Нарушение работы систем башенного крана вследствие низких температур;	Низкие температуры могут привести к обледенению грузов, обледенению строп или составных частей башенного крана, что чревато получением травм среди персонала,	Средний;

		особенно машиниста крана.	
13.	Нарушение работы вследствие дождя, тумана, снегопада.	Реализация данной причины и начала работы в неблагоприятных условиях окружающей среды влечет за собой нарушение визуальной связи между машинистом крана и стропальщиками рабочей бригады, неправильной манипуляцией грузами, загрязнением железнодорожной трассы.	Средний;

## 5. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### 5.1 Экспертная оценка

Для полноценной оценки различных опасностей, возникающих в долгосрочной перспективе систематического проведение технологического процесса были опрошены стропальщики и машинист из бригады КБ-406.2.

Так как бригада башенного крана является недостаточно большой для проведение объективной экспертной оценки, были приглашены стропальщики из смежных бригад, которые в свою очередь имеют в эксплуатации козловой кран КК-12,5. Даже не смотря на то, что данные типы ГПМ имеют различия в своих конструкционных особенностях, производственный процесс строповки и обслуживания данных кранов является схожим.

Общая группа для экспертной оценки составила 10 человек.

Респондентам был предложен перечень событий, которые могут приводить к возникновению чрезвычайной ситуации, и просьба проранжировать их относительно предоставленной шкалы вероятности. Результаты проведенной экспертной оценки относительно бригады башенного крана КБ-406.2 приведены в Приложении А.

Таблица 5. Ранжирование вероятностей

<b>Качественная оценка вероятности</b>	<b>Вероятность появления события</b>
Почти наверняка	7
Очень вероятно	6
Возможно	5
Маловероятно	4
Редко	3
Очень редко	2
Почти невозможно	1

№ Эксперта	Вероятность возникновения чрезвычайной ситуации																		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
1	3	4	4	1	5	5	1	4	3	4	2	3	3	3	1	3	2	6	5
2	3	3	3	1	4	5	1	5	4	3	3	4	4	1	1	2	2	4	5
3	2	5	3	1	4	4	1	3	4	5	1	4	5	1	1	3	2	4	4
4	3	7	3	2	5	5	2	5	3	4	2	4	2	2	3	3	1	6	5
5	2	1	3	2	5	5	1	3	3	4	2	5	3	1	1	2	2	4	6
6	4	2	3	1	4	3	2	4	4	2	4	2	3	1	1	3	2	6	5
7	1	4	4	2	5	5	1	4	4	6	1	4	4	2	1	3	2	5	5
8	5	5	2	3	4	5	1	4	4	4	1	4	6	2	1	3	3	5	5
9	1	6	3	1	4	4	1	4	3	3	1	6	4	3	1	3	2	5	5
10	1	1	3	1	4	5	3	4	5	4	1	3	4	1	1	3	2	4	5
Сумма рангов	25	38	31	15	44	46	14	40	37	39	18	39	38	17	12	25	20	5,3	50
Сред. арифмет. ранг	2,5	3,8	3,1	1,5	4,4	4,6	1,4	4	3,7	3,9	1,8	3,9	3,8	1,7	1,2	2,5	2	5	5
Итоговый ранг	3	4	3	2	4	5	1	4	4	4	2	4	4	2	1	3	2	5	5

Таблица 6. Итоговые ранги экспертной оценки

После итогового ранжирования в конечный список причин возникновения ЧС отбирались события с рангом 4(маловероятный) и выше, так как оценивать события с меньшей вероятностью не представляло смысла, вследствие редкости их протекания. Исходя из рассчитанных данных можно выделить перечень наиболее опасных причин возникновения ЧС, по мнению рабочей бригады с распределением уровня ущерба от реализации данных причин:

1. Некачественно оказанный ремонт различными структурами, предоставляющими подобные услуги. **Существенный уровень ущерба;**
2. Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования. **Существенный уровень ущерба;**
3. Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса. **Средний уровень ущерба;**
4. Пренебрежение нормами безопасности. **Средний уровень ущерба;**
5. Неисправности на крановых путях, в том числе появление разного рода трещин и дефектов. **Критический уровень ущерба;**
6. Износ агрегата или окончание допустимого нормативного срока использования. **Критический уровень ущерба;**
7. Разрыв стропы. **Средний уровень ущерба;**
8. Коррозийный износ металлоконструкций. **Критический уровень ущерба;**
9. Нарушение работы систем башенного крана вследствие низких температур. **Средний уровень ущерба;**
10. Нарушение работы вследствие дождя, тумана, снегопада. **Средний уровень ущерба.**

В матрице предоставлена информация о соотношении уровня ущерба и вероятности протекания списка причин реализации ЧС.

 – данное цветовое обозначение показывает уровень риска равный 28-30-35, что является совокупностью уровня ущерба и вероятности возникновения какого-либо события. Катастрофические и существенные последствия с максимальной вероятностью реализации.

 – данное цветовое обозначение показывает уровень риска 14-18-20-21-24-25. Катастрофические и существенные уровни ущерба и с возможной и маловероятной вероятностью реализации событий. Высокий риск.

 – данное цветовое обозначение показывает уровень риска 6-7-8-9-12-15-16 и является средним уровнем риска.

 – данное цветовое обозначение показывает минимальный уровень риска, ущерб и вероятность которого не является существенной для создания каких-либо мер по его контролю. Риск находится в диапазоне 1-2-3-4-5-6-8 [13]

Таблица 7. Матрица риска до введения мероприятий по снижению риска

ВЕРОЯТНОСТЬ		УРОВЕНЬ УЩЕРБА				
		Несущественные 1	Низкие 2	Средние 3	Существенные 4	Катастрофические 5
7	Почти наверняка					
6	Очень вероятно					
5	Возможно			1. Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса; 2. Нарушение работы систем башенного крана вследствие низких температур; 3. Нарушение работы вследствие дождя, тумана, снегопада.		
4	Маловероятно			1. Пренебрежение нормами безопасности; 2. Разрыв стропы;	1. Некачественно оказанный ремонт различными структурами, предоставляющими подобные услуги; 2. Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;	1. Коррозийный износ металлоконструкции 2. Износ агрегата или окончание допустимого нормативного срока использования; 3. Неисправности на крановых путях, в том числе появление разного рода трещин и дефектов;
3	Редко					
2	Очень редко					
1	Почти невозможно					

Исходя из всей предложенной выше информации можно перейти к обоснованию различных мероприятий по уменьшению риска возникновения чрезвычайных ситуаций во время протекания технологического процесса. Все события, показанные в таблице 3 находятся в категориях среднего и высокого

риска, следовательно их контроль для уменьшения последствий реализации и ущерба при реализации необходим.

## **5.2 Разработка мероприятий по снижению вероятности реализации аварий**

Отталкиваясь от экспертной оценки рабочей бригады башенного крана, обозначения ущерба путем метода контрольных рисков, составим исчерпывающий перечень мероприятий по снижению ущерба и риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации башенного крана.

1. Повышение качества технического надзора за безопасной эксплуатацией кранов.
2. Механизация и автоматизация производства, совершенствование технологических процессов при работе с башенными кранами.
3. Своевременный вывод из эксплуатации оборудования, отработавшего свой расчётный ресурс.
4. Создание должных условий труда для безопасной и высокопроизводительной работы машинистов башенных кранов.
5. Обеспечение строительных организаций высококвалифицированными кадрами, в целях чего повысить уровень подготовки инженеров.
6. Улучшить качество технического осмотра, повысить контроль над внешним осмотром оборудования.

Для снижения количества кранов, эксплуатируемых с опасными дефектами можно предложить:

1. Разработать перечень дефектов с их характеристикой и возможными последствиями для каждого типа кранов. Ввести их в инструкции для персонала для обязательного контроля при обслуживании, надзоре и исключения возможности их возникновения.
2. Ввести в конструкцию системы автоматического контроля основных параметров, а также устройства автоматической блокировки и защиты в аварийных ситуациях без участия работающего персонала (человеческого фактора) с целью предупреждения возможных отказов и аварий при появлении опасных дефектов.

Отдельным пунктом хотелось бы рассмотреть несовершенство технологической документации, связанной с описанием технологического процесса башенного крана КБ-406.2.

Как уже рассматривалось в данной работе в пункте 4.1 Основные причины и факторы реализации чрезвычайных ситуаций, аварийности; одной из основных причин падения кранов является работа в неблагоприятных погодных

условиях. В различной документации не были указаны исчерпывающие нормы относительно метеорологических данных и не были указаны источники подобной информации.

Так как, конструкционные особенности данного ПС подразумевают использование тормозных систем с наличием в их технической эксплуатации тормозной жидкости, необходимо обозначить предел работ в зимнее время до - 20 градусов Цельсия. Крайний предел, уже указанной в регламентирующей документации до 40 градусов Цельсия оставить прежним.

Необходимо переработать производственные и должностные инструкции для лиц, ответственных за безопасное производство работ с применением подъемных сооружений, добавив пункты о различных погодных условиях, типичные характеристики ПС в данных условиях и их нормы. Резонно было бы считать, что обозначение верхней и нижней границы для силы ветра и температуры окружающей среды является недостаточными требованиями для обеспечения безопасности рабочего процесса, необходимо ввести различные промежутки для температуры и скорости ветра соответственно, которые варьировались бы как:

1. Выполнение работ с использованием ПС в данных условиях может проводиться безопасно;
2. Выполнение работ с использованием ПС в данных условиях будет нести с собой более высокий риск травм и возникновения чрезвычайных ситуаций;
3. Выполнение работ с использованием ПС в данных условиях невозможно.

Данные промежутки должны относиться как к температурным условиям, так и к условиям скорости ветра. Чтобы обозначить их конкретно необходимо дальнейшее исследование характеристик ПС.

Следующим пунктом будет являться модернизация вахтенного журнала по предварительной оценке целостности составных частей ПС. В нынешних условиях эксплуатации башенных кранов, весомая часть чрезвычайных аварий протекает из-за износа механизмов и металлоконструкций кранов. Все нормативные документы отмечают, что прежде начала работ необходимо удостовериться в целостности всех подобных частей, а именно:

- осмотреть механизмы крана, их крепление и тормоза, а также ходовую часть, тяговые и буферные устройства и противоугонные захваты;
- проверить наличие и исправность ограждений механизмов;
- проверить смазку передач, подшипников и канатов, а также состояние смазочных приспособлений и сальников;
- осмотреть в доступных местах металлоконструкции, а на кранах КБ-406.2 и КСТ-6 дополнительно соединения секций стрелы и элементов ее подвески (канаты, растяжки, блоки, серьги и т.п.), а также металлоконструкции и сварные швы поворотной платформы;
- осмотреть в доступных местах состояние канатов и их крепление на барабане, стреле, а также укладку канатов в ручьях блоков и барабанов;
- осмотреть крюк и его крепление в обойме;

- на кранах КБ-406.2 и КСТ-6 проверить комплектность противовеса и надежность его крепления;
- проверить наличие и исправность приборов и устройств безопасности на кране (концевых выключателей, ограничителя грузоподъемности, анемометра и др.)

Многие вахтенные журналы не приспособлены к оценке каждой отдельной части ПС, даже не смотря на то, что подобные подходящие вариации уже существуют в использовании. Необходимо обновить все устаревшие вахтенные журналы на новые, в которых бы каждым отдельным пунктом были внесены все составные части ПС.

### **5.3 Оценка риска до и после внедрения мероприятий**

Так как провести оценку в реальных условиях относительно данной работы невозможно, вследствие ограниченных сроков работы на предприятии и отсутствия возможности внедрения и последующего долгосрочного проецирования результатов снижения риска возникновения чрезвычайных ситуаций, то обратимся к косвенной оценке по пунктам из контрольного списка событий.

1. Некачественно оказанный ремонт различными структурами, предоставляющими подобные услуги. Некачественно оказанный ремонт приводит к ухудшению состояния составных деталей ПС. Для уменьшения вероятности возникновения последствия при реализации данного события было введено несколько мероприятий, по улучшению вахтенного журнала, улучшения предварительной оценки качества ПС, что приведет к снижению вероятности возникновения данного события;
2. Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования. Для снижения возникновения вероятности данного события необходим только систематический, ежедневный контроль за проведением необходимого алгоритма, что было отмечено в мероприятиях. Позволит снизить вероятность возникновения данного события;
3. Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса. Для снижения возникновения вероятности данного события необходим только систематический, ежедневный контроль за проведением необходимого алгоритма, что было отмечено в мероприятиях. Позволит снизить вероятность возникновения данного события;
4. Пренебрежение нормами безопасности. Так как данный пункт для прогнозирования и оценки является одним из самых сложных, вследствие с прямой корреляцией с человеческим фактором, соответственно, снизить его можно только косвенного и, так как, каких-либо новых внедрений по данному направлению

осуществлено не было, то ущерб и вероятность возникновения останутся на тех же уровнях ;

5. Неисправности на крановых путях, в том числе появление разного рода трещин и дефектов. Для уменьшения вероятности возникновения последствия при реализации данного события было введено несколько мероприятий, по улучшению вахтенного журнала, улучшения предварительной оценки качества ПС, что приведет к снижению вероятности возникновения данного события;
6. Износ агрегата или окончание допустимого нормативного срока использования. Своевременный контроль за окончанием нормативного срока использования ПС и их последующему списанию или ремонту приведет к уменьшению ущерба и риска протекания данного события;
7. Разрыв стропы. Снижение вероятности данного события осуществляется путем систематической предварительной оценки относительно целостности стропы. Так как в регламентирующей документации стропальщиков уже приведена исчерпывающая информация о данном событии, то снижение вероятности путем составление дополнительных мероприятий не представляется возможным;
8. Коррозийный износ металлоконструкций. Своевременный контроль за состоянием составных частей ПС и их ремонту приведет к уменьшению ущерба и риска протекания данного события;
9. Нарушение работы систем башенного крана вследствие низких температур. Контроль температурного режима путем добавления промежутков с оценкой возможности осуществления рабочего процесса в регламентирующую документацию приведет к снижению риска протекания данного события;
10. Нарушение работы вследствие дождя, тумана, снегопада.

Таблица 8. Матрица риска после введения мероприятий по снижению риска

ВЕРОЯТНОСТЬ		УРОВЕНЬ УЩЕРБА				
		Несущественные 1	Низкие 2	Средние 3	Существенные 4	Катастрофические 5
7	Почти наверняка					
6	Очень вероятно					
5	Возможно					
4	Маловероятно			1. Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса; 2. Нарушение работы систем башенного крана вследствие низких температур; 3. Нарушение работы вследствие дождя, тумана, снегопада. 4. Разрыв стропы; 5. Пренебрежение нормами безопасности;		
3	Редко				1. Износ агрегата или окончание допустимого нормативного срока 2. Некачественно оказанный ремонт различными структурами, предоставляющими подобные услуги; 3. Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;	1. Коррозийный износ металлоконструкции использования; 2. Неисправности на крановых путях, в том числе появление разного рода трещин и дефектов;
2	Очень редко					

1	Почти невозможно					
---	---------------------	--	--	--	--	--

В результате теоретического внедрения мероприятий привести риск к незначительному уровню не представилось возможным. Была понижена вероятность протекания, описанных выше мероприятий. Очень важным критерием в данной работе будет являться именно ущерб, создаваемый реализацией данных событий, а понижение ущерба не представилось возможным в полной мере, так как требует полноценного анализа конструкции башенного крана и внесение каких-либо корректировок со стороны сопротивления материалов в особенности производства данных кранов.

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

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

Тема данной дипломной работы заключается в разработке комплекса мероприятий по снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с эксплуатацией грузоподъемных механизмов. Исходя из этого можно выделить максимально заинтересованных потребителей результата данной работы.

В современных реалиях любое масштабное технологическое предприятие, вне зависимости от рода его деятельности будет использовать грузоподъемные механизмы. Опираясь на данные из годового отчета Ростехнадзора(1) за 2019ый год, на территории России эксплуатируются более двухсот тысяч единиц грузоподъемного оборудования, что говорит о большом объеме рынка предприятий, имеющих в своей технической базе ГПМ. И так как данные механизмы обязаны быть зарегистрированными через Ростехнадзор, обеспечение максимальной безопасности производственного процесса, связанного с использованием грузоподъемных механизмов, является одним из основных приоритетов данных предприятий, который будет осуществляться благодаря результату данной дипломной работы.

### **6.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

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

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot \Gamma_i, \quad (1)$$

Где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$\Gamma_i$  – балл  $i$ -го показателя.

В таблице 1 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области обеспечения безопасности и постановки опасных производственных объектов на учет в Ростехнадзоре.

Предприятия взятые для сравнительной оценки: ООО «ГК «РусПромЭксперт», ООО «ЭТАЛОН ГАРАНТ». Данные компании предоставляют перечень аналогичных услуг продукту данной дипломной работы на территории России и Томска, в частности.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		п	п1	п2	п	п1	п2
1	2						
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Охват клиентской базы	0,3				,9	,5	,2
2. Эффективность	0,3				,5	,2	,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1				,3	,5	,4
2. Цена	0,2				,0	,6	,8
3. Финансирование научной разработки	0,1				,3	,5	,4
Итого	1				,0	,3	,0

Б<sub>п</sub> – продукт проведенной работы;  
 Б<sub>п1</sub> – ООО «ГК «РусПромЭксперт»;  
 Б<sub>п2</sub> – ООО «ЭТАЛОН ГАРАНТ»

На данном этапе выполнения дипломной работы невозможно в полной мере утверждать, что получаемый в результате продукт будет являться лидером на рынке, но действительно с условием выполнения всех пунктов работы, будет иметь высокую конкурентоспособность.

### 6.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 2.

Таблица 3 – Первый этап SWOT-анализа

	<p align="center"><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p align="center">С1 Позволит уменьшить риск возникновения ЧС на начальной стадии его выявления.</p> <p align="center">С2 Низкая ресурсозатратность</p> <p align="center">С3 Нацелен на улучшение безопасности производственного труда</p>	<p align="center"><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p align="center">Сл1 Отсутствие необходимой квалификации для описания дополнений к приложениям плана ликвидации аварий</p> <p align="center">Сл2 Отсутствие исчерпывающего бюджетного финансирования.</p> <p align="center">Сл3 Отсутствие запроса на дополнение и внесение изменений в план ликвидации аварий</p>
<p align="center"><b>Возможности:</b></p> <p align="center">В1 Отсутствие временных ограничений на внесение дополнений в план ликвидации аварий</p> <p align="center">В2 Использование предоставленных материалов ООО «Сибкабель», для достижения результата дипломной работы, с исчерпывающими данными</p>		
<p align="center"><b>Угрозы:</b></p>		

У1 финансовое научного исследования	Несвоевременное обеспечение		
У2 внесение изменений плана ликвидации аварий	Отказ предприятия на приложение		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивные матрицы представлены в таблицах 3, 4, 5 и 6.

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	+
	B2	+	+	+

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	-	+
	В2	-	+	+

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны				
Угрозы		С1	С2	С3
	У1	-	+	+
	У2	-	+	-

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны					
Угроз ы		Сл1	Сл2	Сл3	
	1	У	+	+	+
	2	У	+	+	+

Таким образом, в рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 8).

Таблица 8 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p align="center"><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p align="center">С1 Позволит уменьшить риск возникновения ЧС на начальной стадии его выявления;</p> <p align="center">С2 Низкая ресурсозатратность;</p> <p align="center">С3 Нацелен на улучшение безопасности производственного труда.</p>	<p align="center"><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p align="center">Сл1</p> <p>Отсутствие необходимой квалификации для описания дополнений к приложениям плана ликвидации аварий</p> <p align="center">Сл2</p> <p>Отсутствие исчерпывающего бюджетного финансирования.</p> <p align="center">Сл3</p> <p>Отсутствие запроса на дополнение и внесение изменений в план ликвидации аварий.</p>
<p align="center"><b>Возможности:</b></p> <p align="center">В1 Отсутствие временных ограничений на внесение дополнений в план ликвидации аварий</p> <p align="center">В2</p> <p>Использование предоставленных материалов ООО «Сибкабель», для достижения результата дипломной работы, с исчерпывающими данными</p>	<p align="center">Улучшение рабочей среды со стороны угрозы здоровья рабочего персонала предприятия, ущерба материальным ценностям.</p> <p>Предоставленные предприятием данные уменьшают ресурсозатратность в поиске необходимой информации.</p>	<p align="center">Необходимость в полноценной квалификации при использовании материалов ООО «Сибкабель» уменьшается в приоритете, аналогично бюджетному финансированию.</p>

<p><b>Угрозы:</b> У1 Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования</p> <p>У2 Отказ предприятия на внесение изменений приложения плана ликвидации аварий</p>	<p>Систематические проверки исследуемого оборудования открывают предприятие к новым возможностям уменьшения возникновения чрезвычайных ситуаций и вытекающим улучшением долгосрочного качества ГПМ.</p>	<p>В связи с несвоевременным финансированием, и отсутствием потребности в изменении плана ликвидации, работа может оказаться невостребованной</p>
--	---	---

## 6.2 Планирование научно-исследовательских работ структура работ в рамках научного исследования

Составлена структура работы для научного исследования по теме «Разработка мероприятий по снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации грузоподъемных механизмов» для ООО «Сибкабель» состоящая из 10 этапов, представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап		Выбор направления исследования	Научный руководитель, студент
		Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, студент
		Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель
Основной этап		Изучение литературы по теме ВКР (нормативные источники, учебники, учебные пособия, периодика, электронные источники)	Студент
		Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент
		Написание теоретической части ВКР	Студент

		Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент
		Выполнение практической части ВКР	Студент
Заключительный этап		Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент
	0	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	Студент

### 6.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудовых затрат необходимо определить трудоемкость работ каждого участника научного исследования. Для определения ожидаемого значения трудоемкости используется следующая формула:

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

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

где  $3t_{\min i}$  – 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.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 1-ого этапа работы:

$$t_{ож.1} = \frac{3 * 1 + 2 * 3}{5} = 1,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 2-ого этапа работы:

$$t_{ож.2} = \frac{3 * 2 + 2 * 4}{5} = 2,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 3-ого этапа работы:

$$t_{ож.3} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2,4 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 4-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.4}} = \frac{3 * 7 + 2 * 12}{5} = 9 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 5-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.5}} = \frac{3 * 12 + 2 * 17}{5} = 14 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 6-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.6}} = \frac{3 * 7 + 2 * 15}{5} = 10,2 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 7-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.7}} = \frac{3 * 1 + 2 * 4}{5} = 2,2 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож.}} = \frac{3 * 7 + 2 * 18}{5} = 11,4 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 9-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.9}} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2,4 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 10-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.10}} = \frac{3 * 15 + 2 * 25}{5} = 19 \text{ чел. -дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{ч_i}$$

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

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

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

Продолжительность 1-ого этапа:

$$T_{p1} = \frac{1,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2- ого этапа:

$$T_{p2} = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3- ого этапа:

$$T_{p3} = \frac{2,4}{1} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4- ого этапа:

$$T_{p4} = \frac{9}{1} = 9 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5- ого этапа:

$$T_{p5} = \frac{14}{1} = 14 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6- ого этапа:

$$T_{p6} = \frac{10,2}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7- ого этапа:

$$T_{p7} = \frac{2,2}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8- ого этапа:

$$T_{pi} = \frac{11,4}{2} = 6 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9- ого этапа:

$$T_{p9} = \frac{2,4}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 10- ого этапа:

$$T_{p10} = \frac{19}{1} = 19 \text{ раб. дн.}$$

Из проведенных расчетов видно, что наибольшую трудоемкость и продолжительность будут иметь 4, 5, 6 и 10 этапы.

## 6.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} * K_{\text{кал}}$$

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.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

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

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

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

Коэффициент календарности в 2021 году составил:

$$K_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118 - 15} = 1,57$$

Продолжительность выполнения 1-ого этапа в календарных днях

$$T_{k1} = 1 * 1,57 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-ого этапа в календарных днях

$$T_{k1} = 1 * 1,57 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-ого этапа в календарных днях

$$T_{k3} = 2 * 1,57 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-ого этапа в календарных днях

$$T_{k4} = 9 * 1,57 = 14 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-ого этапа в календарных днях

$$T_{k5} = 14 * 1,57 = 22 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-ого этапа в календарных днях

$$T_{k6} = 10 * 1,57 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-ого этапа в календарных днях

$$T_{k7} = 1 * 1,57 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-ого этапа в календарных днях

$$T_{k8} = 6 * 1,57 = 9 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-ого этапа в календарных днях

$$T_{k9} = 1 * 1,57 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 10-ого этапа в календарных днях

$$T_{k10} = 19 * 1,57 = 29 \text{ кал. дн.}$$

Полученные временные показатели проведения научного исследования сведем в таблицу 10.

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность	Длительность работ в календарных днях,
		tmin,	tmax,	тож,			
1	Выбор направления исследования	1	3	1,8	Научный руководитель, студент	1	1
2	Составление и утверждение темы ВКР	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	2	3	2,4	Научный руководитель	2	3
4	Изучение литературы по теме ВКР (нормативные источники, учебники, учебные пособия, периодика, электронные источники)	7	12	9	Студент	9	14
5	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	12	17	14	Студент	14	22

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

6	Написание теоретической части ВКР	7	15	10,2	Студент	10	15
7	Подведение промежуточных итогов	1	4	2,2	Научный руководитель, студент	1	1
8	Выполнение практической части ВКР	7	18	11,4	Студент	6	9
9	Оценка и анализ полученных результатов	2	3	2,4	Научный руководитель, студент	1	1
10	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	15	25	19	Студент	19	29

На основе таблицы 10 строим календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (таблица 11).

Таблица 11 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ							
				февр.		март		Апрель			
				2	3	1	2	3	1	2	
1	Выбор направления исследования	Науч. руководитель, студент									
2											

	Составление и утверждение темы ВКР	Науч. руководитель, студент									
3	Составление календарного плана графика выполнения ВКР	Науч. руководитель									
4	Изучение литературы по теме ВКР (нормативные источники, учебники, учебные пособия, периодика, электронные источники)	Студент									
5	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент									
6	Написание теоретической части ВКР	Студент									
7											

	Подведение промежуточных итогов	Науч. руководитель, студент									
8	Выполнение практической части ВКР	Студент									
9	Оценка и анализ полученных результатов	Науч. руководитель, студент									
10	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	Студент									

■ – студент; ■ – научный руководитель;

### 6.2.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

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

### 6.2.4 Расчет материальных затрат НТИ

Так как данная работа подразумевает в себе анализ уже произошедшей ситуации, то затраты, которые получит предприятие предполагаются не учитывать в данном пункте работы. Затраты на расходные материалы, для непосредственно выполнения работы будут учитываться в данном пункте, так как в научной организации не подразумевается их внесение в накладные расходы.

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.
Бумага	лист	200	2	400
Ручка	шт.	2	20	40
Карандаш	шт.	2	15	30
Маркер цветной	шт.	4	40	160
Скрепки канцелярские	упаковка	2	35	70
Мультифора	шт.	16	2	38
Картридж	шт.	2	900	1800
<b>Итого</b>				<b>2538</b>

### 6.2.5 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

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

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m * M}{F_d}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя);

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

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

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 темы, руб.:

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

$$Z_m = 36800 * (1 + 0,3 + 0,3) * 1,3 = 76544$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$Z_m = 17000 * (1 + 0,2 + 0,2) * 1,3 = 30940$$

Далее представлена таблица 13, характеризующая баланс рабочего времени по показателям.

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	118	118
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	15	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	189	199

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{76544 * 10,4}{189} = 4\ 212$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{30940 * 11,2}{199} = 1\ 741$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_p = 10$  раб.дней

Студент:  $T_p = 48$  раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 4212 * 10 = 42120 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{осн}} = 1741 * 48 = 83568 \text{ руб.}$$

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$Z_{\text{т}}$ с, руб.	пр	д	р	$Z_{\text{м}}$ руб	$Z_{\text{дн}}$ руб.	р, раб. дн.	$Z_{\text{о}}$ сн, руб.
Научный руководитель	6800	,3	,3	,3	6544	212	40	120
Студент	7000	,2	,2	,3	0940	741	18	568
Итого $Z_{\text{осн}}$								12 5688

### 6.2.6 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

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

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

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

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

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

Таблица 15 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Зарплата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	42120	83568
Дополнительная зарплата	5054	10028

Итого, руб	15082
------------	-------

### 6.2.7 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

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

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

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 * (125688 + 15082) = 42231 \text{ руб}$$

### 6.2.8 Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) * k_{\text{нр}}$$

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = 143\,308 * 0,16 = 22929 \text{ руб}$$

### 6.2.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные выше величины затрат научно-исследовательской работы представляет собой основу формирования бюджета затрат проекта. В таблице 16 отражены сводные показатели, которые формируют бюджет затрат ВКР.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля от общих затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	2538	1,22
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	125688	60,29
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	15082	7,23
4. Отчисления на социальные нужды	42231	20,26
5. Накладные расходы	22929	11
6. Итоговый Бюджет затрат НТИ	208468	100

### 6.3 Оценка эффективности 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 финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (14)$$

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).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

В таблице 19 представлена сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Способствует росту производительности труда	0,25	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	3	5	4
3. Надежность	0,20	4	5	4
4. Воспроизводимость	0,25	3	3	4
5. Материалоемкость	0,15	5	5	4
ИТОГО	1	4,0	4,5	4,0

$$I_{p-исп1} = 5*0,25 + 3*0,15 + 4*0,20 + 3*0,25 + 5*0,15 = 4,0;$$

$$I_{p-исп2} = 5*0,25 + 5*0,15 + 5*0,20 + 3*0,25 + 5*0,15 = 4,5;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,25 + 4*0,15 + 4*0,20 + 4*0,25 + 4*0,15 = 4,00.$$

В таблице 20 представлена сравнительная эффективность разработки.

Таблица 20 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,96	0,98
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,0	4,5	4,0
3	Интегральный показатель эффективности	4,0	4,68	4,08
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,85	0,98

**Вывод:**

Из сравнительного анализ интегральных показателей эффективности, можно сделать вывод о том, что более предпочтительной программой выполнения аналогичной работы будет являться второй вариант исполнения (ООО «ГК «РусПромЭксперт») предприятие всероссийского масштаба, предоставляющее услуги в долгосрочной перспективе, но если воспринимать условие того, что результат данной дипломной работы уступает не слишком критично, то это может свидетельствовать только о высокой конкурентоспособности данной работы, особенно на нынешнем раннем этапе.

## 7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### Введение:

Социальная ответственность - ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, как и для окружающей среды проведения исследований.

Работа выполнялась в корпусе НИИ ТПУ. Все работы выполнялись с использованием компьютера. Раздел также включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

### 7.1. Производственная безопасность

#### 7.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 - Оптимальные нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-23	40-60	0.1
Теплый	23-25		0.1

Таблица 2 - Допустимые нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Нижняя допустимая граница	Верхняя допустимая граница		
Холодный	15	24	20-80	<0.5
Теплый	22	28	20-80	<0.5

Температура в теплый период года 23-25°C, в холодный период года 19-23°C, относительная влажность воздуха 40-60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Общая площадь рабочего помещения составляет 42м<sup>2</sup>, объем составляет 147м<sup>3</sup>. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 санитарные нормы составляют 6,5м<sup>2</sup> и 20м<sup>3</sup> объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

После анализа габаритных размеров рассмотрим микроклимат в этой комнате. В качестве параметров микроклимата рассмотрим температуру, влажность воздуха, скорость ветра.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основным недостаток - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40м<sup>3</sup>[1]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42м<sup>3</sup>, из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100°C, а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно [2]. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям [3].

### **7.1.2.Превышение уровней шума**

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Основным источником шума в комнате являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и окружающий шум улицы при открытом окне. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2 / 2.4.1340-03, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА [4].

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты(СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

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

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения (конструкционные разрывы, звукопоглощающие облицовки, пористые материалы, керамзит, пемза);

Средства индивидуальной защиты:

- применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

### **7.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25В/м в диапазоне от 5Гц до 2кГц, 2,5В/м в диапазоне от 2 до 400кГц [1]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250нТл, и 25нТл в диапазоне от 2 до 400кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В [1].

В ходе работы использовалась ПЭВМ типа lenovo enhanced experience 2.0 со следующими характеристиками:

- напряженность электромагнитного поля 2,5В/м;

- поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.)[5].

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни облучения (по ОСТ 54 30013-83):

а) до 10 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы (8 часов);

б) от 10 до 100 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 2 часов;

в) от 100 до 1000 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;

г) для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см<sup>2</sup>.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

- защита временем;

- защита расстоянием;

- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

- экранирование источника (ограждение металлическим экраном);

- защита рабочего места от излучения;

СИЗ

- очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова ( $\text{SnO}_2$ ).

#### **7.1.4. Поражение электрическим током**

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

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

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

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

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

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

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

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);

- очистить дыхательные пути;

- приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);

- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;

- появления запаха, характерного для горячей изоляции или пластмассы;

- появления дыма или огня;

- появления искрения;

- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства защиты от поражения электрическим током:

1. оградительные устройства;
2. устройства автоматического контроля и сигнализации;
3. изолирующие устройства и покрытия;
4. устройства защитного заземления и зануления;
5. устройства автоматического отключения;
6. устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; устройства дистанционного управления;
7. предохранительные устройства; молниеотводы и разрядники;
8. знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты:

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

### **7.1.5 Освещенность**

Согласно СНиП 23-05-95 в лаборатории, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

### **7.1.6 Пожарная опасность**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания на категории А, Б, В, Г и Д.

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории В – горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находится, не относятся к категории наиболее опасных А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудносгораемым материалам).

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

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

Причины возникновения пожара электрического характера:

- короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

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

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

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

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

1. специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и СНиП 2.04.05-86;
2. специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;
3. первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77, пенные огнетушители ТУ 22-4720-80, ящики с песком, войлок, кошма или асбестовое полотно);
4. автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений до взрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 1, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

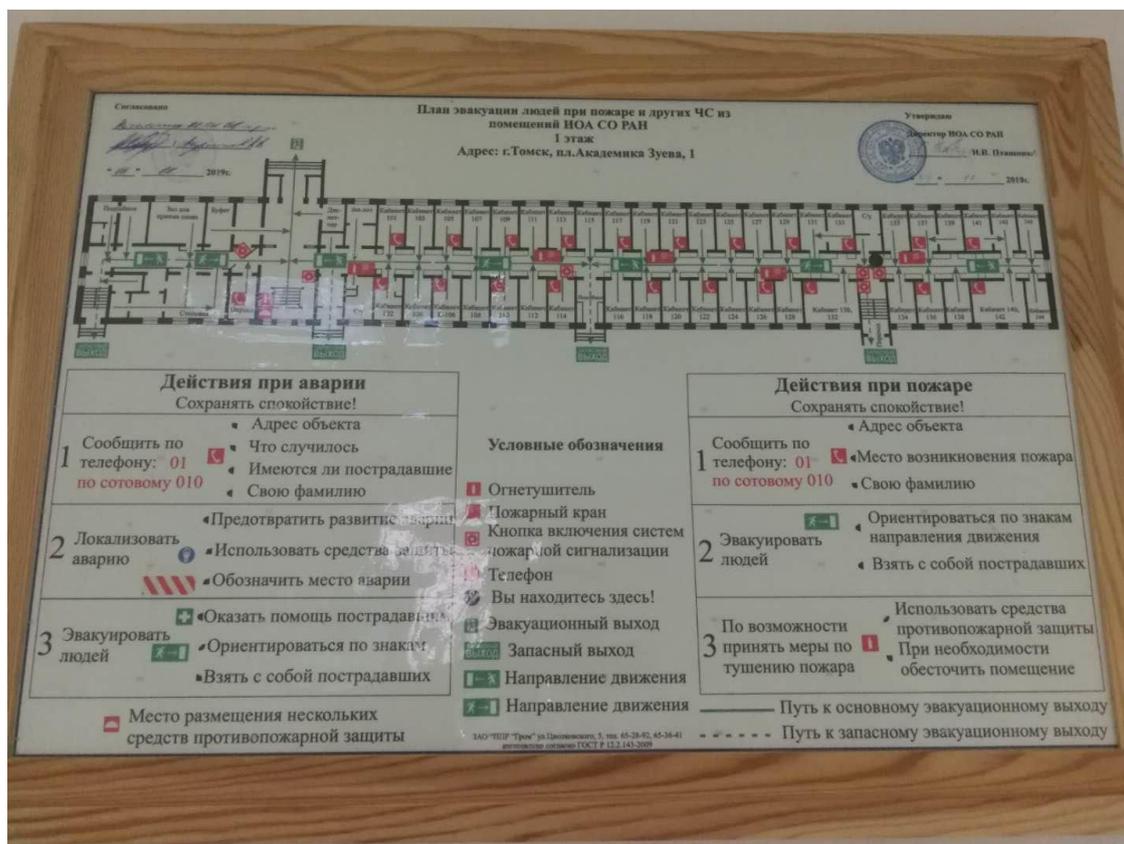


Рисунок 1 – План эвакуации

## 7.2. Экологическая безопасность

В ходе протекания рабочего процесса по подготовке дипломной работы возникает определенный объем различных отходов, которые необходимо утилизировать, первым и одним из самых основных будет картон и бумага, или – макулатура. На территории города Томска есть несколько пунктов приема макулатуры.

### Методы переработки макулатуры

Макулатура всех видов проходит несколько этапов обработки, причем их число зависит от качества исходного материала и назначения полученного сырья. Для выпуска низкосортного картона достаточно только первичного роспуска и грубой очистки, превращение отходов в туалетную бумагу требует полного цикла переработки.

### Первичный роспуск и очистка

На первом этапе макулатуру превращают в целлюлозную массу, для этого ее:

- сортируют по маркам (цвету, степени загрязнения, длине волокон целлюлозы);
- режут и измельчают;
- замачивают и делают первичный роспуск;
- очищают от примесей.

Сортировка необходима для того, чтобы пустить в производство только те марки макулатуры, которые отвечают требованиям технологии. Сейчас ее проводят вручную, но ведутся разработки по автоматизации данного процесса. Измельчение, первичный роспуск и очистку делают при помощи дробилок,

мельниц, вибросита и гидроразбивателей. После сортировки бумажные отходы помещают в специальные баки, наполненные водой. Целью данной операции является освобождение волокон целлюлозы, для чего нужно растворить связывающий их клей.

Первичный роспуск отделяет от целлюлозы грязь, песок и жир, текстильные отходы макулатуры. При этом разрываются клеевые связи между волокнами. Затем удаляют загрязнения и примеси, нерастворимые фрагменты, куски металла от скрепок и типографскую краску. Для этого предназначены различные улавливатели и грязесборники.

Воду сливают, а оставшуюся в баках жидкую массу называют пульпой, именно она подается на машину, которая производит готовые изделия. На данном этапе сырье можно использовать для получения недорогого картона, упаковок для яиц, различной тары и мягких наполнителей.

### **Вторичный роспуск и обработка**

При дальнейшей обработке получают сырье для изготовления качественной бумаги различной фактуры и другой ценной для промышленности продукции. На втором этапе делают:

- вторичный роспуск;
- тонкую очистку от примесей;
- химическую и механическую обработку.

Вне зависимости от назначения полученного сырья, первые две стадии во всех технологиях идентичны. Целлюлозная масса еще раз замачивается, разбивается на волокна и очищается с помощью дермодисперсионного и сортировочного оборудования. Третий этап включает в себя дополнительную обработку, она в разных производствах отличается. Все определяет конечный продукт, который хотят получить. Пульпу избавляют от красителей и повышают бумагообразующие свойства, для этого ее:

- нагревают;
- измельчают;
- отбеливают;
- очищают от запаха и микроорганизмов;
- изменяют химический состав, используя реагенты;
- добавляют древесную целлюлозу;
- окрашивают до нужного цвета.

На финальной стадии такой обработки сырье готово для производства бумаги высокого качества, а также кровельных и изоляционных материалов. Пульпу подают на машину, производящую бумагу, где ее выравнивают, придавая необходимую форму и толщину. В бумагу она превращается на специальных спекающих барабанах, здесь целлюлозная масса высыхает и образует готовые листы. Цикл можно повторять около 7 раз. Все дело в том, что при следующей переработке волокна целлюлозы укорачиваются, в конечном итоге они становятся непригодны для производства бумаги.

Всего выделяют три основных метода утилизации пластика: физический, химический и термический. Наиболее перспективными среди физических методов переработки являются механические и радиационные способы. В связи с

невозможностью получения услуг по радиационному способу переработки пластика, обратимся к способу механического рециклинга.

### **Механический рециклинг**

Среди физических методов самым распространённым является механический рециклинг. Способ состоит в измельчении, дроблении и перетирании пластиковых материалов для получения рециклата — полимерного материала, впоследствии используемого для изготовления других пластмассовых изделий. Механический рециклинг не требует дорогостоящего специального оборудования и легко реализуем.

На первом этапе отходы сортируют по типу пластика, состоянию материала и степени загрязнённости. Затем материал проходит этап предварительного дробления. Впоследствии пластмассу заново сортируют, моют и высушивают, а затем обрабатывают в термических установках для получения расплава однородной консистенции — рециклата. Впоследствии уже расплавленный материал отправляют в экструдер для формирования промежуточных гранул либо напрямую вторичной продукции. Для осуществления процесса используются дробилки, грануляционные установки, устройства для агломерации вторичных масс, системы замачивания и очистки, автоматизации, подъёмно-транспортное оборудование.

### **Утилизация люминесцентных ламп**

Отработанные ртутьсодержащие лампы сортируют: битые лампы и горелки дуговых ламп (ДРЛ) отдельно складываются в герметичную тару и по мере накопления передают в дробилку. Целые лампы перед демеркуризацией разбивают на компоненты (колба, горелка, арматура, цоколь, резистор). Целые отработанные люминесцентные лампы поступают на переработку на специальный дозирующей тележке, из которой поштучно элеватором подаются в дробилку; стеклобой вместе с ртутью и металлами через отсекающий клапан подают в шнековую электропечь для термической демеркуризации.

Отсекающие клапаны обеспечивают разобщение газового пространства печи, дробилки и разгрузочного конвейера. В печи бой ламп нагревают до 550 °С, и он перемещается шнеком к выгрузочному окну.

Ртуть, перешедшая в парообразное состояние, в потоке газов поступает в фильтр-дожигатель, где происходит их очистка от пыли и разложение при 800-900 °С органики на углекислоту, газ и воду.

Очищенный газ поступает в водоохлаждаемый конденсатор, где ртуть конденсируется в шлам (ступпу).

Стеклобой через водоохлаждаемый конвейер поступает на участок обогащения для разделения на компоненты с целью дальнейшего использования в строительно-дорожных работах.

Цветные металлы (латунь) направляют во Втормет. Ртутьсодержащий шлам (ступпа) и адсорбер по мере накопления в нем ртути направляют на утилизацию на Никитинский ртутный комбинат.

Технологический газ из конденсатора после доочистки в фильтре и двойной очистки в адсорбере выбрасывается в атмосферу. Установка работает под

разряжением (50-100 Па), что позволяет избежать выбросов ртути в рабочее помещение

### **Утилизация компьютера и его отдельных частей**

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу);

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части классифицируют (сталь, медь, алюминий), минимизируют по объему, упаковывают, хранят на складе до накопления транспортной единицы и потом направляют на соответствующий металлургический передел;
- неметаллические части компьютера (пластик) измельчают, также накапливают объем до 1 транспортной единицы и направляют в дорожно-строительную фирму в качестве пластифицирующей добавки дорожно-строительной смеси;

Исходя из сказанного выше перед планированием покупки компьютера необходимо:

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

Утилизировать оргтехнику, а не просто выбрасывать на «свалку» необходимо по следующим причинам:

Во-первых, в любой компьютерной и организационной технике содержится некоторое количество драгоценных металлов. Российским законодательством предусмотрен пункт, согласно которому все организации обязаны вести учет и движение драгоценных металлов, в том числе тех, которые входят в состав основных средств. За несоблюдение правил учета, организация может быть оштрафована на сумму от 20000 до 30000 руб. (согласно ст. 19.14. КоАП РФ);

Во-вторых, предприятие также может быть оштрафовано за несанкционированный вывоз техники или оборудования на «свалку»;

Стадия утилизации, утилизируя технику мы заботимся об экологии: количество не перерабатываемых отходов минимизируется, а такие отходы, как пластик, пластмассы, лом черных и цветных металлов, используются во вторичном производстве. Электронные платы, в которых содержатся драгметаллы, после переработки отправляются на аффинажный завод, после чего чистые металлы сдаются в Госфонд, а не оседают на свалках.

### **7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Производство находится в разных городах страны, где может быть континентально-циклонический климат. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данных городах отсутствуют.

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

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди рабочего персонала. В наличие, на техническо-складской базе предприятия, должны находиться средства для обогрева, необходимые СИЗ и тд.

В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели и дизельные генераторы. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

В случае переморозки электро-коммуникации, находящейся над землей, нужно обеспечить провода толстым слоем обогревающей обшивки и проводить постоянную проверку проводов и кабелей. Для проводов, которые были предварительно закопаны в землю, дополнительное утепление не требуется.

На грузоподъемные механизмы должны быть установлены обогреватели и дизельные генераторы для того, чтобы заранее предотвращать их переморозку. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекращалась. Также обогревателями должны быть оснащена кабина машиниста крана.

Помимо этого, машинисту крана должны быть выделена специальная теплая одежда.

На территории АО “СибКабель” наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, взрывов на объектах.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной бакалаврской работы был создан перечень защитных мероприятий по снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации погрузочных механизмов. Проведена риск-ориентированная оценка технической документации, предоставленной предприятием АО «Сибкабель». Оценка мероприятий была проведена с помощью матричного метода анализа, метода контрольных событий и экспертной оценке. В данной работе был выполнен следующий перечень поставленных задач:

1. Рассмотрение классификации и основ функционирования ГПМ;
2. Анализ возможных опасностей, возникающих при эксплуатации ГПМ;
3. Анализ существующих мероприятий по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций

В ходе работы провели оценку рисков реализации ЧС при эксплуатации ГПМ при помощи матрицы рисков, разработанной на основании литературных данных, собственного опыта компании. Были выявлены события (причины, факторы), реализация которых приводит к возникновению значительного уровня риска.

На каждую группу выявленных событий, приводящих к реализации различных чрезвычайных ситуаций были предложены мероприятия по повышению безопасности эксплуатации ГПМ. Мероприятия были направлены на снижения антропогенного и техногенного рисков, были предложены внесения в техническую документацию АО «Сибкабель» для повышения качества оценки состояния составных частей башенного крана.

Уменьшить ущерб при протекании искомого перечня мероприятий также не представилось возможным полной мере, так как, подобные решения требует внедрения в конструкционные особенности башенного крана КБ-406.2, что не было реализовано на данном этапе работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кухарь В.Ю., Лекции по "Подъемно-транспортным машинам" для ГМ. – М. ГВУЗ "НГУ"
2. Общие сведения и классификация грузоподъемных машин [Электронный ресурс]. // Онлайн-библиотека. - URL: <https://studme.org>
3. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс]. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://www.gosnadzor.ru>
4. Российский статистический ежегодник [Электронный ресурс]. // Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru>
5. Производственные мощности АО «Сибкабель» [Электронный ресурс]. // АО «Сибкабель». – URL: <https://sibkabel.ru>
6. Приказ от 26 ноября 2020 года № 461 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» [Электронный ресурс]. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru>
7. Кран балка: характеристики, устройство, назначение. [Электронный ресурс]. // Фонд материалов Пермского завода промоборудования. - URL: <http://pzpo.ru/>
8. Технические характеристики козловых кранов. [Электронный ресурс]. // Фонд материалов Пермского завода промоборудования. - URL: <http://pzpo.ru/>
9. Технические характеристики и описание тельферов. [Электронный ресурс]. // Фонд материалов Пермского завода промоборудования. - URL: <http://pzpo.ru/>

10. Автовышка: назначение, характеристики, описание. [Электронный ресурс]. // Фонд материалов Пермского завода промоборудования. - URL: <http://pzpo.ru/>

11. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. От 08.12.2020) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru>

12. Башенный кран КБ-406. [Электронный ресурс]. // Фонд библиографической информации о механических экскаваторах, старой строительной, авто- и железнодорожной технике. – URL: <https://techstory.ru/>

13. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент Риска. Технологии оценки риска. – М.: "Русское Общество Управления Рисками"

14. Российский статистический ежегодник [Электронный ресурс]. // Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru>

15. Загумёнов Д.А., «Исследование коррозионной стойкости стали марки 09Г2С в различных средах». – М.: Тольяттинский государственный университет.

16. Анализ причин аварий и несчастных случаев со смертельным исходом на поднадзорных объектах [Электронный ресурс]. // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Ростехнадзор. – URL: <https://www.gosnadzor.ru>

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 9. События, приводящие к ЧС с уровнем вероятности

№ п/п	События, приводящие к ЧС при эксплуатации ПС башенный кран КБ-406.2	Вероят- ность
Причины антропогенного фактора:		
1.	Попытки подъема груза весом больше нормативной грузоподъемности оборудования или груза, основание которого примерзло к плоскости земли;	3
2.	Некачественно оказанный ремонт различными структурами, предоставляющими подобные услуги;	4
3.	Использование оборудования с истекшим сроком нормативного использования;	4
4.	Допуск к эксплуатации крана лица, не имеющего соответствующего удостоверения и квалификационных навыков;	1
5.	Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;	5
6.	Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса;	5
7.	Допуск работников в состоянии алкогольного или наркотического опьянения к рабочему процессу;	1
8.	Пренебрежение нормами безопасности.	4
Причины технологического характера:		
9.	Неисправности на крановых путях, в том числе появление разного рода трещин и дефектов;	3
10.	Износ агрегата или окончание допустимого нормативного срока использования;	4
11.	Нарушение работы двигательной системы крана;	2
12.	Разрыв стропы;	3
13.	Коррозийный износ металлоконструкций;	3
14.	Нарушение работы тормозной система крана.	3
Причины природного характера:		
15.	Сейсмическая активность;	1
16.	Грозы, в том числе удары молний в опасной близости или непосредственно в кран;	3
17.	Нарушение работы систем башенного крана вследствие высоких температур;	2

18.	Нарушение работы систем башенного крана вследствие низких температур;	6
19.	Нарушение работы вследствие дождя, тумана, снегопада.	5

Таблица 10. События, приводящие к ЧС с уровнем вероятности

№ п/п	События, приводящие к ЧС при эксплуатации ПС башенный кран КБ-406.2	Вероятность
Причины антропогенного фактора:		
1.	Попытки подъема груза весом больше нормативной грузоподъемности оборудования или груза, основание которого примерзло к плоскости земли;	3
2.	Некачественно оказанный ремонт различными структурами, предоставляющими подобные услуги;	3
3.	Использование оборудование с истекшим сроком нормативного использования;	3
4.	Допуск к эксплуатации крана лица, не имеющего соответствующего удостоверения и квалификационных навыков;	1
5.	Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;	4
6.	Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса;	5
7.	Допуск работников в состоянии алкогольного или наркотического опьянения к рабочему процессу;	1
8.	Пренебрежение нормами безопасности.	5
Причины технологического характера:		
9.	Неисправности на крановых путях, в том числе появление разного рода трещин и дефектов;	4
10.	Износ агрегата или окончание допустимого нормативного срока использования;	3
11.	Нарушение работы двигательной системы крана;	3
12.	Разрыв стропы;	4
13.	Коррозийный износ металлоконструкций;	4
14.	Нарушение работы тормозной система крана.	1
Причины природного характера:		
15.	Сейсмическая активность;	1

16.	Грозы, в том числе удары молний в опасной близости или непосредственно в кран;	2
17.	Нарушение работы систем башенного крана вследствие высоких температур;	2
18.	Нарушение работы систем башенного крана вследствие низких температур;	4
19.	Нарушение работы вследствие дождя, тумана, снегопада.	5

Таблица 11. События, приводящие к ЧС с уровнем вероятности

№ п/п	События, приводящие к ЧС при эксплуатации ПС башенный кран КБ-406.2	Вероятность
Причины антропогенного фактора:		
2.	Попытки подъема груза весом больше нормативной грузоподъемности оборудования или груза, основание которого примерзло к плоскости земли;	2
3.	Некачественно оказанный ремонт различными структурами, предоставляющими подобные услуги;	5
4.	Использование оборудования с истекшим сроком нормативного использования;	3
5.	Допуск к эксплуатации крана лица, не имеющего соответствующего удостоверения и квалификационных навыков;	1
6.	Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;	4
7.	Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса;	4
8.	Допуск работников в состоянии алкогольного или наркотического опьянения к рабочему процессу;	1
9.	Пренебрежение нормами безопасности.	3
Причины технологического характера:		
10.	Неисправности на крановых путях, в том числе появление разного рода трещин и дефектов;	4
11.	Износ агрегата или окончание допустимого нормативного срока использования;	5
12.	Нарушение работы двигательной системы крана;	1
13.	Разрыв стропы;	4
14.	Коррозийный износ металлоконструкций;	5
15.	Нарушение работы тормозной система крана.	1

Причины природного характера:		
16.	Сейсмическая активность;	1
17.	Грозы, в том числе удары молний в опасной близости или непосредственно в кран;	3
18.	Нарушение работы систем башенного крана вследствие высоких температур;	2
19.	Нарушение работы систем башенного крана вследствие низких температур;	5
20.	Нарушение работы вследствие дождя, тумана, снегопада.	4