



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  
ООП/ОПОП: Защита в чрезвычайных ситуациях  
Отделение контроля и диагностики

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**

Тема работы
<b>Защита от несанкционированного включения оборудования</b>

УДК 658.345:621.311.002

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Сашин Данил Игоревич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Гусельников М.Э.	К.Т.Н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кащук И.В.	К.Т.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева И.Л.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП  
по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном (-ых) языке (-ах)
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
<b>УК(У)-9</b>	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональных сферах
<b>УК(У)-10</b>	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
<b>УК(У)-11</b>	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
<b>УК(У)-12</b>	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека
<b>ОПК(У)-2</b>	Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления
<b>ОПК(У)-3</b>	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом государственных требований в области обеспечения безопасности
<b>ОПК(У)-4</b>	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

<b>Общепрофессиональные компетенции университета</b>	
<b>ДОПК(У)-1</b>	Способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Способен к выполнению работ по обеспечению безопасности объектов защиты
<b>ПК(У)-2</b>	Способен к использованию знаний при разработке мероприятий по обеспечению безопасности объектов экономики
<b>ПК(У)-3</b>	Способен к управлению системами обеспечения безопасности в структурных подразделениях организации
<b>ПК(У)-4</b>	Способен определять степень риска в зонах воздействия опасных природных и техногенных факторов
<b>ПК(У)-5</b>	Готов осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 20.03.01 Техносферная безопасность  
 \_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
 02.02.2023 г.

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
1E91	Сашин Данил Игоревич

Тема работы:

<b>Защита от несанкционированного включения оборудования</b>	
Утверждена приказом (дата, номер)	13.01.2023 №13-54/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2023 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Объектом исследования в данной работе являются защитные устройства, блокирующие подачу энергии в технологическое оборудование.</p>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>  <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести статистический обзор работ и выявить работы с наибольшей аварийностью;</li> <li>2. Выявление основных причин аварийности при выполнении ремонтных работ;</li> <li>3. Провести обзор методов снижения аварийности при выполнении ремонтных работ и выявить из них наиболее эффективные;</li> <li>4. Рассмотрение системы безопасности «Lockout-Tagout»;</li> <li>5. Разработка блокиратора и анализ эффективности его работы.</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Таблицы, рисунки
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	02.02.2023 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Гусельников М.Э.	к.т.н		02.02.2023 г.

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Сашин Данил Игоревич		02.02.2023 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 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
1E91	Сашин Данил Игоревич

Тема работы:

Защита от несанкционированного включения оборудования

Срок сдачи студентом выполненной работы:

02.06.2023 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.03.2023 г.	Провести статистический обзор работ и выявить работы с наибольшей аварийностью	20
31.03.2023 г.	Выявление основных причин аварийности при выполнении ремонтных работ	10
10.04.2023 г.	Провести обзор методов снижения аварийности при выполнении ремонтных работ и выявить из них наиболее эффективные	15
20.04.2023 г.	Рассмотрение системы безопасности «Lockout-Tagout»	15
10.05.2023 г.	Разработка блокиратора и анализ эффективности его работы	10
20.05.2023 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
07.06.2023 г.	Оформление и представление ВКР	20

**СОСТАВИЛ:****Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Гусельников М.Э.	к.т.н.		04.02.2023

**СОГЛАСОВАНО:****Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2023

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Сашин Данил Игоревич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 1Е91		ФИО Сашин Данил Игоревич	
Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

### Защита от несанкционированного включения оборудования

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

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования:</i> защитные устройства, блокирующие подачу энергии в технологическое оборудование.</p> <p><i>Область применения:</i> промышленные объекты.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> Лаборатория №608 18-корпус ТПУ.</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 7.5x5x3.2 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер (ПЭВМ) – 1 шт.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> модернизация и разработка промышленного блокиратора пусковых кнопок в приложении 3D моделирования.</p>
--	--

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

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 N 52-ФЗ;</p> <p>СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда;</p> <p>ТК РФ Статья 100. Режим рабочего времени;</p> <p>ТК РФ Статья 108. Перерывы для отдыха и питания;</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;</p> <p>ГОСТ Р 52324-2005 (ИСО 13406-2:2001) Эргономические требования к работе с визуальными дисплеями, основанными на плоских панелях. Часть 2. Эргономические требования к дисплеям с плоскими панелями;</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;</li> <li>2. Повышенный уровень статического электричества;</li> <li>3. Короткое замыкание;</li> </ol> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень шума;</li> </ol>

	<p>2. Повышенный уровень общей вибрации;</p> <p>3. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;</p> <p>4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</p> <p>5. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса;</p> <p>6. Длительность сосредоточенного наблюдения.</p> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> архитектурно-планировочные изменения расположения оборудования, защита расстоянием, использование устройств звукоизоляции, установка на оборудование шумоглушащих коробов, щитов, кожухов, размещение искусственных источников света непосредственно над рабочим местом работающего.</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации:</b></p>	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> не оказывает.</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> утилизация комплектующих частей персонального компьютера, люминесцентных ламп, макулатуры.</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> продукты жизнедеятельности персонала.</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> токсические вещества, содержащиеся в компьютерных компонентах, при горении ПК.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:</b></p>	<p><b>Возможные ЧС:</b> Техногенные – возгорание шнуров, сетевого фильтра или комплектующих ПК, приведшее к пожару, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения, несанкционированное проникновение посторонних лиц на рабочее место.</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> Пожар.</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Сашин Данил Игоревич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Е91	Сашин Данил Игоревич

Школа	ИШНКБ	Отделение Школа	Контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

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

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

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

**Перечень графического материала**

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Сашин Данил Игоревич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 100 страниц и содержит 13 рисунков, 29 таблиц, 22 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: ремонтные работы, несанкционированное включение, промышленный блокиратор, аварийность, травматизм.

Объектом исследования защитные устройства, блокирующие подачу энергии в технологическое оборудование.

Цель работы – повышение безопасности при проведении ремонтно-профилактических работ.

В процессе исследования проводились: анализ статистической информации работ с наибольшей аварийностью и причины возникновения аварийности и травматизма при ремонтных работах. На основании анализа были предложены основные методы снижения аварийности и травматизма, а также система обеспечения безопасности при выполнении ремонтных работ.

В результате исследования был спроектирован и разработан промышленный блокиратор пусковых кнопок, а также была оценена эффективность его работы.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ЧС – чрезвычайная ситуация

НС – несчастный случай

РПР – ремонтно-профилактические работы

ЛОТО – система «Lockout-Tagout»

ОПО – опасный производственный объект

## СОДЕРЖАНИЕ

Реферат .....	11
Список сокращений .....	12
Содержание .....	13
Введение .....	15
1. Статистическая информация о травмах при выполнении ремонтных работ ..	17
2. Обзор методов снижения производственного травматизма из-за несанкционированных включений при выполнении ремонтных работ .....	20
3. Организация безопасного выполнения ремонтных работ .....	24
3.1 Порядок оформления наряда-допуска на проведение ремонтных работ ..	27
3.2 Подготовительные работы к проведению ремонтных работ .....	29
3.3 Обеспечение безопасности при проведении ремонтных работ .....	29
4. Система «Lockout-Tagout» .....	32
5. Запорные механизмы (блокираторы) оборудования .....	38
5.1 Обзор существующих устройств .....	39
5.2 Промышленный блокиратор пусковых кнопок .....	43
6. Анализ риска до и после внедрения промышленного блокиратора .....	46
6.1 Экспертная оценка .....	47
6.2 Оценка риска после внедрения промышленного блокиратора .....	54
7. Социальная ответственность .....	58
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	58
7.1.1 Правовые нормы трудового законодательства .....	58
7.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны .....	59
7.2 Производственная безопасность .....	61
7.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении .....	62
7.2.2 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	63
7.2.3 Повышенный уровень шума .....	64
7.2.4 Повышенный уровень общей вибрации .....	64
7.2.5 Нервно-психические перегрузки .....	65

7.2.6 Длительность сосредоточенного наблюдения .....	66
7.2.7 Поражение электрическим током.....	66
7.2.8 Повышенный уровень статического электричества .....	67
7.2.9 Короткое замыкание.....	67
7.3 Экологическая безопасность .....	68
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	69
Вывод по разделу .....	70
8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	71
8.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения...	71
8.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	71
8.1.2 SWOT-анализ.....	74
8.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	78
8.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	78
8.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	79
8.3 Бюджет научно-технического исследования.....	83
8.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования .....	83
8.3.2 Расчет амортизации специального оборудования .....	84
8.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы .....	84
8.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	86
8.3.5 Накладные расходы.....	87
8.3.6 Бюджет НИР .....	87
8.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	88
Выводы по разделу .....	92
Заключение .....	93
Список использованной литературы .....	94
Приложение А .....	97

## Введение

По данным Росстата установлено, с 2020 года наблюдается рост несчастных случаев на 5,4% связанных с производством. Количество смертельных случаев на производстве возросло на 32.9%. На 2022 год был установлен рост травматизма на 6% и 5.9% на количество тяжелых несчастных случаев [1].

В 2022 году количество смертельных случаев увеличилось в таких видах экономической деятельности, как обрабатывающее производство, электроснабжение, газоснабжение, водоснабжение, очистка сточных вод, добыча полезных ископаемых, транспортировка и хранение [2].

Максимальное количество несчастных случаев, повлекшие за собой тяжелые последствия, также как и в предыдущие годы, произошло в результате воздействия движущихся, вращающихся разлетающихся предметов и деталей, поражения электрическим током. За 2022 год, количество травм по данным причинам увеличилось с 22.2% до 23.7%

Основными причинами несчастных случаев с тяжелыми последствиями, выявленными в ходе расследования, являются:

- неправильная организация производства работ;
- недочеты в организации рабочих мест;
- недостатки в организации и проведении подготовки работников по охране труда.

Наибольшее количество производственных несчастных случаев случается при ремонтных работах.

Целью работы является: Повышение безопасности при проведении ремонтно-профилактических работ.

Задачи работы:

1. Провести статистический обзор работ и выявить работы с наибольшей аварийностью.
2. Выявление основных причин аварийности при выполнении ремонтных работ.

3. Провести обзор методов снижения аварийности при выполнении ремонтных работ и выявить из них наиболее эффективные.
4. Рассмотрение системы безопасности «Lockout-Tagout»
5. Разработка блокиратора и анализ эффективности его работы.

## 1. Статистическая информация о травмах при выполнении ремонтных работ

Согласно ежегодному отчету Федеральной службы государственной статистики, на производствах по территориям Российской Федерации по всем видам экономической деятельности (305894 предприятия) за 2021 год, 21609 человек пострадало при несчастных случаях на производстве. Из них 1205 со смертельным исходом[3].

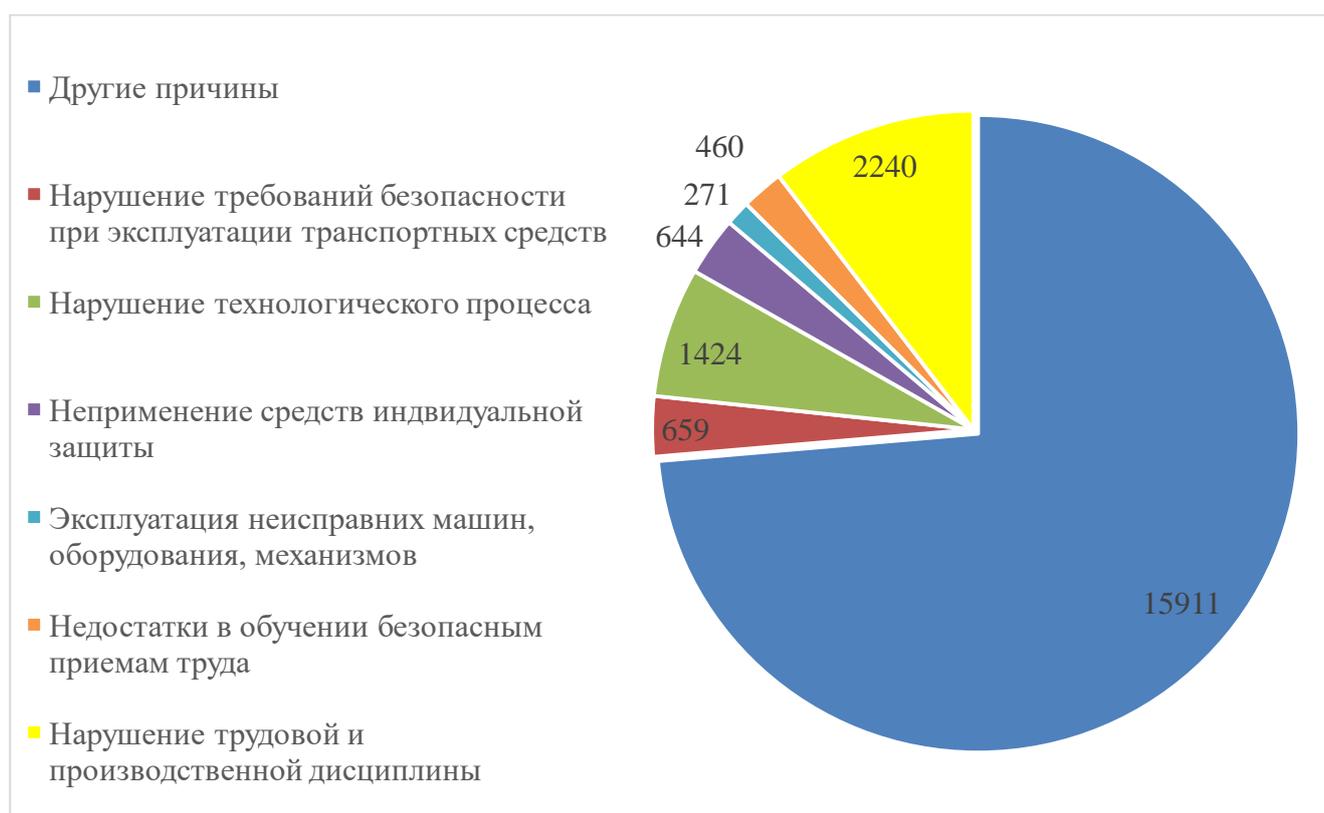


Рисунок 1 – Численность пострадавших на производстве по причинам несчастных случаев

Вывод: По полученным данным, основные причины несчастных случаев на производстве:

- Нарушение трудовой и производственной дисциплины – 10,36 %;
- Нарушение технологического процесса – 6,58 %.

Исходя из статистических данных Росстата, о пострадавших на производстве по всем территориям Российской Федерации в экономической области ремонта и монтажа оборудования и машин, видна тенденция снижения несчастных случаев и аварийности.



Рисунок 2 – Количество пострадавших на производстве ремонта и монтажа оборудования и машин

С 2011 года по 2021 год на производстве ремонта и монтажа оборудования и машин, количество смертей а также травм с потерей трудоспособности продолжительностью более одного рабочего дня, снизилось на 45,14%. А количество несчастных случаев со смертельным исходом снизилось на 70%.



Рисунок 3 – Количество погибших на производстве ремонта и монтажа оборудования и машин

Сделав анализ данных значений, можно выделить следующее. В 2019 году было установлено минимальное количество смертей а также травм с потерей трудоспособности продолжительностью более одного рабочего дня (1122 человека). Далее происходит рост общего количества пострадавших на 7% и на 11% случаев с летальным исходом. Проанализировав основные причины и данные по отдельной экономической деятельности, делаем вывод, что необходим ряд мероприятий направленных на защиту персонала от воздействия опасных факторов производства при ремонтных работах.

## **2. Обзор методов снижения производственного травматизма из-за несанкционированных включений при выполнении ремонтных работ**

Основные причины несчастных случаев и аварий на производстве можно разделить на четыре группы: технические, организационные, санитарно-гигиенические, личностные[4].

1. Технические причины. Данные причины можно свести к общей проблеме - низкому уровню технической безопасности. Это включает не только неудовлетворительное техническое состояние, но также и дефекты оборудования, сооружений, инструментов и средств защиты, а также отсутствие необходимых предохранительных устройств, включая сигнализацию и блокировки. Несовершенство технологических процессов.

Данные причины непосредственно влияют на безопасность работника при выполнении РПР. При работе с неисправным оборудованием, с неогражденными опасными участками, значительно повышается риск травмирования работника. Без использования блокирующих и предохранительных устройств при ремонтно-профилактических работах возникает риск несанкционированного включения ремонтируемого оборудования, механизма и т.д. Для исключения данных причин необходим постоянный контроль производственных площадок, изоляция всех источников энергии, предохранительные и блокирующие (промышленные блокираторы).

2. Организационные причины, уровень организации труда на рабочем месте и на всем предприятии. К данным причинам относятся: Ненадлежащее содержание зон, проходов, проездов; несоблюдение правил эксплуатации транспортных средств, инструмента и оборудования; несоблюдение технических регламентов; несоблюдение правил транспортировки, хранения и обработки материалов и изделий; несоблюдение правил планово-предупредительного ремонта оборудования, инструментов и приборов; недостаточное обучение работников безопасным методам труда; недостаточная организация групповых работ; неудовлетворительный технический надзор;

Неприменение или отсутствие средств коллективной и индивидуальной защиты.

Организационные причины оказывают непосредственное влияние на несчастные случаи, вызванные несанкционированной эксплуатацией оборудования во время РПР. Ремонтные работы опасны и требуют надлежащего надзора, грамотной организации групповой работы и персонала, обученного безопасным методам работы. Для снижения вероятности возникновения негативных ситуаций связанных с организационными причинами необходимо, использовать систему наряд-допуска для выполнения опасных работ, регулярные проверки знаний персонала на методы безопасного ведения работы, постоянный контроль за производственными операциями с использованием персонала и автоматизированных систем.

3. Санитарно-гигиенические причины : наличие вредных веществ или пыли, превышающих предельно допустимые концентрации, отклонения от допустимых значений параметров микроклимата в помещениях, шум, вибрация, неионизирующее электромагнитное излучение, превышение нормативных показателей ионизирующего излучения, недостаточные условия светового климата, превышение нормативных показателей тяжести и напряженности трудовых процессов, отсутствие или недостаток средств индивидуальной и коллективной защиты.

Влияние данных причин маловероятны в травматизме из-за несанкционированного включения оборудования. Санитарно-гигиенические причины могут способствовать возникновению личностных причин травматизма. Для предотвращения этого необходим постоянный контроль за производственными процессами, оборудованием и так далее. Использование передовых автоматизированных средств мониторинга и контроля.

4. Личностные причины. Психологические и психофизиологические причины, к данным причинам относятся нервно-психические и физические перегрузки, которые могут вызвать у него усталость и утомление, в следствии чего привести к ошибочным действиям. Физическая (статическая и

динамическая) перегрузка, умственная перегрузка, перенапряжение органов анализа (зрительных, слуховых, тактильных), монотонность работы, стрессовые ситуации и т.д. может вызвать у человека ошибочные или неправильные действия.

Личностные причины являются одним из основных причин аварийности и несчастных случаев, как было показано ранее более 10% случаев, в том числе из-за несанкционированного включения оборудования при ремонтных работах. За смену работник может получить большое количество заданий и указаний. В течении времени и усталости за смену, работник может пренебречь указаниям и правилам проведения ремонтных работ. В следствии этого не оповестит весь персонал о том, что будет проводить технические процедуры на определенном оборудовании, а также, что включение его строго запрещается, начнет ремонтную работу. Коллега, закончив свои обязанности, решив проверить работоспособность оборудования, не оповещенный о проведении ремонтных операций, приводит оборудование в рабочее состояние. В результате этого первый сотрудник получит травмы или погибнет.

Существуют необходимые меры для снижения личностных причин производственного травматизма из-за несанкционированного включения оборудования при РПР. Для этого необходимо обучение рабочего персонала методам и алгоритму изоляции энергии при данных работах, использование промышленных блокираторов и защитных устройств, а также эффективное распределение заданий на рабочую смену.

#### *Основные меры профилактики травматизма и аварийности*

Для того, чтобы снизить риск травм и аварийности, необходимо уделить внимание определенным мероприятиям. Эти мероприятия могут помочь осуществить следующие основные требования, направленные на предотвращение несчастных случаев [5]:

1. Улучшение технических систем (безопасные технические процессы и оборудование, использование эффективных средств защиты, использование блокирующих устройств и т.д.).

2. Улучшение методов организации труда (например, качественное обучение и аттестация работников, эффективные графики труда и отдыха, планирование профилактики несчастных случаев на производстве и устранение аварийных ситуаций).

3. Создание безопасных условий труда для сотрудников, включает в себя снижение опасных и вредных производственных факторов до нормативных величин (нормализацию освещения и микроклимата в помещениях, эффективную вентиляцию производственных помещений и др.).

4. Расширение экономических способов воздействия на травматизм и аварийность (стимулирование работы без аварий и травм).

5. Прогнозирование опасностей и условий, при которых они могут воздействовать на работников.

Для обеспечения производственной безопасности, организация должна проводить весь комплекс выше перечисленных мероприятий, которые направлены на снижение аварийности и производственного травматизма.

### **3. Организация безопасного выполнения ремонтных работ**

К ремонтным работам на опасных производственных объектах относится комплекс работ по восстановлению исправности или работоспособности объектов и восстановлению ресурсов технических устройств (объектов), а также их составных частей, включая проведение газоопасных, огневых и земляных работ [6].

Положения приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ"» применяются к опасным производственным объектам химических, нефтехимических и нефтегазоперерабатывающих производств и т.д.

*Ремонтные работы подразделяются на следующие виды:*

- плановые ремонтные работы;
- внеплановые ремонтные работы;
- аварийно-восстановительные ремонтные работы.

К плановым ремонтным работам относятся работы, выполняемые в соответствии с проектной документацией, в том числе с применением методов технической диагностики, а также комплексные и индивидуальные испытания.

К внеплановым ремонтным работам относятся работы, связанные с отказом оборудования или его аварийным техническим состоянием.

Аварийно-восстановительные ремонтные работы – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление работоспособности объекта, который по каким-либо причинам вышел из строя. Они осуществляются в минимальном объеме, необходимом для обеспечения безопасной эксплуатации объекта. Такие работы могут быть проведены в любых условиях и требуют быстрого реагирования со стороны специалистов. Они включают в себя широкий спектр действий, начиная от оценки ущерба и заканчивая проверкой качества выполненных работ. Для успешного завершения аварийно-

восстановительных работ необходимо подробное планирование и использование оптимальных технологий и инструментов.

*Ремонтные работы выполняются в два этапа:*

- первый этап - подготовительные работы;
- второй этап - непосредственное проведение ремонтных работ.

До начала проведения ремонтных работ эксплуатирующей организации следует:

- составить план подготовительных работ;
- организовать изготовление необходимых узлов и деталей для замены;
- приобрести необходимое оборудование, арматуру, запасные части, трубы, материалы согласно дефектной ведомости.

Перед началом ремонтных работ подрядчик должен подготовить план работ и рабочую программу для сложных и трудоемких ремонтов.

Для проведения аварийно-восстановительных работ, требующих предварительного технического обследования, эксплуатирующая организация должна разработать и передать подрядной организации проект производства аварийно-восстановительных работ.

План подготовительных работ должен описывать подготовку технических средств или оборудования, технических трубопроводов и коммуникаций к проведению ремонтных работ и определять границы ремонтной зоны для ремонтируемого оборудования.

Для успешной реализации ремонтных работ необходимо разработать проект производства, который должен содержать множество деталей, начиная от технологий работ и заканчивая мерами по безопасности. Важно определить конкретные места, где требуется проводить работы, а также выбрать соответствующие механизмы и приспособления для выполнения задач. Не менее важным является определение количества необходимой рабочей силы, а также средств защиты, которые помогут обеспечить безопасность всех участников процесса. Календарные сроки выполнения и распределение

ресурсов также являются неотъемлемыми частями проекта производства. Все эти факторы взаимодействуют друг с другом для обеспечения качественного выполнения работ и обеспечения безопасности на производстве.

### **3.1 Порядок оформления наряда-допуска на проведение ремонтных работ**

Одним из основных методов снижения аварийности при проведении опасных работ является оформление наряд-допуска.

Наряд-допуск на проведение ремонтных работ оформляется эксплуатирующей организацией, в соответствии с организационно-распорядительными документами эксплуатирующей организации на определенный объем работ с указанием ремонтируемого объекта в отведенной ремонтной зоне и действует в течение всего времени, необходимого для выполнения указанного объема ремонтных работ одним составом ремонтной бригады [6].

Важным требованием для организации ремонтных работ является регистрация нарядов-допусков в специальном журнале. При этом каждый наряд-допуск должен быть пронумерован по порядку, чтобы можно было установить последовательность проведения работ.

Срок хранения журнала регистрации нарядов-допусков на производство ремонтных работ - не менее шести месяцев со дня его окончания. Допускается ведение журнала регистрации нарядов-допусков на ремонтные работы в виде электронного документа. При этом должна быть обеспечена сохранность вносимой информации и исключена возможность несанкционированного ее изменения, а также обеспечены условия хранения наряда-допуска в течение одного года со дня его закрытия.

Наряд-допуск на проведение ремонтных работ оформляется в двух экземплярах.

- Первый экземпляр наряда-допуска на проведение ремонтных работ, подписанный руководителем структурного подразделения ремонтируемого объекта, выдается непосредственному руководителю работ подрядной организации,

- Второй экземпляр находится у руководителя структурного подразделения ремонтируемого объекта, ответственного за допуск ремонтных бригад подрядной организации к выполнению ремонтных работ.

Для того, чтобы обеспечить безопасность проведения ремонтных работ, руководитель структурного подразделения и непосредственный руководитель подрядной организации должны тесно сотрудничать. Они вместе определяют необходимые технические и организационные мероприятия, которые позволят обезопасить рабочих и предотвратить возможные производственные риски.

После выполнения всех мероприятий, предусмотренных планом подготовительных работ и нарядом-допуском на проведение ремонтных работ, лицо, ответственное за подготовку и сдачу объекта в ремонт, и непосредственный руководитель работ подрядной организации совместно с руководителем структурного подразделения ремонтируемого объекта проверяют полноту выполнения мероприятий, оформляют акт сдачи-приемки объекта в ремонт по форме, установленной внутренними документами эксплуатирующей организации.

Перед началом выполнения ремонтных работ руководитель структурного подразделения ремонтируемого объекта должен провести инструктаж и исполнителям ремонтных работ о мерах пожарной и промышленной безопасности и возможных опасных и вредных производственных факторах, характерных для опасного производственного объекта в отведенной ремонтной зоне.

Фиксация проведения инструктажа – это важная процедура, которая должна быть официально зафиксирована. Для этого специалисты структурного подразделения заносят информацию о проведенном инструктаже в специальный журнал и подписывают его. Также отметка о проведенном инструктаже делается в наряде-допуске на ремонтные работы с указанием даты и подписью ответственного лица.

### **3.2 Подготовительные работы к проведению ремонтных работ**

Перед выполнением ремонтных работ согласно наряд – допуску необходимо произвести подготовительные работы. Подготовительные работы к проведению ремонтных работ объекта осуществляются в соответствии с разработанным планом подготовительных работ.

Все работы по подготовке объекта к ремонту выполняются работниками, осуществляющими эксплуатацию объекта, под руководством лица, ответственного за подготовку и сдачу объекта в ремонт, в соответствии с требованиями технологического регламента, инструкций по эксплуатации и безопасному проведению ремонтных работ [6].

После завершения всех подготовительных работ необходимо осуществить контроль их полноты и качества выполнения. Это включает в себя анализ воздушной среды на предмет содержания кислорода и других опасных веществ, таких как пары и газы, которые могут находиться в технологическом объекте, оборудовании, трубопроводах или коммуникациях.

Места проведения ремонтных работ должны быть обозначены (ограждены) с установкой предупреждающих знаков. В ночное время следует предусматривать освещение.

### **3.3 Обеспечение безопасности при проведении ремонтных работ**

Мероприятия по безопасному производству ремонтных работ выполняются в соответствии с разработанным проектом производства работ [6].

- Не допускается приступать к ремонтным работам в период остановочных ремонтов без оформленного наряда-допуска на проведение ремонтных работ.

- Не допускается проведение газоопасных работ в ночное время, за исключением неотложных работ.

- Не допускается проведение огневых и ремонтных работ в ночное время внутри технологического оборудования и резервуаров, в колодцах, тоннелях, а также в приямках и траншеях глубиной более одного метра.

В случае обоснованной необходимости проведения ремонтных работ на объекте в темное время суток должны быть предусмотрены дополнительные меры безопасности, в том числе:

- наличие основного и аварийного освещения, установка дополнительного осветительного оборудования (при необходимости), выполненного во взрывозащищенном исполнении;
- оснащение персонала средствами индивидуального освещения во взрывозащищенном исполнении, а также исправными средствами связи, оборудованием и средствами индивидуальной защиты, соответствующими характеру возможной опасности;
- проведение работ при постоянном присутствии лица, ответственного за проведение ремонтных работ.

Для обеспечения безопасности на объекте и защиты жизни и здоровья персонала, исполнители ремонтных работ должны соблюдать правила, предусмотренные нарядом-допуском на проведение ремонтных работ. Эти правила определяют места, где можно выполнять работы, а также условия и требования для подготовки рабочих мест к выполнению работ. Исполнители ремонтных работ не должны находиться вне установленных рабочих зон или производить какие-либо действия, которые могут повлечь за собой риск для безопасности или здоровья себя и других работников.

При возникновении ситуаций, которые могут представлять угрозу для безопасности на ремонтной зоне (например, утечки химических или взрывоопасных веществ, возникновение токсичных паров, пожары и т.д.), исполнители ремонтных работ должны немедленно прекратить работу, покинуть опасную зону и сообщить об этом непосредственному руководителю работ или ответственному лицу за подготовку объекта к ремонту. Это является важной мерой предосторожности для защиты жизни и здоровья персонала, который занят проведением ремонтных работ на объекте. В случае возникновения аварийных ситуаций необходимо своевременно принимать

меры по эвакуации персонала и остановке работ, чтобы избежать угрозы жизни и здоровью работников.

#### 4. Система «Lockout-Tagout»

Рассмотренных в предыдущей главе способов снижения аварийности работ часто не достаточно.

Опасные производственные объекты оснащены различными видами оборудования и технологическими установками. Каждое промышленное оборудование подвергается сервисному обслуживанию, РПР, пуско-наладке. В ходе выполнения ремонтных или технических работ по причине несанкционированного включения оборудования происходит неконтролируемый выброс опасной энергии. В результате этого ежегодно получают серьезные травмы или погибают тысячи работников. Для снижения аварийности и НС при выполнении данных работ необходима процедура обеспечения безопасности.

Каждый опасный производственный объект должен иметь устройства защиты рабочих выполняющих обслуживание, чистку или ремонт оборудования или технологической установки от рисков удара электрическим током, неконтролируемых взаимодействий вращающихся механизмов, выбросов тепла, химически агрессивных веществ и повреждений другими опасными видами энергий. Для этого в данной работе предлагается изучить, доработать и обеспечить внедрение на опасных промышленных объектах систему «ЛОТО», которая успешно используется в развитых западно - европейских странах.

Система «ЛОТО» в переводе значит «Блокировка-Вывешивание предупреждающих бирок». «ЛОТО» - это ряд мер по устранению опасных ситуаций, когда на предприятии случайно подаются жидкости, электричество, газ или другая опасная энергия во время технического обслуживания или ремонта оборудования и установок. Эта процедура включает в себя отключение промышленного оборудования, отключение источников энергии с помощью блокираторов и вывешивание предупреждающих знаков и бирок. Данная система может значительно снизить вероятность серьезных травм или смерти во время проведения ремонтных или профилактических работ.

Принцип действия основан на вывешивании бирок с информацией о времени начала и окончания работ с обязательной механической блокировкой всех опасных энергий на производственном оборудовании с применением индивидуальных блокирующих замков безопасности, согласованности действий всех участников (каждого рабочего, непосредственно участвующего в ремонте).

Согласно системе «ЛОТО» необходимо использовать двенадцать представленных на рисунке 1 следующих шагов изоляции энергии:

Шаг 1 – Определите все объекты и оборудование, а также их источники энергии, которые необходимо изолировать. Изоляция эффективна в одном случае, если отключены все источники энергии, приводящие в движение установку или оборудование. При изоляции установок и оборудования следует также учитывать другие (вторичные) источники энергии, такие как остаточное гидравлическое давление и подвешенные грузы. Эти вторичные источники энергии также способны оказывать потенциально опасное воздействие на рабочее место.

Шаг 2 – Оповестить участников работы. Проинформировать всех работников, на работу которых повлияет введение этой изоляции, и убедиться, что в результате введения изоляции не возникнет проблем с безопасностью работников или эксплуатацией оборудования.

Шаг 3 – Отключите энергоснабжение и обеспечьте безопасность. Изолируйте источник энергии в точке первичного отключения в соответствии с утвержденными методами, правилами или инструкциями по отключению энергии. Изолируйте, блокируйте и контролируйте все вторичные и скрытые источники энергии. Высвободить накопленную энергию.

Шаг 4 – Установить персональные навесные замки. Персональные замки должны быть установлены работником в соответствующей точке изоляции. Работники обязаны носить свой личный ключ от замка (красного цвета) с собой в течение рабочего дня и во время рабочей смены. Если в ремонтных работах участвует несколько человек, то персональные замки каждого из них

устанавливаются на так называемый замковый множитель. Он открывается только в случае снятия всех персональных замков.



Рисунок 4 – «12 шагов изоляции энергии»

Шаг 5 – Убедитесь в надежности изоляции источника питания. Необходимо проверить эффективность каждой изоляции. Попытаться запустить оборудование (например, нажать кнопку "пуск" на самоходном оборудовании или машинах) и убедиться, что оно не запускается.

Шаг 6 – Начать выполнение работы. Последовательно выполняйте все пункты задания, которые были запланированы. Следите за любыми новыми опасностями, возникающими на рабочем месте.

Шаг 7 – Завершить работу. Выполнить все запланированные задания. Провести контроль за появлением новых опасностей на рабочем месте.

Шаг 8 – Убедиться, что вся запланированная работа завершена. Проследить, что все задачи, операции по изоляции энергии, выполнены и рабочее место приведено в безопасное состояние.

Шаг 9 – Привести в порядок рабочее место. Проверить, что весь персонал, работающий на изолированной установке или оборудовании, завершил свою работу и покинул рабочую зону. Убедиться, что в зоне отключения электроэнергии нет посторонних предметов.

Шаг 10 – Снять бирки и персональные замки. Все личные замки, установленные в пределах этой изоляции, должны быть сняты персонально каждым сотрудником. Предупреждающие о недопустимости включения подачи энергии бирки должны быть удалены.

Шаг 11 – Восстановление энергоподачи. Необходимо уведомить все соответствующие стороны об ожидаемом восстановлении энергоподачи. Снимите индивидуальные замки и закройте входы для групповой/высоковольтной изоляции энергии. Следуйте инструкциям по восстановлению энергии.

Шаг 12 – Проверьте работоспособность оборудования. Запустите оборудование или установку в проверочном режиме, чтобы убедиться, что оборудование или установка работает безопасно.

В настоящее время в Российской Федерации не требуется обязательного использования системы «ЛОТО». Однако, использование системы ЛОТО может быть рекомендовано специалистами по охране труда и инженерам по безопасности для повышения уровня безопасности на производстве. Кроме того, некоторые компании могут требовать применения блокировки ЛОТО в своих политиках безопасности.

Часть предусмотренных ею мероприятий используется для обеспечения производственной безопасности. Рассмотрим эти мероприятия.

В соответствии с положениями приказа Министерства труда и социальной защиты РФ от 27.11.2020 г. N835н, от 11.12.2020 N883н [7,8], а также согласно требований приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 года N528 [6] в РФ необходимо одновременно применять две системы:

- нарядно-допускная система;
- бирочная система.

Нарядно-допускная система требует оформления нарядов-допусков на выполнение работ повышенной опасности. При реализации этой системы осуществляется согласование действий работников при выполнении ими

совместных работ повышенной опасности.

Бирочная система регламентирует вывешивание предупреждающих плакатов на выключателях оборудования при выполнении ремонтных работ. Однако только наличие предупреждающего плаката не позволяет сделать невозможным включение оборудования. Поэтому предусмотренное системой «ЛОТО» дополнение плакатов запирающими устройствами с персональными замками делает недопустимым несанкционированное включение обслуживаемого оборудования.

Таким образом, применение системы «ЛОТО» не противоречит нарядно-допускной и бирочной системам, а наоборот усиливает и дополняет их. Поэтому внедрение «ЛОТО» органично дополняет используемые в России системы безопасности.

В промышленности, где технологические процессы ремонта требуют повышенного контроля безопасности, использование промышленных блокираторов является особенно важным. Это относится к таким отраслям как горнодобывающая, нефтегазовая и химическая. Различные типы блокираторов разработаны для ограничения и контроля доступа к различным видам энергии - механической, электрической, динамической и энергии давления. Система ЛОТО используется для создания дополнительного контура защиты от ошибок персонала, что помогает повысить безопасность и эффективность эксплуатации оборудования. Это позволяет достичь максимальной производительности при минимальном времени простоя и увеличении сервисной активности.

Сейчас в соответствии с Федеральным законом от 27.07.2010 N 225-ФЗ предприятия, которые имеют опасные участки производства, осуществляют обязательное страхование от рисков возникновения аварий и потенциального ущерба [9]. Использование блокираторов позволяет минимизировать риски возникновения аварий и, в случае необходимости, осуществлять программы страхования на более выгодных условиях. Кроме того, использование блокираторов в сочетании с профессионально организованной процедурой блокирования является неотъемлемой частью культуры безопасности для

компаний, которые уже прошли или планируют сертификацию в соответствии со стандартами ISO.

## 5. Запорные механизмы (блокираторы) оборудования

При проведении РПР большинство аварий связано с несанкционированной подачей энергии.

Для обеспечения безопасности работы на промышленных объектах используются специальные устройства и системы, которые защищают и предупреждают о возможных опасностях. Блокировочные устройства, являющиеся одним из таких средств, позволяют автоматически отключать или блокировать оборудование при несоблюдении параметров, а также регламента технологического процесса или режима работы производственного оборудования, установки или аппарата. Такие устройства называют блокировками и вносят важный вклад в обеспечение безопасности и бережливости производства [10].

Блокировочные устройства оборудования состоят из трех ключевых компонентов:

- датчика, который преобразует контрольные значения в сигнал для передачи и обработки;
- измерительно-командного устройства, которое определяет значение и характер полученного сигнала и выдает команду на ликвидацию опасной ситуации;
- исполнительного механизма.

Таблица 1 – Классификация блокировочных устройств

По назначению	Блокировки ограждений; Опасных зон; Рук оператора; Органов включения управления
По конструкции	Механические; Электрические; Фотоэлектрические и тд
По исполнению	Открытые; Закрытые Взрывозащищенные

Механические блокировки основаны на элементах конструкции, которые обеспечивают нужное положение станков, агрегатов или установок. Механическую связь можно заблокировать с помощью ограждения, содержащего тормозные или пусковые устройства, а также органы управления. Такая система блокировки гарантирует безопасность работы и защиту от возможных аварий.

Электрическая блокировка обеспечивает нужную зависимость путем использования электрических связей между цепями управления, контроля и сигнализации блокируемых агрегатов. Эта система блокировки используется для предотвращения неправильного, а также несанкционированного включения отдельных механизмов или частей оборудования на автоматических или полуавтоматических линиях, что может привести к аварии [9].

Фотоэлектрическая блокировка использует фотоэлементы или фотоэлектрические реле для обеспечения нужной зависимости. Она работает на основе принципа пересечения светового луча, направленного на фотоэлемент сопротивления. Такая система блокировки может быть использована для предотвращения аварийных ситуаций на производственных объектах, где необходимо быстрое реагирование на изменения в окружающей среде. Эта технология гарантирует безопасность работников и защиту оборудования от повреждений.

По выполняемым функциям, блокираторы предназначены для того, чтобы гарантировать безопасность работников в тех случаях, когда наличие персонала необходимо на любом этапе технологического процесса. Блокировка сохраняется до тех пор, пока блокиратор не будет убран, что защищает работников от риска исходящих опасностей со стороны оборудования.

## **5.1 Обзор существующих устройств**

### *Промышленные блокираторы:*

Ассортимент промышленных блокираторов разнообразный. Существуют специализированные площадки по продаже промышленных блокираторов для различных точек изоляции, видах энергии. Основными производителями

промышленных блокираторов и оборудования для изоляции источников энергии а также комплектующие изделия является Европа (Urbaco, SiTEMA), Китай (Nibowan ,Wenzhou Safety), Америка (Brady Corporation, Master Lock Safety Series) [10].

### *Тросовые блокираторы*

Тросовые блокираторы предназначены для защиты от несанкционированного изменения положения вентилей, переключателей, задвижек и других элементов управления. Благодаря своей универсальности и удобству использования, они широко применяются в различных отраслях: промышленности, торговле, медицине и многих других областях народного хозяйства. Тросовые блокираторы являются надежным средством защиты оборудования от возможных повреждений и помогают предотвратить аварии, что в свою очередь повышает безопасность работников и эффективность производственных процессов.

Тросовые блокираторы предназначены для блокирования вентилей, отключенных выключателей, прерывателей и других контрольных точек на производстве. Они обладают высокой функциональностью, позволяя блокировать несколько контрольных точек одним устройством, что экономит средства на производство. Также они оснащены взаимозаменяемыми тросами, которые можно подобрать под конкретную работу. Эргономичный и легко устанавливаемый корпус позволяет легко продеть трос, а встроенное отверстие для сохранения троса в свернутом виде предотвращает запутывание и риск опасности во время эксплуатации. Корпус блокиратора устойчив к воздействию химических реагентов и коррозии, а отверстия для навешивания замков повышают уровень безопасности на производстве. Все эти свойства делают тросовые блокираторы незаменимыми инструментами на любом производстве, где есть необходимость в защите оборудования и безопасности работников.

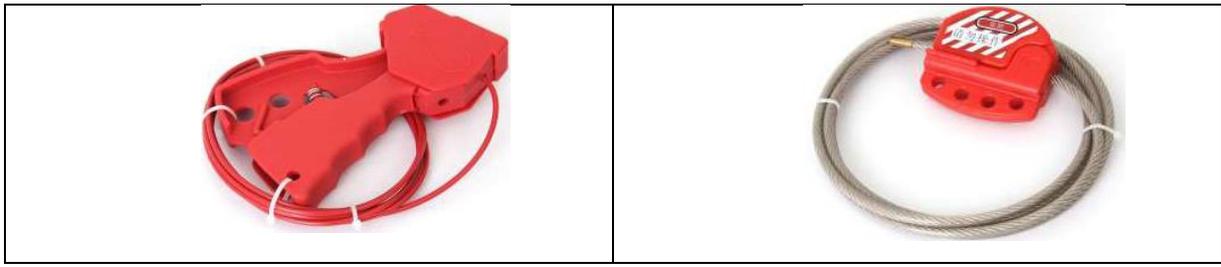


Рисунок 5 – Тросовые блокираторы

*Блокираторы вентиля*

Блокираторы вентиля являются специальными устройствами, предназначенными для блокирования несанкционированного изменения положения вентиля. Их использование позволяет обеспечить безопасность работников и защиту оборудования от повреждений. Доступ к изменению положения вентиля возможен только при наличии ключа от блокиратора, что гарантирует выполнение процедуры только специалистами, имеющие ключ от замка блокиратора.



Рисунок 6 – Блокираторы вентиля

*Замковые множители*

Замковые множители расширяют возможности блокировки и обеспечивают процедуру групповой блокировки.

Замковые множители являются специальными устройствами, которые расширяют возможности блокировки и обеспечивают процедуру групповой блокировки, что повышает эффективность работы и сокращает время, затрачиваемое на подготовительные работы.

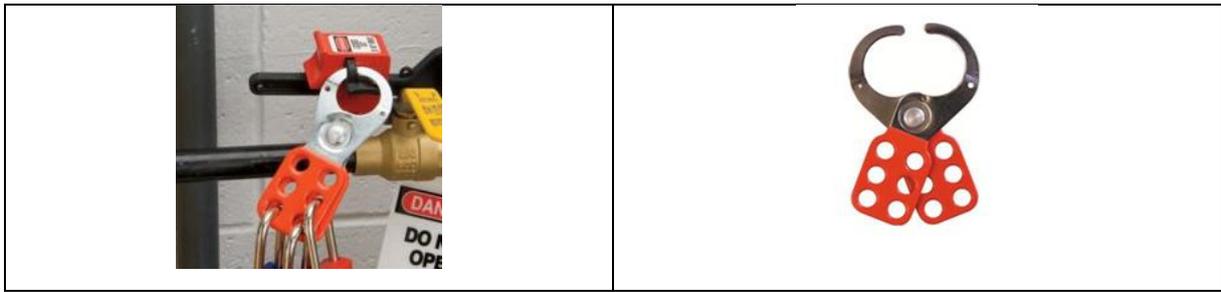


Рисунок 7 – Замковые множители

*Блокираторы прерывателей и электроавтоматов*

Блокираторы прерывателей и электроавтоматов предотвращают случайное или непреднамеренное включение или выключение, что может привести к аварийной ситуации. Такие системы блокировки обладают простой и надежной конструкцией.



Рисунок 8 – Блокираторы прерывателей и электроавтоматов

*Блокираторы штепсельных разъемов*

Устройства блокировки штепсельных разъемов предназначены для предотвращения несанкционированного отключения соединения.

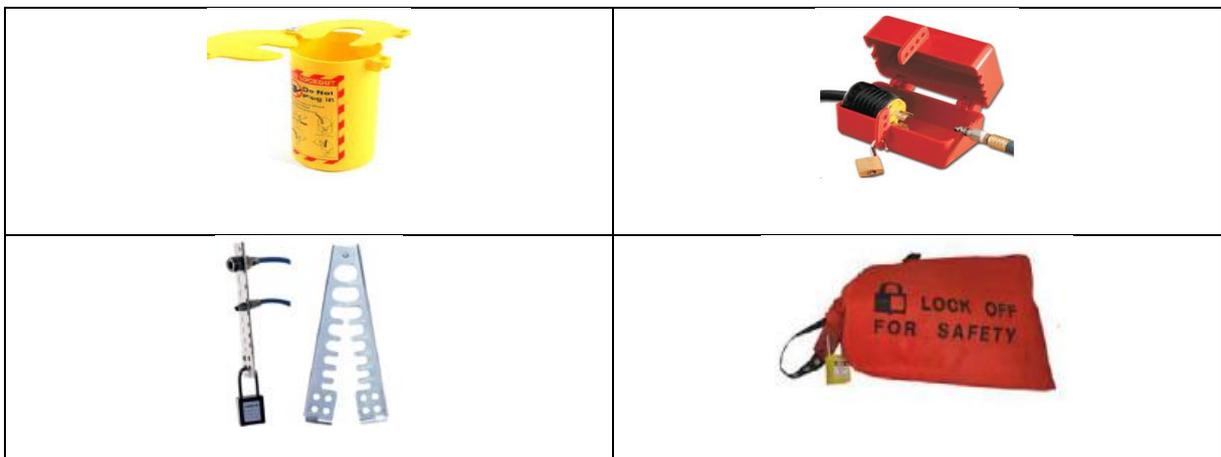


Рисунок 9 – Блокираторы штепсельных разъемов

### *Групповые блокировочные боксы*

Блокировочные боксы созданы с целью контроля за точками изоляции энергии во время процедур групповой блокировки, которые выполняются в рамках безопасности на производстве. Для упрощения процесса групповой блокировки ключи от запорных замков помещаются внутрь специального бокса. Затем каждый член команды, который имеет соответствующие полномочия, блокирует бокс своим персональным замком. Таким образом, гарантируется отсутствие доступа к ключам от замков для любого работника до тех пор, пока все члены команды не удалят свои персональные замки.

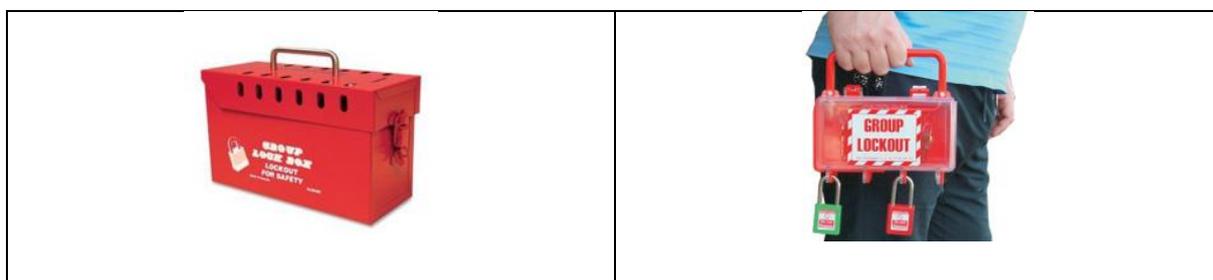


Рисунок 10 – Групповые блокировочные боксы

### **5.2 Промышленный блокиратор пусковых кнопок**

Промышленные блокираторы пусковых кнопок предназначены для установки на основание пусковых кнопок или кнопок аварийного отключения, тем самым временно ограничивая доступ к запуску производственного и служебного оборудования.

Данный вид блокираторов имеет различные формы, размеры, расстояние между центрами блокируемых кнопок.

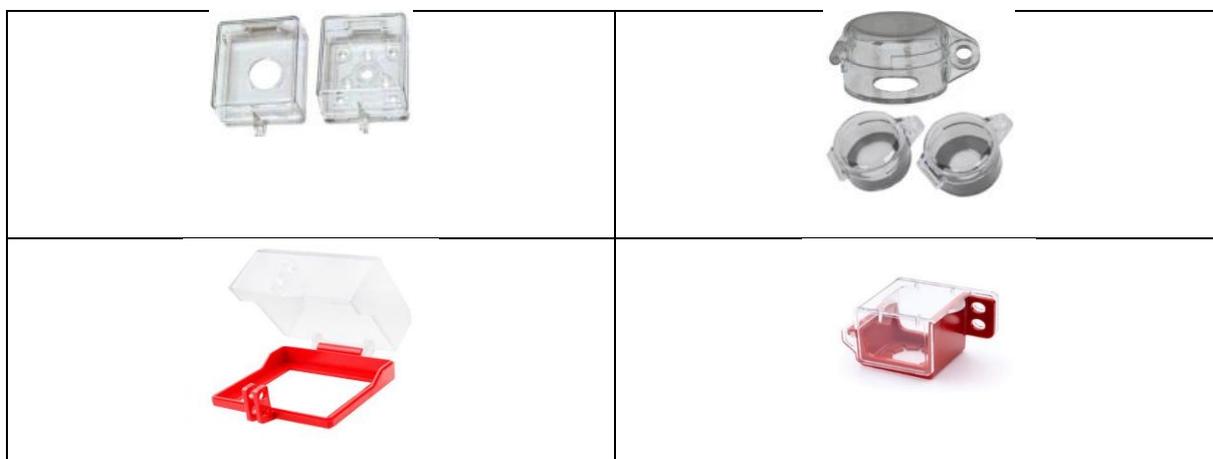


Рисунок 11 – Блокираторы пусковых кнопок

Блокираторы пусковых кнопок сделаны цельной или составной конструкцией. Составная конструкция состоит из основания и крышки блокиратора. Крепление происходит тремя способами:

1) Цеанакрилат или коллоид, данные виды клея способны создать соединение, по прочности не отличающиеся от цельного материала.

2) Скотч 3М двухсторонний. Скотч 3М двухсторонний пользуется большим спросом и является достойной заменой для обычных средств монтажа. Скотч распределяет нагрузку по всей длине скрепляемой поверхности и создает невидимый шов.

3) Самоклеющиеся кольца.

Изучив рынок промышленных блокираторов пусковых кнопок, было выявлено что, все виды предназначены для блокирования одной кнопки. При одновременном блокировании двух кнопок, габариты блокиратора при близком расположении кнопок не позволят произвести установку. Тем самым, затрудняется процесс ремонтных работ, увеличивается время простоя ремонтируемого оборудования. В основном в данных видах блокиратора предусмотрены одна или две проушины для замков блокирования. Для навешивания более 2х замков (групповое блокирование) рекомендуют использовать замковые множители. Установка цельного блокиратора на определенную кнопку не позволяет использовать его для другой кнопки, что финансово невыгодно. При использовании оснований для крепления удается избежать данной проблемы, но возникает проблема с размером кнопки. Для каждого основания характерен свой диаметр блокирующей кнопки. Для этого необходимо иметь широкий ассортимент крышек и оснований блокиратора.

Для решения таких проблем, мной был разработан и спроектирован при помощи программы 3D моделирования «Inventor» и 3D принтера универсальный блокиратор раздвижного типа для одной и двух пусковых кнопок. Съёмный блокиратор сделан из ударопрочного ABS пластика. С помощью данного блокиратора можно блокировать широкий диапазон пусковых кнопок. Крепление происходит за счет специального основания,

присоединенным к основанию с помощью цеанакрилат или коллоида. Есть возможность использования во время блокировки трех замков, с диаметром дужки не более 10 мм.

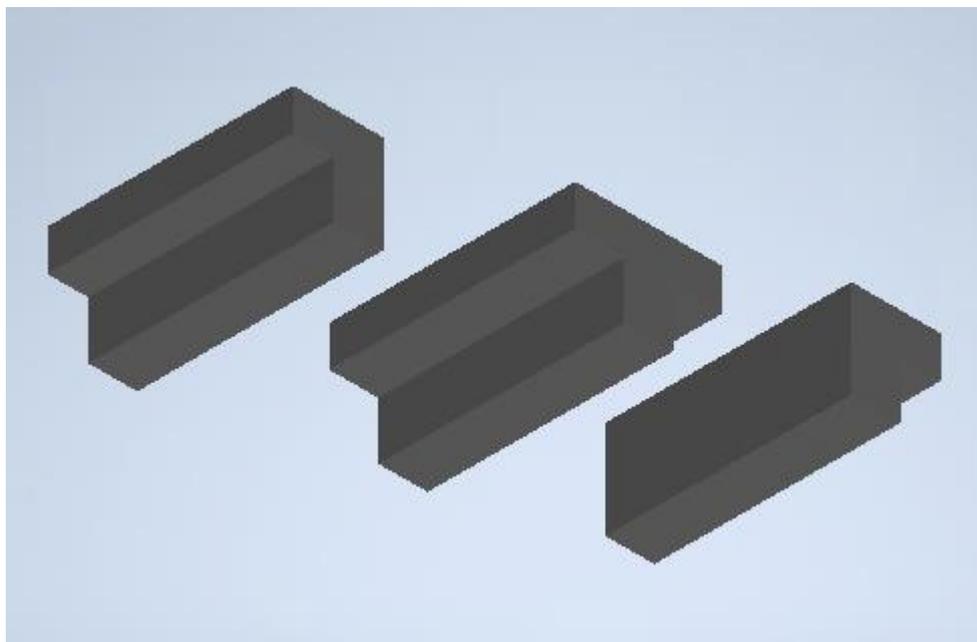


Рисунок 12 – Крепления для блокиратора

Благодаря подвижной структуре блокиратора, существует возможность блокирования одной или двух кнопок. Благодаря прямоугольной формы мы можем производить блокировку не только кнопок, но и различных тумблеров, выключателей. Диапазон блокировки двух пусковых кнопок диаметром до 70 мм и высотой до 60 мм. В зависимости от диаметра кнопок, межкнопочное расстояние может меняться. При максимально допустимом значении диаметра кнопки – 70 мм, межкнопочное расстояние 30 мм.

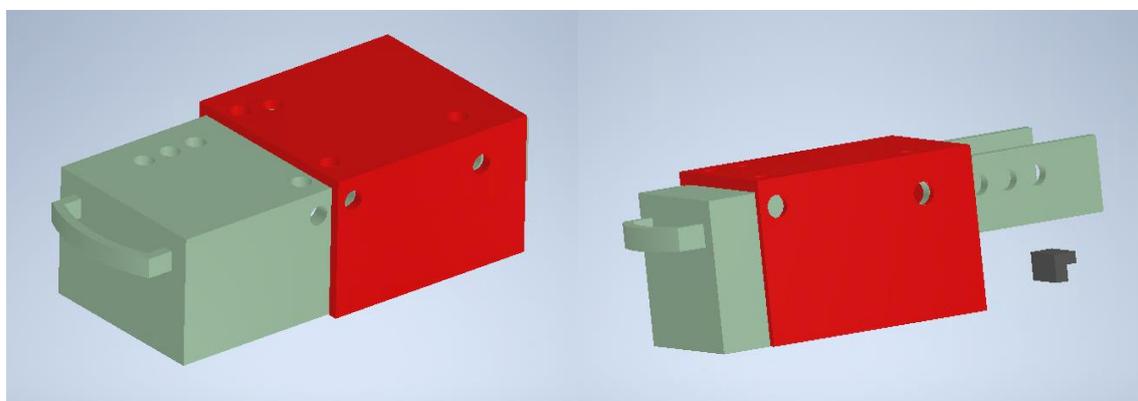


Рисунок 13 – Блокиратор пусковых кнопок

## **6. Анализ риска до и после внедрения промышленного блокиратора**

Данная работа предполагает предложение и обоснование мероприятий, направленных на снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций связанных с несанкционированном включением оборудования при РПР. Для этого необходимо выявить основные причины и факторы, приводящие к реализации ЧС при выполнении РПР. Для успешного выполнения данной задачи необходимо определиться с выбором из перечня методов исследования и оценки риска.

Выделяют следующие основные методы качественного анализа риска [11]:

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

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, занимающиеся монтажом и ремонтом промышленного оборудования. 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, занимающиеся монтажом и ремонтом промышленного оборудования.

## 6.1 Экспертная оценка

Для полноценной оценки различных опасностей, возникающих в долгосрочной перспективе систематического проведения ремонтно-профилактических работ промышленного оборудования были опрошены рабочие занимающиеся электромонтажом оборудования.

Не смотря на то, что промышленное оборудование имеет различия по конструктивным и технологическим особенностям, процесс ремонтно-профилактических работ 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.

Ранее было выявлено, что основными причинами аварийности из-за несанкционированных включений при выполнении ремонтных работ на оборудовании являются:

- Технические причины;
- Организационные причины;
- Санитарно-гигиенические причины;
- Личностные причины.

Результаты проведенной экспертной оценки приведены в Приложении А.

Таблица 2 – 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

Таблица 3 – Итоговые ранги экспертной оценки

№ Эксперта	Вероятность возникновения чрезвычайной ситуации																
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17
1	5	3	2	5	5	1	4	2	6	5	4	6	5	4	4	1	2
2	5	4	2	4	5	1	5	3	6	4	3	5	5	3	3	1	2
3	5	4	3	4	4	1	5	3	6	5	3	5	5	3	4	1	1
4	4	3	3	5	4	1	4	2	5	4	4	6	5	4	3	1	2
5	3	2	4	3	3	2	3	1	4	6	2	4	3	2	2	1	1
6	4	4	3	5	4	2	5	2	5	5	3	5	4	3	3	1	1
7	5	3	2	2	5	1	3	2	4	4	2	4	4	3	4	1	2
8	3	3	2	4	4	2	4	1	4	4	2	3	2	2	2	1	1
9	3	2	1	3	3	2	3	3	5	5	1	2	3	3	2	1	2
10	4	1	2	4	4	2	4	2	5	4	3	4	3	3	2	1	2
Сумма рангов	41	29	24	39	41	15	40	21	50	45	27	44	39	30	29	10	16
Сред. арифмет. ранг	4.1	2.9	2.4	3.9	4.1	1.5	4	2.1	5	5	2.7	4.4	3.9	3	2.9	1	1.6
Итогов ый ранг	4	3	2	4	4	2	4	2	5	5	3	4	4	3	3	1	2

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. Несанкционированный запуск оборудования при проведении ремонтно-профилактических работ;
2. Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;
3. Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса;
4. Пренебрежение нормами и правилами безопасности.
5. Отсутствие блокирующих устройств;
6. Отсутствие информационных знаков, бирок, плакатов;
7. Отсутствие систем обеспечения безопасности при выполнении ремонтно-профилактических работ;
8. Отсутствие надзора за выполнением ремонтных работ.

Таблица 4 – Опасные события и последствия их реализации

№ Причи ны	Наименование причины реализации ЧС	Возможные последствия при реализации данного фактора	Уровень ущерба
1	Несанкционированный запуск оборудования при проведении ремонтных-профилактических работ	При несогласованном включение, происходит подача энергии в ремонтируемое оборудование, вследствие чего работник выполняющий работы попадает в зону опасного воздействия механической, электрической, гидравлической энергии. Может привести к полному или частичному разрушению оборудования, уничтожению материально-технических средств, травмированию или гибели персонала.	Катастрофический

№ Причи ны	Наименование причины реализации ЧС	Возможные последствия при реализации данного фактора	Уровень ущерба
2	Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования	При нарушении алгоритма предварительной проверки, есть вероятность упущения дефектов и неисправностей оборудования. Из-за чего возможен произвольный запуск оборудования, который также может привести к полному или частичному разрушению оборудования, уничтожению материально-технических средств, травмированию или гибели персонала.	Существенный
3	Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса	При нарушении обозначенного в технической документации алгоритма правильной последовательности действий при подготовке и выполнении ремонтно-профилактических работ может привести к ущербу здоровью рабочего персонала и имуществу предприятия.	Существенный
4	Пренебрежение нормами и правилами безопасности	Нарушение норм безопасности работы может привести к реализации чрезвычайных ситуаций, затрагивающих здоровье рабочего персонала и целостность имущества предприятия.	Существенный
5	Отсутствие блокирующих устройств	Отсутствие блокирующих устройств дает возможность несанкционированного включения оборудования. Что может привести к полному или частичному разрушению оборудования, уничтожению материально-технических средств, травмированию или гибели персонала.	Существенный

№ Причи ны	Наименование причины реализации ЧС	Возможные последствия при реализации данного фактора	Уровень ущерба
6	Отсутствие информационн ых знаков, бирок, плакатов	При отсутствии информационных плакатов, работающий персонал может и не знать о предстоящей или реализующей ремонтной работе. Без должного информирования работник может включить ремонтируемое оборудования. От чего возможна реализация чрезвычайных ситуаций, затрагивающих здоровье рабочего персонала и целостность имущества предприятия.	Существенный
7	Отсутствие систем обеспечения безопасности при выполнении ремонтно- профилактичес ких работ	Отсутствие систем обеспечения безопасности влияет на безопасное выполнение ремонтно-профилактических работ оборудования. Отсутствие систем контроля и блокировки от ошибочных действий способствует реализации ЧС, затрагивающих здоровье рабочего персонала и целостность имущества предприятия.	Средний
8	Отсутствие надзора за выполнением ремонтных работ	Несанкционированное включения оборудования возможно при отсутствии надзора со стороны инженерно-технического персонала. Не проверенная рабочая зона от воздействия и возможного возникновения опасного фактора может привести к полному или частичному разрушению оборудования, уничтожению материально-технических средств, травмированию или гибели персонала.	Средний

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 [11].

Таблица 5 – Матрица риска до введения мероприятий по снижению риска

Вероятность	Уровень ущерба				
	1 Несущественный	2 Низкий	3 Средний	4 Существенный	5 Катастрофический
Почти наверняка (7)					
Очень вероятно (6)					
Возможно (5)				1) Отсутствие блокирующих устройств 2) Отсутствие информационных знаков, бирок, плакатов	
Маловероятно (4)			1) Отсутствие систем обеспечения безопасности при выполнении ремонтно-профилактических работ 2) Отсутствие надзора за выполнением ремонтных работ	1) Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования 2) Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса 3) Пренебрежение нормами и правилами безопасности	Несанкционированный запуск оборудования при проведении ремонтных-профилактических работ;
Редко (3)					
Очень редко (2)					
Почти невозможно (1)					

Исходя из всей предложенной выше информации можно перейти к обоснованию различных мероприятий по уменьшению риска возникновения чрезвычайных ситуаций из-за несанкционированного включения оборудования при ремонтных работах. Все события, показанные в таблице 5 находятся в категориях среднего и высокого риска, следовательно, их контроль для уменьшения последствий реализации и ущерба при реализации необходим.

## **6.2 Оценка риска после внедрения промышленного блокиратора**

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. Несанкционированный запуск оборудования при проведении ремонтных-профилактических работ. Для защиты от данного воздействия, необходимо внедрение блокираторов в технологический процесс РПР.

2. Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования. При использовании системы «Lockout-Tagout», вероятность возникновения данной причины будет снижена.

3. Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса. Для снижения возникновения вероятности данного события необходим систематический, ежедневный контроль за проведением необходимого алгоритма. При внедрении системы «Lockout-Tagout» и обучения правилам, алгоритмам безопасной работы вероятность возникновения данного события будет снижена.

4. Пренебрежение нормами и правилами 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 косвенно и, так как, каких-либо новых внедрений по данному направлению осуществлено не было, то ущерб и вероятность возникновения останутся на тех же уровнях.

5. Отсутствие блокирующих устройств. Внедрение промышленных блокираторов позволит снизить вероятность возникновения данного события.

6. Отсутствие информационных знаков, бирок, плакатов. Для снижения вероятности предлагается использовать совместно с системой промышленных блокираторов бирочную систему, которая регламентирована

приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 27.11.2020 г. N835н [7].

7. Отсутствие систем обеспечения безопасности при выполнении ремонтно-профилактических работ. Необходимо внедрить систему «Lockout-Tagout».

8. Отсутствие надзора за выполнением ремонтных работ. Для снижения возникновения вероятности данного события необходим систематический, ежедневный контроль за проведением ремонтных работ. Новых внедрений по данному направлению осуществлено не было, ущерб и вероятность возникновения останутся на тех же уровнях.

Таблица 6 – Матрица риска после введения мероприятий по снижению риска

Вероятность	Уровень ущерба				
	1 Несущественный	2 Низкий	3 Средний	4 Существенный	5 Катастрофический
Почти наверняка (7)					
Очень вероятно (6)					
Возможно (5)					
Маловероятно (4)			Отсутствие надзора за выполнением ремонтных работ	1) Пренебрежение нормами и правилами безопасности 2) Отсутствие блокирующих устройств 3) Отсутствие информационных знаков, бирок, плакатов	
Редко (3)		Отсутствие систем обеспечения безопасности при выполнении ремонтно-профилактических работ	1) Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования 2) Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса		Несанкционированный запуск оборудования при проведении ремонтно-профилактических работ;
Очень редко (2)					
Почти невозможно (1)					

В результате теоретического внедрения промышленных блокираторов привести риск к незначительному уровню не представилось возможным. Была понижена вероятность протекания описанных выше мероприятий. Также удалось снизить ущерб создаваемый реализацией данных событий.

## **7. Социальная ответственность**

Целью раздела «Социальная ответственность» является выявление и анализ вредных и опасных факторов, имеющих на объекте, в данном случае учебная лаборатория, и разработка мер по снижению воздействия этих факторов на персонал, а также принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи при работе и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

При этом необходимо следовать правилам, нормам, инструкциям и прочим документам, закрепленным в нормативно-правовых актах. Социальная ответственность должна обеспечивать: исключение несчастных случаев, защиту здоровья работников, снижение вредных воздействий на окружающую среду.

Цель данной НИ (ВКР) – разработка промышленного блокиратора пусковых кнопок, для предотвращения несанкционированной подачи энергии, при выполнении ремонтно-профилактических работ на оборудовании.

Работа предполагает использование персональной электронной вычислительной машины (ПЭВМ) – персонального компьютера (ПК) и представляет собой сбор информации, ее обработка, проведение расчетов, проектирование блокиратора. Рабочее место – учебная лаборатория №608 учебного корпуса №18 Томского политехнического университета. Размеры помещения 7.5 x 5 x 3.2 м. Лаборатория оборудована ПК, с помощью которого производится работа.

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

#### **7.1.1 Правовые нормы трудового законодательства**

Право работников на труд в безопасных условиях, то есть отвечающим требованиям охраны труда, закреплено в статье 216 Трудового кодекса РФ [11].

Каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на

производстве и профессиональных заболеваний;

- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующих профессиональных рисках и их уровнях, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда до устранения такой опасности, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами;

- обучение по охране труда за счет средств работодателя.

В соответствии со статьей 100 ТК РФ режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику, неполная рабочая неделя). При этом оплата и нормирование труда осуществляется в соответствии с разделом IV ТК РФ, в котором отражены государственные гарантии по оплате труда работников, формы и минимальный размер оплаты труда, установление заработной платы, указаны нормы труда и установлено обеспечение нормальных условий работы для выполнения норм выработки [12].

Глава 14 ТК РФ устанавливает требования и ответственность в области защиты персональных данных работника, в соответствии со статьей 86 ТК РФ защита персональных данных работника от неправомерного их использования или утраты должна быть обеспечена работодателем за счет его средств в порядке, установленном настоящим Кодексом и иными федеральными законами [13].

### **7.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны**

Выполняя планировку рабочего места необходимо учитывать следующее [14]:

1. Рекомендуемый проход слева, справа и спереди от стола 500 мм. Слева от стола допускается проход 300 мм;
2. Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 – 2,0 м;
3. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 – 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов;
4. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 – 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики;
5. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.
6. Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.
7. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию;
8. Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

## 7.2 Производственная безопасность

Наряду с увеличением производительности человека при выполнении работ с использованием ПЭВМ также увеличивается и вредное воздействие ПК на организм работающего. Опасные и вредные факторы, которые постоянно или периодически действуют на человека за работой на ПК, представлены в таблице 7.

Таблица 7– Возможные опасные и вредные производственные факторы при работе за ПК

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016) Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования
2. Повышенный уровень статического электричества	
3. Короткое замыкание	ГОСТ Р 50571.4.43-2012/МЭК 60364-4-43:2008 Электроустановки низковольтные. Часть 4-43. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока (с Поправкой)
4. Повышенный уровень общей вибрации	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
5. Повышенный уровень шума	
6. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	
7. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение (с Изменением № 1)

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
8. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
9. Длительность сосредоточенного наблюдения	

### 7.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Работа в условиях повышенной температуры воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, нарушению теплообмена или даже к профзаболеванию. Работа в условиях низкой температуры, а также в помещениях с низкой относительной влажностью воздуха, ведет к снижению иммунитета работающего, что способствует возникновению заболеваний. Причиной возникновения данных факторов, зачастую, является отсутствие или неисправность вентиляционных систем.

Общая площадь рабочего помещения составляет 50 м<sup>2</sup>. В соответствии с СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» площадь на одно постоянное рабочее место пользователей ПК на базе плоских дискретных экранов – не менее 4,5 м<sup>2</sup>, исходя из этого, можно судить о выполнении требований к организации работ [15].

В соответствии с пунктом 29 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», работа за ПК относится к Ia категории.

Таблица 8 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах в помещениях категории Ia

Период года	Температура воздуха °С		Температура поверхностей °С
	Диапазон ниже оптимальной величин	Диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0

Допустимая величина относительной влажности воздуха на постоянных рабочих местах должна составлять 15-75%, скорость движения воздуха должна быть 0,1 м/с [16].

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 СанПиН 1.2.3685-21, также требованиям данного документа должны соответствовать параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ.

### **7.2.2 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения**

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет выполнение работы, вызывает утомление, увеличивает риск производственного травматизма. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме, ослаблением его реактивности, способствует развитию близорукости. К таким же последствиям приводит работа при ограниченном спектральном составе света и монотонном режиме освещения.

В соответствии с СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» освещенность при работе с персональным компьютером должна быть 300-500 лк [17]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПК при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1-5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования — 10:1. Коэффициент пульсации не должен превышать 5% [17]. Для исключения бликов отражений в экране светильников общего освещения рабочий стол с ПК следует размещать между рядами светильников. При этом светильники должны быть расположены параллельно горизонтальной линии взгляда работающего. При рядном размещении рабочих столов не допускается расположение экранов дисплеев

навстречу друг другу из-за их взаимного отражения, в противном случае между столами следует устанавливать перегородки.

### **7.2.3 Повышенный уровень шума**

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум создается рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Он вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Согласно СП 51.13330.2011 при выполнении основных работ на ПЭВМ в помещениях офиса уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА [18].

Мероприятия по борьбе с шумом:

- устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;
- изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);
- введение регламентированных дополнительных перерывов;
- проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров

Уровень шума в учебной лаборатории №608, 18 корпуса ТПУ не более 50 дБА и соответствует нормам.

### **7.2.4 Повышенный уровень общей вибрации**

Вибрация создается рабочим оборудованием, а именно системным блоком ПЭВМ, а также проникает снаружи. Нарушения здоровья работающего, обусловленные локальной или общей вибрацией, складываются из поражений нейрососудистой, нервно-мышечной систем, опорно-двигательного аппарата, изменений обмена веществ и др.

В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека

факторов среды обитания» предельно допустимый эквивалентный скорректированный уровень виброускорения на стационарных рабочих местах в направлении действия  $Z_0$  (вертикальная ось, перпендикулярная к опорной поверхности) составляет 100 дБ, а в направлении действия  $X_0$  (горизонтальная ось от спины к груди) и  $Y_0$  (горизонтальная ось от правого плеча к левому) составляет 97 дБ [16].

Основными мероприятиями по борьбе и средствами защиты от вибрации являются:

- уменьшение интенсивности вибрации непосредственно в источнике;
- применение пассивной виброизоляции;
- виброизоляция и шумоподавление ПК;
- своевременное и качественное обслуживание электронных приборов;
- рациональная организация режима труда и отдыха;
- производственная гимнастика.

### **7.2.5 Нервно-психические перегрузки**

К психофизиологическим факторам можно отнести: напряжение зрения и внимания, интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки, монотонность труда, большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени, нерациональная организация рабочего места. По окончании рабочего дня зачастую операторы испытывают такие ощущения, как: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

Также длительная и интенсивная работа на компьютере может стать источником тяжелых профессиональных заболеваний, таких, как травма повторяющихся нагрузок (ТПН), представляющая собой постепенно накапливающиеся недомогания, переходящие в заболевания нервов, мышц и сухожилий руки.

В Инструкции по охране труда при выполнении работ на персональном компьютере и видео-дисплейных терминалах отражены основные требования охраны труда во время работы, где регулируется

продолжительность непрерывной работы с ПЭВМ, приводятся мероприятия по предотвращению развития утомления и комплекс упражнений, которые необходимо выполнять во время регламентированных перерывов [19].

#### **7.2.6 Длительность сосредоточенного наблюдения**

Длительная работа пользователя ПЭВМ с экраном дисплея в течении рабочего дня при вводе данных, редактирования текста или программ, чтении информации, моделирования и проектирования, выполняется с фиксацией взгляда на экран, тем самым происходит нагрузка на зрительный анализатор. При постоянном воздействии данной нагрузки могут возникнуть нарушения рефракции и аккомодации, нарушение бинокулярного зрения и другие заболевания органов зрения.

Для предотвращения развития заболеваний органов зрения, при длительной нагрузке на зрительный анализатор, необходимо выполнять регламентированные перерывы [19].

#### **7.2.7 Поражение электрическим током**

Электрический ток относится к опасным факторам. Запрещается работать на компьютере во влажной одежде и влажными руками, прикасаться к тыльной стороне дисплея, вытирать пыль с компьютера при его включенном состоянии. Перед началом работы необходимо убедиться в отсутствии висящих под столом или свешивающихся со стола проводов электропитания, в целостности провода электропитания и вилки, в отсутствии видимых повреждений рабочей мебели и аппаратуры.

Мерой защиты от поражения электрическим током может являться недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, например, расположения токоведущих частей на недоступной высоте, изоляция всех токоведущих частей и защитные ограждения (кожухи, крышки, сетки т.д.).

К превентивным мерам по предупреждению и устранению поражения электрическим током в помещении офиса можно отнести запрет на использование шнуров питания, изоляция которых имеет небольшие трещины и другие повреждения. Все электрошнуры не должны быть сильно короткими и

слишком длинными. Категорически запрещается прибивать их к полу гвоздями либо накрывать линолеумом и другими напольными покрытиями. Также необходимо следить за розетками, вне зависимости, где они установлены, их нельзя перегружать.

Перед допуском к самостоятельной работе оператору ПЭВМ необходимо пройти вводный инструктаж по охране труда, обучение безопасным приемам и методам труда по программе, проверку знаний, в том числе по электробезопасности с присвоением 1-й квалификационной группы по электробезопасности [14].

### **7.2.8 Повышенный уровень статического электричества**

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы ПК на корпусах клавиатур, монитора и системного, могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Большинство микросхем, составляющих ПЭВМ используют напряжение от 3 до 12 вольт. Это настолько низкое напряжение, что оно не опасно для человека. В то же время на коже человека может накопиться заряд статического электричества в несколько сотен вольт. Этого бывает вполне достаточно для того, чтобы повредить электронные компоненты ПК.

Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, общее и местное увлажнение воздуха, регулярная влажная уборка помещения от пыли, использование покрытия полов с антистатической пропиткой.

### **7.2.9 Короткое замыкание**

При коротком замыкании происходят механические и термические повреждения электрооборудования, возгорания в электроустановках. Основной причиной возникновения коротких замыканий – нарушение изоляции электрооборудования.

Для реализации защиты от токов короткого замыкания применяются автоматические выключатели (АВ) или, за редким исключением, предохранители. Эти защитные аппараты отключают от питающей

электрической сети поврежденный участок (элемент), который послужил причиной возникновения аварийного режима работы, с целью исключения развития аварии и снижения негативных последствий [20].

### **7.3 Экологическая безопасность**

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, ртуть, никель и цинк, щелочи.

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

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части переплавляются для последующего производства;
- неметаллические части компьютера подвергаются специальной переработке.

В свою очередь утилизацию компьютера можно провести, как прибегая к использованию услуг профессиональных компаний по рециклингу, так и обратившись в местный муниципалитет по вопросу переработки электроники.

При утилизации комплектующих частей персонального компьютера, люминесцентных ламп, макулатуры происходит негативное воздействие на литосферу. Продукты жизнедеятельности персонала неблагоприятно влияют на гидросферу. А воздействие на атмосферу происходит в случае выделения токсических веществ при неправильной утилизации комплектующих ПЭВМ и при горении самого ПК.

На основании ГОСТ Р 55090-2012 использованная бумажная продукция собирается и отсортировывается, доставляется в соответствующие перерабатывающие предприятия [21].

Лампы относятся к особо опасной категории отходов. Лампы необходимо передать специализированной организации, которая занимается их

утилизацией. В Постановлении Правительства РФ №2314 указан порядок утилизации люминесцентных ламп [22].

#### **7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Наиболее распространенный источник чрезвычайной ситуации техногенного характера – пожар. К причинам пожаров в учебных лабораториях можно отнести короткие замыкания, возникающие из-за перенапряжений в сети, поврежденной изоляции, использование неисправного электрооборудования, а также применение обогревательных приборов открытого типа.

К мерам по предупреждению и профилактики пожаров в учебных лабораториях можно отнести:

1. Регулярная проверка электропроводки и оборудования. Это позволит своевременно выявить существующие проблемы и вовремя их устранить.

2. Использование только исправного оборудования. Если какой-то прибор вышел из строя, его необходимо отключить от электросети. Нельзя использовать сломанную технику даже до покупки новой.

3. Строгое соблюдение правил электробезопасности. Необходимо иметь автопредохранители, не допускать перегрузки и не использовать опасные устройства, такие как нагреватели открытого типа.

В учебных лабораториях обязательно должны быть схемы эвакуации во всех предусмотренных местах, свободные эвакуационные пути, средства самостоятельного пожаротушения: огнетушители, емкости с песком и т. п.

Ответственные за безопасность должны проинструктировать персонал и следить за выполнением предписаний. Все сотрудники должны пройти инструктаж по технике безопасности и следить за выполнением ее предписаний.

### **Вывод по разделу**

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) рабочее место пользователя ПК относится к помещению без повышенной опасности.

Согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок I группа по электробезопасности распространяется на лабораторных работников и оформляется за неэлектротехническим персоналом, работающим с электрооборудованием.

Категория тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 является Ia, энерготраты которой составляют до 139 Вт.

Согласно СП 12.13130.2009 учебная аудитория, где размещен пользователь, работающий за ПЭВМ, относится к категории В и считается пожароопасным. Такая классификация связана с наличием в учебно-лабораторных помещениях горючих и трудногорючих материалов и веществ, которые при контакте с воздухом горят без образования взрывоопасных смесей.

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

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

Цель данной НИ (ВКР) – разработка промышленного блокиратора пусковых кнопок, для предотвращения несанкционированной подачи энергии, при выполнении ремонтно-профилактических работ на оборудовании.

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

#### **8.1.1 Анализ конкурентных технических решений**

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

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

Конкурент 1: Блокиратор пусковых кнопок S2151, веб сайт:

<https://master-lock.org/catalog/push-button-switch-lock-out/s2151/>

Блокиратор пусковых кнопок S2151 – съемный блокиратор из прозрачного ударно-прочного ABS пластика. Обеспечивает блокировку пусковых кнопок, выключателей и коммутаторов диаметром до 50 мм и высотой до 45 мм. Состоит из съемного корпуса и кольца-основания, необходимого для крепления корпуса. В комплект поставки входят кольца-основания S2152 и S2154 по одной штуке. Адаптационное кольцо S2152 устанавливается под блокируемый объект, если есть такая возможность. В противном случае необходимо использовать самоклеющееся кольцо S2154. Дополнительные кольца можно приобрести в виде наборов S2152AST и S2154AST.

Возможно использование одного съемного корпуса на нескольких кнопках одной и той же панели, при условии, что каждая кнопка оснащена кольцом-основанием, и нет необходимости одновременной блокировки нескольких кнопок.

Конкурент 2: Блокиратор пусковых кнопок S2153, веб сайт:

<https://master-lock.org/catalog/push-button-switch-lock-out/s2153/>

Блокиратор пусковых кнопок S2153 – Стационарный блокиратор из прозрачного ударопрочного ABS пластика. Обеспечивает блокировку пусковых кнопок, выключателей и коммутаторов диаметром до 40 мм и высотой до 45 мм. Подходит, в том числе, к стандартным выключателям диаметром 22,5 и 30,5 мм. Основание блокиратора устанавливается под блокируемый объект. Крышка блокиратора на петлях.

Отличия и недостатки данных блокираторов пусковых кнопок от проектируемого блокиратора в том, что здесь нет возможности установки

блокиратора на две пусковые кнопки одновременно. При близком расположении кнопок, габариты блокираторов конкурентов не позволят установку. Диаметры представленных блокираторов представляют возможность блокировки до 50мм, проектируемый двух кнопок до 70 мм. Использование самоклеющихся колец для блокиратора в различных производственных средах является не надежным для установки. В комплект проектируемого блокиратора входят панели крепления.

Таблица 9 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
2. Трещиностойкость	0,11	5	4	4	0,55	0,44	0,44
3. Ударопрочность	0,14	4	4	4	0,56	0,56	0,56
4. Надежность	0,14	5	3	3	0,7	0,42	0,42
5. Простота изготовления	0,05	3	3	4	0,15	0,15	0,2
6. Эффективность работы	0,06	5	4	4	0,3	0,24	0,24
7. Безопасность	0,16	5	4	4	0,8	0,64	0,64
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена	0,12	4	3	4	0,48	0,36	0,48
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	4	0,28	0,21	0,21
3. Послепродажное обслуживание	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	<b>35</b>	<b>37</b>	<b>4,57</b>	<b>3,52</b>	<b>3,64</b>

Расчет конкурентоспособности определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j = 4,57$$

где  $K$  – конкурентоспособность проекта;  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_j$  – балл показателя.

Из таблицы 9 можем видеть, что разрабатываемый блокиратор превосходит существующие блокираторы пусковых кнопок по многим параметрам. Среди них: трещиностойкость, ударопрочность, надежность. В дальнейшем, для удержания продукта на рынке, необходимо совершенствовать эти параметры. Кроме того, разрабатываемый блокиратор может использоваться как для блокировки одной, так и двух пусковых кнопки.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

### 8.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которой описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Возможность блокировки одной или двух кнопок одновременно.	Сл1. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ.
С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Высокие требования к изготавливаемому оборудованию.
С3. Надежное крепление блокиратора.	Сл3. Отсутствие бюджетного финансирования.
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Вероятность получения брака.
С5. Отсутствие производства изготовления в России.	
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	У3. Удорожание материала изготовления.

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 11–14.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	-	-	+
	B2	-	+	+	-	-
	B3	+	-	-	+	-

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	+	-	+
	B2	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-

Таблица 13. Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	-	+	-
	У2	-	+	+	-	-
	У3	-	-	-	-	-

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	+	-	+
	У2	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 15.

Таблица 15 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b>  С1. Возможность блокировки одной или двух кнопок одновременно.  С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.  С3. Надежное крепление блокиратора.  С4. Экологичность технологии.  С5. Отсутствие производства изготовления в России.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b>  Сл1. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ.  Сл2. Высокие требования к изготавливаемому оборудованию.  Сл3. Отсутствие бюджетного финансирования.  Сл4. Вероятность получения брака.</p>
<p><b>Возможности</b>  В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.  В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.  В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>	<p><b>Направления развития</b>  В1С1С5. Возможность блокировки одной или двух кнопок одновременно является нововведением, в данное время производства изготовления в России отсутствует, для этого имеется возможность использования инновационной инфраструктуры ТПУ.  В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование надежных креплений блокиратора соответствует потенциальному спросу на новые разработки.  В3С1С4. Возможность блокировки одной или двух кнопок одновременно, а также экологичность технологии является основой для экспорта за рубеж и выход на мировой рынок.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b>  В1Сл2Сл4. Использование инновационного оборудования ТПУ, может уменьшить риск возникновения ошибки и предотвратить появления брака.</p>

<p><b>Угрозы</b></p> <p>У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.</p> <p>У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.</p> <p>У3. Удорожание материала изготовления.</p>	<p><b>Угрозы развития</b></p> <p>У1С2С4. Несмотря на снижение стоимости разработки конкурентов, наш блокиратор имеет лучшие механические свойства, при экологичной технологии, больше перспектив развития.</p> <p>У2С1С2С3. Наш блокиратор имеет надежное крепление и высокие механические свойства, что имеет значительный спрос на мировом рынке.</p>	<p><b>Уязвимости:</b></p> <p>У1Сл2Сл4. Введение контроля за процессом изготовления для снижения ошибок и исключения брака.</p>
---	---	--

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемого блокиратора преобладают над его недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

## 8.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 8.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ

осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Изучение литературы и конкурентных решений в данной сфере	Инженер
	4	Выбор метода блокировки	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проектирование блокиратора пусковых кнопок	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка чертежей для изготовления	Инженер
	7	Изготовление промышленного блокиратора пусковых кнопок	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Проведение расчетов и обоснований по теме ВКР	Инженер
	9	Анализ полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

### 8.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (8.1)$$

где  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{min}i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (8.2)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (8.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (8.3)$$

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

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

$k_{кал}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (8.4)$$

где  $T_{кал}$  – общее количество календарных дней в году;  $T_{вых}$  – общее количество выходных дней в году;  $T_{пр}$  – общее количество праздничных дней в году (2023 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 17.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ожж}$ , чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения работ	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Изучение литературы и конкурентных решений в данной сфере	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор метода блокировки	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ожг}$ , чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5. Проектирование блокиратора пусковых кнопок	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка чертежей для изготовления	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Изготовление промышленного блокиратора пусковых кнопок	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Проведение расчетов и обоснований по теме НИР	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Анализ полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
<b>Итого:</b>	7	59	15	84	13,5	68,5	68,5	102

*Примечание:* Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 18).

Таблица 18 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения работ	Исп1 Исп2	4	■											
3	Изучение литературы и конкурентных решений в данной сфере	Исп2	11		■										
4	Выбор метода блокировки	Исп2	6			■									
5	Проектирование блокиратора пусковых кнопок	Исп1 Исп2	7			■									
6	Подготовка чертежей для изготовления	Исп2	9				■								
7	Изготовление промышленного блокиратора пусковых кнопок	Исп2	25					■	■	■					
8	Проведение расчетов и обоснований по теме НИР	Исп2	18								■	■			
9	Анализ полученных результатов	Исп1 Исп2	5									■	■	■	
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13											■	■

Примечание: ■ – Исп. 1 (научный руководитель), ■ – Исп. 2 (инженер)

### 8.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для изготовительных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

#### 8.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты – это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при изготовлении промышленного блокиратора пусковых кнопок. Результаты расчета затрат представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты на изготовление промышленного блокиратора

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Черный ABS пластик Bestfilament	кг	0,2	3075	615
Красный ABS пластик Bestfilament	кг	0,25	3100	775
Клей-лак для FDM печати Bestfilament	л	0,25	2040	510
Радиатор для E3D V6 bowden 1.75	шт	2	290	580
Сопло Cyclop 0.2x1.75 мм M5 латунь	шт	2	165	330
Перчатки резиновые, технические	пар	1	12	12
<b>Итого:</b>				<b>2822</b>

### 8.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (8.5)$$

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

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (8.6)$$

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

Таблица 20 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	$H_A$ , %	Цена оборудования, руб.	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ПЭВМ-Asus	1	5	2,2	20	35000	1283
2	3D принтер Anycubic Kobra Plus	1	3	0,1	33	52000	143
<b>Итого:</b>						1426 руб.	

### 8.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата  $Z_{осн}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (8.7)$$

где  $З_{\text{он}}$  – среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$З_{\text{он}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{о}}} = \frac{55770 \cdot 10,3}{246} = 2335 \text{ руб} \quad (8.8)$$

где  $З_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $F_{\text{о}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня –  $M=11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней –  $M=10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$З_{\text{он}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{о}}} = \frac{12675 \cdot 11,2}{213} = 666,4 \text{ руб} \quad (8.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{np}} + k_{\text{о}}) k_p = 28600 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,2 = 55770 \text{ руб} \quad (8.10)$$

– для инженера:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{np}} + k_{\text{о}}) k_p = 6500 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,2 = 12675 \text{ руб} \quad (8.11)$$

где  $З_{\text{мс}}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{np}}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_{\text{о}}$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $k_p$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 21 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 22 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{mc}, руб$	$k_{np}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m, руб$	$Z_{дн}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$Z_{осн}, руб$
Руководитель	28600	0,3	0,2	1,3	55770	2335	13,5	31522,5
Инженер	6500	0,3	0,2	1,3	12675	666,4	68,5	45646,5
Итого:								77169

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 31522,5 = 4728,4 \text{ руб.} \quad (8.12)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 45646,5 = 6847 \text{ руб.} \quad (8.13)$$

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

### 8.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (31522,5 + 4728,4) = 10875,3 \text{ руб.} \quad (8.14)$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (45646,5 + 6847) = 15748 \text{ руб.} \quad (8.15)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

### 8.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 23 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
1426	2822	77169	11575,4	26623,3	119615,7

Величина накладных расходов определяется по формуле (8.16):

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{пр} = \left( \frac{119615,7}{5} \right) \cdot 0,2 = 4784,6 \text{ руб} \quad (8.16)$$

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

### 8.3.6 Бюджет НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ «Защита оборудования от несанкционированного включения» по форме, приведенной в таблице 24. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 24 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИР	2822	8608	9348	Пункт 8.2.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	1426	11054	8532	Пункт 8.2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	77169	77169	77169	Пункт 8.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11575,4	11575,4	11575,4	Пункт 8.2.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	26623,3	26623,3	26623,3	Пункт 8.2.3.4
6	Накладные расходы	4784,6	4784,6	4784,6	Пункт 8.2.3.5
Бюджет затрат НИР		124400,3	139814,3	138032,3	Сумма ст. 1- 6

#### **8.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

*Интегральный показатель финансовой эффективности* научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- 1) Блокиратор пусковых кнопок S2151;

2) Блокиратор пусковых кнопок S2153.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (8.17)$$

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

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 125343,7$  руб,  $\Phi_{\text{исп.1}} = 143356,7$  руб,  $\Phi_{\text{исп.2}} = 141836,7$  руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{124400,3}{139814,3} = 0.89$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{139814,3}{139814,3} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{138032,3}{139814,3} = 0.98$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

*Интегральный показатель ресурсоэффективности* вариантов выполнения НИР ( $I_{pi}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 25).

Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании блокиратора	0,15	4	4	4
2. Надежность	0,3	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,2	5	4	3
5. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	3	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,7$$

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 3,65$$

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 3,95$$

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

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр.}i}} \quad (8.18)$$

$$I_{\text{исп.}1} = \frac{4,7}{0,89} = 5,3, \quad I_{\text{исп.}2} = \frac{3,65}{1} = 3,65, \quad I_{\text{исп.}3} = \frac{3,95}{0,98} = 4,03.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 26).

Таблица 26 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,89	1	0,98
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,65	3,95
3	Интегральный показатель эффективности	5,3	3,65	4,03
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,68	0,75

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

## **Выводы по разделу**

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных промышленных блокираторов пусковых кнопок является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 124400,3 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,89, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,7, по сравнению с 3,65 и 3,95;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,3, по сравнению с 3,65 и 4,03, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы был проведен анализ литературных источников по статистическим данным аварийности работ. Показано, что ремонтно-профилактические работы имеют высокие показатели аварийности и травматизма. Были выявлены основные причины аварийности при выполнении ремонтных работ, а также проведен обзор методов снижения аварийности и травматизма.

Была предложена система обеспечения безопасности «Lockout-Tagout», которая позволяет исключить вероятность несанкционированного включения оборудования при выполнении ремонтных работ. Для улучшения данной системы, был проведен анализ промышленных блокираторов пусковых кнопок, после чего были выявлены слабые стороны существующих блокираторов.

По результатам работы был спроектирован и разработан промышленный блокиратор пусковых кнопок, имеющий ряд преимуществ относительно существующих блокираторов. Проведен анализ эффективности разработанного блокиратора. В разделе финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, выявлено, что данный блокиратор по сравнению со своими конкурентами является наиболее финансово- и ресурсоэффективным. Так же данный блокиратор является импорто- замещением существующих блокираторов.

## Список использованной литературы

1. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Электронный справочник терминов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/332iPq> (дата обращения 21.03.2023).
2. Федеральная служба по труду и занятости. Отчет о деятельности Федеральной службы по труду и занятости и ее территориальных органов в 2021 году. [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/33szZR> (дата обращения 22.03.2023).
3. Распоряжение Минтранса России «О введении в действие Пособия по охране труда» от 29.01.2003 г. N ОС-37-р. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032269> (дата обращения 22.03.2023).
4. Профилактика производственного травматизма на российских предприятиях. Онлайн журнал «Аттек». [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/34US7s> (дата обращения 24.03.23).
5. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 г. N528 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ"». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573219912> (дата обращения 24.03.23).
6. Приказ Минтруда России от 27.11.2020 г. N835н «Об утверждении "Правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями"». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573068704> (дата обращения 24.03.23).
7. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 № 883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573191722> (дата обращения 25.03.23).
8. Федеральный закон РФ от 27.07.2010 N 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за

причинение вреда в результате аварии на опасном объекте». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902228214> (дата обращения 26.03.23).

9. Оборудование для комплектации системы «ЛОТО». Центр промышленной маркировки. [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/34USJJ> (дата обращения 26.03.23).

10. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент Риска. Технологии оценки риска. – М.: «Русское Общество Управления Рисками». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170253> (дата обращения 26.03.23).

11. ТК РФ Статья 216. «Права работника в области охраны труда». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения 10.04.23).

12. ТК РФ Статья 100. Режим рабочего времени. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения 10.04.23).

13. ТК РФ Статья 86. Общие требования при обработке персональных данных работника и гарантии их защиты. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения 10.04.23).

14. ИПБОТ 360-2008. Инструкция по промышленной безопасности и охране труда для операторов и пользователей ПЭВМ и работников, эксплуатирующих ПЭВМ и видеодисплейные терминалы (ВДТ) (актуализированная редакция). [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200102149> (дата обращения 10.04.23).

15. СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда.

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

17. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (с Изменениями N 1, 2)

18. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП23-03-2003 (с Изменениями N 1, 2).

19. ТОИ Р-45-048-97. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах.

20. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1).

21. ГОСТ Р 55090-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги.

22. Постановление правительства РФ от 28.12.2020 г. «Об утверждении правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде».

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 27 – События, приводящие к ЧС с уровнем вероятности

№ п/п	События, приводящие к ЧС из-за несанкционированного включения при выполнении ремонтных работ на оборудовании	Вероят- ность, баллы
<b>Причины личностного фактора:</b>		
1.	Несанкционированный запуск оборудования при проведении ремонтных-профилактических работ;	5
2.	Некачественно проведенное ограждение опасных участков ремонтных работ;	3
3.	Допуск к ремонтным работам лиц, не имеющего соответствующего удостоверения и квалификационных навыков;	2
4.	Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;	5
5.	Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса;	5
6.	Допуск работников в состоянии алкогольного или наркотического опьянения к рабочему процессу;	1
7.	Пренебрежение нормами и правилами безопасности.	4
<b>Причины технического характера:</b>		
8.	Неисправности оборудования;	2
9.	Отсутствие блокирующих устройств;	6
10.	Отсутствие информационных знаков, бирок, плакатов;	5
11.	Неисправность системы сигнализации и блокировок.	4
<b>Причины организационного характера</b>		
12.	Отсутствие систем обеспечения безопасности при выполнении ремонтно-профилактических работ;	6
13.	Отсутствие надзора за выполнением ремонтных работ.	5
14.	Неправильная организация групповых работ	4
15.	Отсутствие обучения по безопасному введению ремонтных работ промышленного оборудования.	4

<b>Причины санитарно-гигиенического характера:</b>		
16.	Повышенный уровень шума;	1
17.	Неудовлетворительное освещение рабочего места.	2

Таблица 28 – События, приводящие к ЧС с уровнем вероятности

<b>№ п/п</b>	<b>События, приводящие к ЧС из-за несанкционированного включения при выполнении ремонтных работ на оборудовании</b>	<b>Вероятность, баллы</b>
<b>Причины личностного фактора:</b>		
1.	Несанкционированный запуск оборудования при проведении ремонтных-профилактических работ;	5
2.	Некачественно проведенное ограждение опасных участков ремонтных работ;	4
3.	Допуск к ремонтным работам лиц, не имеющего соответствующего удостоверения и квалификационных навыков;	2
4.	Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;	4
5.	Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса;	5
6.	Допуск работников в состоянии алкогольного или наркотического опьянения к рабочему процессу;	1
7.	Пренебрежение нормами и правилами безопасности.	5
<b>Причины технического характера:</b>		
8.	Неисправности оборудования;	3
9.	Отсутствие блокирующих устройств;	6
10.	Отсутствие информационных знаков, бирок, плакатов;	4
11.	Неисправность системы сигнализации и блокировок;	3
<b>Причины организационного характера</b>		
12.	Отсутствие систем обеспечения безопасности при выполнении ремонтно-профилактических работ;	5
13.	Отсутствие надзора за выполнением ремонтных работ.	5

14.	Неправильная организация групповых работ	3
15.	Отсутствие обучения по безопасному введению ремонтных работ промышленного оборудования	3
<b>Причины санитарно-гигиенического характера:</b>		
16.	Повышенный уровень шума;	1
17.	Неудовлетворительное освещение рабочего места;	2

Таблица 29 – События, приводящие к ЧС с уровнем вероятности

№ п/п	События, приводящие к ЧС из-за несанкционированного включения при выполнении ремонтных работ на оборудовании	Вероятность, баллы
<b>Причины личностного фактора:</b>		
1.	Несанкционированный запуск оборудования при проведении ремонтных-профилактических работ;	5
2.	Некачественно проведенное ограждение опасных участков ремонтных работ;	4
3.	Допуск к ремонтным работам лиц, не имеющего соответствующего удостоверения и квалификационных навыков;	3
4.	Нарушение алгоритма предварительной проверки целостности технологического оборудования;	4
5.	Нарушение регламентированного алгоритма технологического процесса;	4
6.	Допуск работников в состоянии алкогольного или наркотического опьянения к рабочему процессу;	1
7.	Пренебрежение нормами и правилами безопасности.	5
<b>Причины технического характера:</b>		
8.	Неисправности оборудования;	3
9.	Отсутствие блокирующих устройств;	6
10.	Отсутствие информационных знаков, бирок, плакатов;	5
11.	Неисправность системы сигнализации и блокировок;	3

№ п/п	События, приводящие к ЧС из-за несанкционированного включения при выполнении ремонтных работ на оборудовании	Вероят- ность, баллы
Причины организационного характера		
12.	Отсутствие систем обеспечения безопасности при выполнении ремонтно-профилактических работ;	5
13.	Отсутствие надзора за выполнением ремонтных работ.	5
14.	Неправильная организация групповых работ	3
15.	Отсутствие обучения по безопасному введению ремонтных работ промышленного оборудования	4
Причины санитарно-гигиенического характера:		
16.	Повышенный уровень шума;	1
17.	Неудовлетворительное освещение рабочего места;	1