

**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 20.04.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
Выстраивание барьерной логики при управлении рисками в области производственной безопасности

УДК 622.692.4.033:502.51:504.5:519.876

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ91	Керова Ольга Игоревна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

Консультант от ООО «Газпромнефть-Восток»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Главный специалист по охране труда	Суханова М.А.	-		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		

## Планируемые результаты освоения ООП «Управление комплексной техносферной безопасностью»

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Общекультурные (универсальные) компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языках (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определить и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способность структурировать знания, готов к решению сложных и проблемных вопросов
ОПК(У)-2	Способность генерировать новые идеи, их отстаивать и целенаправленно реализовывать
ОПК(У)-3	Способность акцентированно формулировать мысль в устной и письменной форме на государственном языке Российской Федерации и на иностранном языке
ОПК(У)-4	Способность организовывать работу творческого коллектива в обстановке коллективизма и взаимопомощи
ОПК(У)-5	Способность моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать
<b>Профессиональные компетенции выпускников</b>	
ПК(У)-8	Способность ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области
ПК(У)-9	Способность создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания
ПК(У)-10	Способность анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных задач
ПК(У)-11	Способность идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов
ПК(У)-12	Способность использовать современную измерительную технику, современные методы измерения
ПК(У)-13	Способность применять методы анализа и оценки надежности и техногенного риска
ПК(У)-14	Способность организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельность предприятия в режиме чрезвычайной ситуации
ПК(У)-15	Способность осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях
ПК(У)-16	Способность участвовать в разработке нормативно-правовых актов по вопросам техносферной безопасности
ПК(У)-17	Способность к рациональному решению вопросов безопасного размещения и применения технических средств в регионах
ПК(У)-18	Способность применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок
ДПК(У)-1	Способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки

**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 20.04.01 Техносферная безопасность  
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 20.04.01 Техносферная  
 безопасность  
 \_\_\_\_\_ Ю.В. Анищенко  
 15.03.2021 г.

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ91	Керовой Ольге Игоревне

Тема работы:

Выстраивание барьерной логики при управлении рисками в области производственной безопасности
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 27-39/с от 27.01.2021
---	-------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	7.06.2021 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 особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>1. Литературные данные                  2. Отчет по производственной практике                  3. Результаты НИРС</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i></p>	<p>1. Изучение процесса управления рисками, существующих методов оценки риска, а также методов концепции «барьеров безопасности»                  2. Анализ нормативной литературы в области оценки профессионального риска и охраны труда</p>

<i>работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	3. Проведение оценки профессионального риска на рабочем месте моториста цементирующего агрегата при выполнении работ на высоте и выявление непосредственных и системных причин опасных событий 4. Предложение мероприятий по уменьшению уровня риска посредством установления «барьеров безопасности»
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	-

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
<b>Социальная ответственность</b>	Федорчук Ю.М., профессор
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Гасанов М.А., профессор
<b>Раздел ВКР на иностранном языке</b>	Денико Р.В., доцент

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Раздел 1.3. Барьеры безопасности: понятие, классификация, обзор зарубежной литературы

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	15.03.2021 г
---	--------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		15.03.2021 г

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ91	Керова Ольга Игоревна		15.03.2021 г

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

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность  
Уровень образования магистратура  
Отделение контроля и диагностики  
Период выполнения весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация
--------------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	7.06.2020 г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
22.03.2021 г.	Разработка раздела «Введение»	10
05.04.2021 г.	Разработка раздела «Литературный обзор»	10
19.04.2021 г.	Разработка раздела «Практическая часть»	20
24.05.2021 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», раздел на английском языке	10
04.06.2021 г.	Оформление ВКР	10
11.06.2021 г.	Представление ВКР	40

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		15.03.2020

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		15.03.2020

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ЕМ91	Керова Ольга Игоревна

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.01 Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности проекта

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

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. Временные показатели проведения научного исследования
5. График проведения и бюджет НТИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	26.02.2021г.
---	--------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор	Гасанов М.А.	д.э.н.		26.02.2021г.

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1ЕМ91	Керова Ольга Игоревна		26.02.2021г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1EM91	Керова Ольга Игоревна

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/ специальность</b>	20.04.01 Техносферная безопасность

**Тема дипломной работы: «Выстраивание барьерной логики при управлении рисками в области производственной безопасности»**

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Оценка профессионального риска на рабочем месте, а также анализ возможных происшествий посредством применения барьерной логики. Установка барьеров, выступающих в роли мероприятий по предотвращению и уменьшению риска.</i></p> <p><i>Область применения: охрана труда и промышленная безопасность.</i></p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>• действие фактора на организм человека;</li> <li>• приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>• предлагаемые средства защиты;</li> <li>• (коллективной защиты, индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>• электробезопасность (в т.ч. статическое электричество);</li> <li>• пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>1. Производственная безопасность</p> <p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры;</li> <li>• Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</li> <li>• Недостаточная освещенность; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ;</li> <li>• Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</li> <li>• Напряженность работы</li> </ul> <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R<sub>заземления</sub>, СКЗ, СИЗ;</li> <li>• Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение</li> </ul>

	применения; Приведена схема эвакуации.
<b>2. Экологическая безопасность:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>• анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>• анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>• разработка решений по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<b>2. Экологическая безопасность</b> Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, обрезки монтажных проводов) и способы их утилизации;
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>• выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>• разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>• разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b> Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 3.1 Природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 3.2 Техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
<b>4. Перечень нормативно-технической документации</b>	ГОСТы, СанПиНы, СНИПы

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		26.02.2021г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ91	Керова Ольга Игоревна		26.02.2021г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 149 с., 21 рис., 42 табл., 45 источников, 1 прил.

Ключевые слова: производственная безопасность; охрана труда; оценка риска; идентификация опасности; работы на высоте; барьеры безопасности.

Объектом исследования является система управления профессиональными рисками при работе на высоте.

Цель работы магистерской диссертации является разработка метода повышения безопасности работ на высоте, основанного на риск-ориентированном подходе и концепции «барьеров безопасности».

В процессе исследования проводился анализ выполнения работ на высоте, оценка риска на рабочем месте при работах на высоте, применение барьерной логики в управлении риском.

В результате исследования был предложен способ управления рисками при работе на высоте на основе барьерной логики.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Степень внедрения: применение на практике.

Область применения: система управления охраной труда.

Экономическая эффективность/значимость работы заключается в возможности управлять профессиональными рисками, что позволит предотвратить возможные опасные события, тем самым снизить социальные и экономические потери.

В будущем планируется соотнесение критериев оценки риска с конкретными производственными процессами на рабочем месте, что позволит снизить субъективность оценки риска.

## Содержание

Введение.....	11
1. Литературный обзор .....	13
1.1 Риск-ориентированный подход в управлении безопасностью .....	13
1.2. Обоснование выбранных методов оценки рисков .....	26
1.3. Барьеры безопасности: понятие, классификация, обзор зарубежной литературы.....	32
2. Практическая часть .....	43
2.1. Анализ причин несчастных случаев при работах на высоте.....	43
2.2. Оценка риска на рабочем месте при работах на высоте.....	44
2.3. Управление рисками при выполнении работ на высоте.....	53
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	76
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	76
3.2 Инициация проекта.....	83
3.3. Планирование управления научно-техническим проектом .....	85
3.4 Бюджет научного исследования.....	90
3.5. Организационная структура проекта.....	95
3.6. План управления коммуникациями проекта.....	96
3.7 Реестр рисков проекта .....	97
3.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	98
3.9 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	105
4. Социальная ответственность .....	109
4.1. Производственная безопасность .....	109
4.2. Экологическая безопасность .....	124
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	130
Заключение .....	132
Список публикаций.....	133
Список литературы .....	134
Приложение А Раздел 1.3. Safety barriers: concept, classification, foreign sources review .....	139

## Введение

Падение с высоты по данным здравоохранения на 2021 год остается наиболее частой причиной профессионального травматизма [1]. По данным Евростата [2] в малых организациях работники получают травмы чаще, чем в крупных организациях, что связано с недобросовестностью работодателей, проявляющейся в организации опасных работ без оценки рисков, контроля, а порой несмотря на невозможность выделения достаточного количества средств на полноценную организацию безопасности.

В связи с необходимостью обновления и уточнения правил по охране труда, увеличением случаев профессионального травматизма, а также с целью сокращения количества НПА с января 2021 года утверждены новые правила по охране труда. В их числе правила по охране труда при работах на высоте, которые вносят множество уточнений, в возникающие до этого разногласия формулировок, а также ужесточают порядок обучения и проведения работ на высоте. Одним из введений стало изменение организации работ на высоте, зависящей теперь от уровня риска, установленного в ходе оценки профессиональных рисков [3].

В данной работе предлагается внедрение в систему безопасности организации методики оценки профессионального риска выполнения работ на высоте на основе предложенного метода оценки риска, а также упорядоченных процедур установлении «барьеров безопасности» на конкретное рабочее место, для снижения вероятности происшествия и уменьшения тяжести последствий, связанных с падением с высоты. Использование данных процедур продемонстрировано на рабочем месте моториста цементировочного агрегата, производившего работы на высоте.

Несмотря на то, что универсального определения барьерам безопасности не существует, они всегда рассматривались как физические или нефизические объекты защиты активов от негативного воздействия. На базе барьеров безопасности разработано много методик по оценке и управлению рисками в различных отраслях деятельности. В большинстве это

полуколичественные методы, которые позволяют наглядно продемонстрировать причинно-следственные связи между угрозами, опасным событием и последствиями и эффективно применить мероприятия по управлению. Систематический обзор различных классификаций и исследование конкретных примеров их применения позволят сформировать общее представление о концепции барьеров и предоставить возможность разработать другие варианты применения данной концепции на практике [4].

Целью работы является разработка метода повышения безопасности работ на высоте, основанного на риск-ориентированном подходе и концепции «барьеров безопасности».

Задачи работы:

1. Проанализировать нормативную литературу в области оценки профессионального риска и охраны труда.

2. Изучить процесс управления рисками, существующие методы оценки риска, а также методы концепции «барьеров безопасности».

3. Провести оценку профессионального риска на рабочем месте моториста цементировочного агрегата при выполнении работ на высоте и выявить непосредственные и системные причины опасных событий.

4. Предложить мероприятия по уменьшению уровня риска посредством установления «барьеров безопасности».

## **1. Литературный обзор**

### **1.1 Риск-ориентированный подход в управлении безопасностью**

#### **1.1.1. Профессиональный риск с позиции нормативно правовой базы в РФ**

Согласно Концепции демографической политики РФ, в срок до 2025 года [5], которая действует в настоящее время, необходимо сократить уровень смертности граждан трудоспособного возраста. При этом решение гласит об экономической мотивации в пользу улучшения условий труда, а также о переходе в системе охраны труда к управлению профессиональными рисками, что должно способствовать сокращению несчастных случаев на производстве, случаев профессиональных заболеваний.

Обязанности по обеспечению безопасных условий труда, а также по созданию и успешному функционированию системы охраны труда возложены, как известно, на работодателя в соответствии со ст. 212 ТК РФ. Система управления охраной труда следуя ст. 209 ТК РФ определяет комплекс взаимосвязанных между собой элементов, которые утверждают политику и цели в области охраны труда у конкретного работодателя и процедуры по достижению этих целей [6].

В соответствии с Типовым положением о СУОТ [7] работодатель в рамках системы управления охраной труда обязан включить раздел о процедуре управления профессиональными рисками (включая информирование работников об уровнях данных рисков). В рамках данной процедуры работодатель исходя из специфики своей деятельности, реализует три основных этапа: «идентификация опасностей», «оценка риска: определение степени риска и допустимости риска», «разработка мер по управлению рисками». В приказе Роструда от 21.03.2019 №77 [8] представлен перечень документов, который необходимо разработать в организации в ходе реализации системы управления рисками и который при возникновении несчастного случая запросит инспекция труда.

Следовательно, в организации законодательно определено создание в рамках системы управления безопасностью системы управления профессиональными рисками, степень которых зависит от рода занятия организации, а также от специфики должности работника.

В нормативном поле одно из общих определений профессионального риска можно найти в ст. 209 ТК РФ: «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных настоящим Кодексом, другими федеральными законами» [6]. Профессиональный риск связан с профессиональными заболеваниями или профессиональными травмами.

Определение непосредственно самого термина риск можно процитировать из Межгосударственного стандарта ГОСТ 12.0.002–2014 [9]: «название и мера случайного причинения вреда, совокупно сочетающая степень возможности причинения вреда и степень его медицинской, или технической, или социально-экономической значимости (тяжести)», что подчеркивает сочетание возможности и значимости определенного события.

Оценка риска в рамках риск-ориентированного подхода управления безопасностью это достаточно эффективный метод обеспечить работодателя и рабочих знаниями и защитой от потенциальной опасности и, как следствие, снизить уровень травматизма, количество несчастных случаев и количество работников, трудящихся во вредных условиях труда. В связи с этим с 2021 года нормативно-правовая сфера охраны труда претерпела значительные изменения, связанные с уточнением особенностей управления и регламентирования многих отраслей деятельности. А именно изменения заключаются в выходе новых правил по охране труда, часть которых уделяет особое внимание оценке рисков. В большинстве вышедших новых правил в разделе I. «Общие требования» можно увидеть пункт, обязывающий проведение оценки уровня профессионального риска: «работодатель в

зависимости от специфики своей деятельности и исходя из *оценки уровня профессионального риска* вправе:

- устанавливать дополнительные требования безопасности, не противоречащие Правилам. Требования охраны труда должны содержаться в соответствующих инструкциях по охране труда, доводиться до работника в виде распоряжений, указаний, инструктажа;
- в целях контроля за безопасным производством работ применять приборы, устройства, оборудование и (или) комплекс (систему) приборов, устройств, оборудования, обеспечивающие дистанционную видео-, аудио или иную фиксацию процессов производства работ.»

Особое внимание уделили правилам по охране труда – приказ № 782н "Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте" [3], заменяющие приказ № 155н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте». В данных правилах фигурирует множество изменений и уточнений ранее сложно интерпретируемых формулировок. А также конкретное указание о проведении оценки рисков изложено в п. 4 ПОТ при работе на высоте [3]: «работодатель, исходя из специфики своей деятельности и характеристик объекта, обязан в рамках процедуры управления профессиональными рисками системы управления охраной труда провести оценку профессиональных рисков, связанных с возможным падением работника с высоты в соответствии с классификацией работ на высоте, указанной в пункте 3 Правил». В соответствии с данным пунктом работодатель обязан провести оценку риска, а также в результате проведенной оценки при необходимости, работодателю необходимо определить меры по уменьшению уровня данного риска.

В дополнение к вышеизложенному организация работ на высоте теперь осуществляется в зависимости от того, насколько высок риск падения. Так, для работы с высоким риском падения с высоты в требования к работам входит [3]:

- выдача наряда допуска, регистрация его в журнале (оформление плана производства работ);
- разработка плана производства работ (ППР);
- назначение ответственного руководителя работ;
- проведение целевого инструктажа каждому члену бригады;
- подготовка рабочего места и допуск к работам ответственным руководителем работ и ответственным исполнителем;
- применение систем обеспечения безопасности работающих (ограждения, страховочные привязи или другие средства коллективной защиты, указанные в ППР).

При допустимом минимальном риске падения группа работ на высоте не присваивается и наряд-допуск можно не оформлять (разрабатывается технологическая карта (ТК)). Однако если в организации еще не проведена оценка рисков, то необходимо все работы, связанные с высотой признавать работами с высоким риском [3].

Следует подчеркнуть, что единых требований о способе и методе проведения оценки риска еще нет, а это значит, что на основе предложенных ГОСТами методик работодатель вправе выбрать наиболее подходящую под специфику его организации методику оценки риска.

Таким образом в соответствии с рассмотренными нормативными актами работодатель обязан проводить управление профессиональными рисками на рабочих местах организации.

### **1.1.2. Управление риском**

Управление риском состоит в заблаговременном выявлении связанных с риском опасностей, влияющих факторов и принятии мер по снижению риска путем целенаправленного изменения этих факторов с учетом эффективности принимаемых мер. Управление риском включает систему мероприятий, осуществляемых как до проявления негативного события, так и после его реализации. Таким образом, под термином "управление риском" понимают

разработку и обоснование оптимальных программ деятельности, призванных эффективно реализовать решения в области обеспечения безопасности. Главный элемент такой деятельности – процесс оптимального распределения ограниченных ресурсов на исключение или снижение различных видов риска в целях достижения такого уровня защищенности населения, организаций и окружающей среды, какой только возможен с учетом экономических и социальных факторов [10].

Управление риском включает в себя реализацию последовательных этапов [11]:

1. Оценка риска:
  - анализ риска;
  - оценивание риска;
2. Мероприятия по снижению риска.
3. Мониторинг и пересмотр.

Представим данные этапы в виде подробной схемы (Рисунок 1.1).

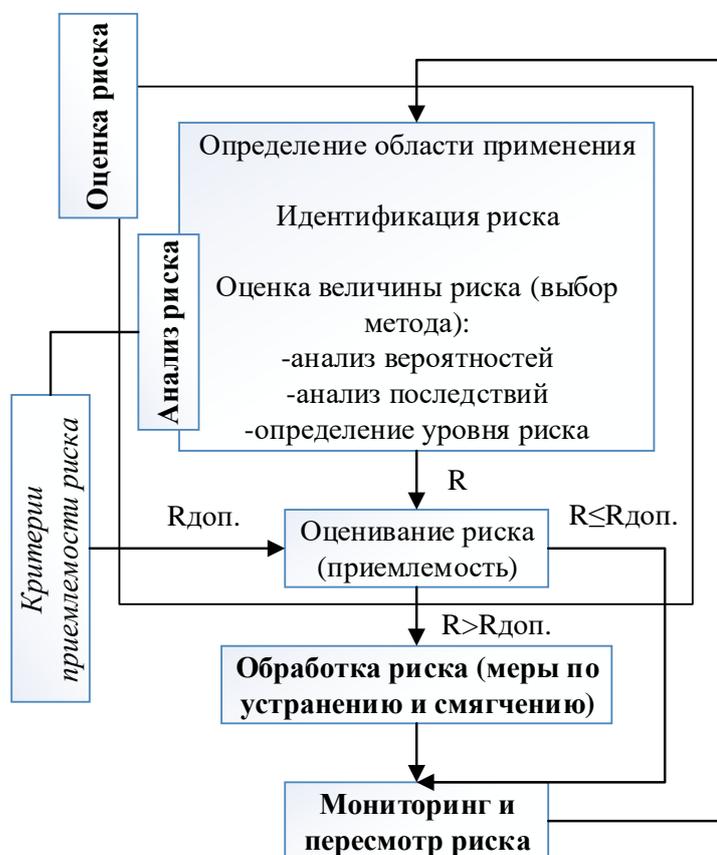


Рисунок 1.1 – Этапы управления риском [11]

Оценка риска делится на анализ риска и на оценивание уровня риска в зависимости от критериев приемлемости.

*Анализ риска* – это процесс изучения природы и характера риска и определение его уровня. На данном этапе посредством различных методов анализа риска необходимо ответить на вопросы: «Что может произойти?», «Какова возможность возникновения негативного события?», «Какие могут быть последствия?» [10].

В рамках определения области применения устанавливаются и обосновываются цели и задачи анализа риска. Определяются причины, факторы, проблемы, создающие необходимость в проведении анализа. Также необходимо определить глубину (детальность) анализа риска с учетом целей и задач, финансовых ресурсов, выделенных на проведение анализа, ограничений исходных данных об объекте [10].

Для проведения анализа риска создается группа исполнителей. Как правило, в рабочую группу входит административно-управленческий персонал, специалист по охране труда и промышленной безопасности и представитель профсоюзной организации работников учреждения. Рабочая группа утверждается руководителем предприятия приказом об идентификации опасностей и оценки риска. Рабочей группе необходимо описать объект анализа, источники информации об объекте анализа, условия окружающей среды, виды энергии, материалов, оборудования, находящихся на данном объекте и другое, а также выбрать и обосновать методы анализа риска и определить критерии приемлемости риска, с которыми будет сравниваться оцениваемый риск [10].

Следующим этапом подбирается методика оценки риска. На сегодняшний день не существует универсальной методики по управлению (оценке) рисков. Предприятия и организации руководствуются рекомендациями, которые предоставляются государством. Методы оценки риска подбираются в зависимости от специфики той или иной деятельности организации, масштаба оценки – для предприятия в целом, для каждого

подразделения или для отдельной должности (профессиональные риски). Для выбора методики в данной работе воспользуемся стандартом ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» [10].

В пределах методики оценки риска последовательно осуществляются следующие действия: идентификация опасностей, анализ вероятностей, анализ последствий и определение уровня риска.

*Идентификация опасностей* есть процесс обнаружения, распознавания и описания опасностей. Результатом данной процедуры должно стать [12]:

- перечень нежелательных событий;
- описание источников опасности, факторов риска, условий возникновения и развития нежелательных событий.

*Анализ вероятностей* – определение частоты нежелательного события, выявленного на стадии идентификации опасностей. Для определения частоты события рекомендуется использовать статистические методы, логические методы анализа (методы отказов/причин), экспертные оценки (учет мнения специалистов в данной области).

*Анализ последствий* заключается в оценке воздействия на людей, имущество и (или) природную среду, которое вызвано опасным событием. Анализ последствий может:

- описывать любые последствия, являющиеся результатом нежелательных событий;
- учитывать существующие меры, направленные на смягчение последствий;
- учитывать немедленные и отдаленные последствия;
- учитывать вторичные последствия, распространяющиеся на смежное оборудование и системы.

*Оценивание уровня риска* – процесс сравнения результатов анализа риска с критериями риска для определения приемлемости риска. Критерием риска в данном случае будет называться признак, по сопоставлению с которым оценивают значимость риска.

После определения уровня риска, дается оценка приемлемости данному уровню риска в соответствии с концепцией ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Для каждой области могут устанавливаться свои критерии приемлемости риска.

Следующий этап управления риском – *обработка риска* – процесс модификации (уменьшения риска). Здесь определяются и реализуются меры для изменения вероятности возникновения опасного события и (или) его последствий таким образом, чтобы уровень риска стал приемлемый.

На Рисунке 1.2 представлена иерархия эффективности мер по снижению риска.



**Рисунок 1.2 – Иерархия мер контроля рисков [10]**

Также мы можем принять действия по уклонению от риска, которые включают в себя отказ от риска (устранение опасного события, прекращение деятельности, относительно которой оценивался риск) и устранение источников риска (исключение причины появления данного риска). Действия по управлению риском включают в себя снижение уровня опасности источника риска или смягчение последствий. Также в рамках управления риском существуют возможности передачи рисков из одной части системы в другую с целью снижения общего риска в системе (страхование, договор и др.) [10].

Выбор мероприятий по управлению рисками зависит от многих факторов – от технической выполнимости, ожидаемой выгоды, затрат, рисков при реализации и др.

Заключительный этап в процессе управления рисками – *мониторинг и пересмотр риска*. На данном этапе проводится постоянная проверка и наблюдение для выявления изменений, с целью организации повторной оценки риска при необходимости.

### **1.1.3. Оценка риска как элемент культуры безопасности**

*Процедуры оценки риска и культура безопасности.* К причинам многочисленных аварий по результатам расследований причисляли отсутствие культуры безопасности или ее неразвитость. Культура безопасности – это то, насколько осознанно люди подходят к вопросам своей безопасности и безопасности окружающих. Но не раз устраняя данную причины в неразвитости культуры предлагались мероприятия, предполагающие распоряжения разработать, внедрять и поддерживать в рабочем состоянии процедуры для постоянной идентификации опасности, оценке риска и определения необходимых методов управления [13].

Конечно процедуры в систему управления внедрять необходимо, однако одни процедуры не позволяют обеспечить непрерывность процесса и вовлечение в него каждого работника, что является неотъемлемой частью работоспособности предложенных методов. Другими словами, работник во время выполнения своей работы не должен забывать о возможности наступления неблагоприятных событий – ему необходимо постоянно производить оценку риска, принимая меры по его устранению [13].

На примере компании Tata Steel Europe (ранее Corus Steel), (Великобритания и Нидерланды) – одной из крупнейших производителей стали, можно увидеть положительный опыт постоянной оценки риска. С 2007 года в процессы управления компании внедрили индивидуальные карты профессиональных рисков, позволяющие оценить риски, которым

подвержены работники на своем рабочем месте. В результате, по истечению первых двух лет после внедрения несчастные случаи в организации прекратились. Это позволило как сократить издержки компании, так и выйти на новый уровень в обеспечении безопасности работников, где жизнь работника – приоритет [13].

Как показывает практика, когда мы начинаем что-то делать, мы начинаем в этом разбираться и вовлекаться в процесс. Так, при принятии решения в организации непрерывно оценивать риск следует объяснить каждому работнику как это делается и, когда он попробует, ему станет понятнее зачем он это делает – а это важный фактор на пути к успеху. Внедрение методов оценки риска на рабочих местах может стать большим шагом в развитии культуры безопасности.

В данной работе предлагается один из таких методов, позволяющий оценить безопасность для каждого работника – составление анкет допуска к работам для отдельного рабочего места, составленных на основе оценки профессионального риска.

*Принятие решения с учетом риска.* Принятие решений в условиях неопределенности основано на том, что вероятности различных вариантов развития событий неизвестны. Каждой ситуации задана определенная вероятность осуществления, а также определенный ущерб или последствия. Принимая решение, мы всегда рискуем, поскольку нельзя исключить возможность нежелательных событий. Но можно сократить вероятность или тяжесть от их проявления. Для этого необходимо спрогнозировать дальнейшее развитие событий, в частности, последствия принимаемых решений. Это знание позволяет взвесить каждое решение и выбрать для реализации ситуацию с наименьшим уровнем риска [14, 15].

Основа, на которой принимаются решения и определяются дальнейшие действия, зависит от [16, 17]:

- способа анализа риска;
- результатов, которые необходимо получить от анализа;

- наиболее подходящих для использования технологий оценки.

Поэтому критерии, которые необходимо принимать во внимание при принятии решений, включая критерии риска, должны быть проанализированы до проведения оценки. Критерии могут быть качественными или количественными. В некоторых случаях не могут быть использованы явные критерии, и причастные стороны используют свое суждение для ответа на результаты анализа [17].

В чрезвычайных ситуациях каждому работнику необходимо принимать решения, за каждым решением последуют определенные последствия. Если работник оценил риски до начала работ, то возможно он предлагает и может спрогнозировать, что может произойти в том или ином случае, а значит и предполагает – что он будет делать при реализации данных прогнозов. Вопрос стоит лишь в том насколько развита в нем культура безопасности, которая поможет привести его к правильным выводам и правильным действиям в условиях риска.

*Приемлемость риска.* Следующий вопрос при принятии решения строится следующим образом: какой риск считать приемлемым, когда мы принимаем решение о выборе ситуации с определенным уровнем риска? Вопрос о принятии или непринятии риска зависит от определения оптимального риска для каждой ситуации.

Традиционный подход к обеспечению безопасности базируется на концепции «абсолютной безопасности». Ее суть сводилась к стремлению сделать технику и техносферу абсолютно безопасной для людей и предполагала внедрение всех мер защиты, которые практически осуществимы. Однако сейчас люди пришли к пониманию, что абсолютная безопасность недостижима или связана с огромными, подчас неоправданными для общества финансовыми затратами. Кроме того, требование абсолютной безопасности, подкупающее своей гуманностью, оборачивается трагедией для людей, потому что обеспечить нулевой риск в действующих системах

невозможно, и человек должен быть ориентирован на возможность возникновения опасной ситуации [18, 19].

Поэтому в промышленно развитых странах начиная с конца 70-х - начала 80-х гг. XX в. в исследованиях, связанных с обеспечением безопасности, начался переход от концепции абсолютной безопасности к концепции приемлемого (допустимого) риска – ALARA (аббревиатура от as low as reasonably achievable, т.е. «настолько низко, насколько это достижимо в пределах разумного»), суть которой заключается в снижении опасности до такого низкого уровня, который приемлет общество в данный период времени. Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет некоторый компромисс между требуемым уровнем безопасности и возможностями его достижения. Приемлемым риском называется такой уровень опасности, с которым на данном этапе развития общества можно смириться – такой низкий уровень смертности, травматизма или инвалидности людей, который не влияет на показатели безопасности предприятия, отрасли экономики или государства. Уровни риска, которые считаются приемлемыми, сильно варьируют в различных областях человеческой деятельности. Неприемлемый риск — максимальный риск, выше которого необходимо принимать меры по его устранению. Неприемлемый риск имеет вероятность реализации негативного воздействия более  $10^{-3}$ , приемлемый — менее  $10^{-6}$  [18, 19].

Вопрос о приемлемости риска также тесно связан с управлением риска, то есть с предпринимаемыми действиями после его оценки.

*План управления неприемлемыми рисками.* В ходе идентификации профессиональных рисков (в рамках реализации соответствующей процедуры СУОТ) выявленные опасности несут в себе разную вероятность наступления и тяжесть последствий. Чтобы предотвратить наступление наиболее пагубных, составляется план управления неприемлемыми рисками [20].

Этот план строится согласно следующим правилам [19]:

1. Иерархия целей и мероприятий по их достижению определяется исходя из принципа «максимальный результат при минимальных затратах ресурсов с учётом фактора времени».
2. В отдельных случаях более целесообразно принять к исполнению мероприятие, требующие больших затрат, однако обеспечивающие улучшение условий труда большему количеству работников (или снижение неприемлемых рисков, несущих наиболее пагубные воздействия).
3. План согласуется с заинтересованными работниками, утверждается руководителем предприятия, доводится до сведения всех работников, занятых на соответствующих работах и хранится 5 лет.

Примерный план можно представить следующим образом, изображенным в таблице 1.1.

*Таблица 1.1 – План управления неприемлемыми рисками СУОТ [19]*

Пункт политик и	Описание риска	Цель	Наименование мероприятия	Исполнитель	Сроки выполнения	Затраты	Отметка о выполнении
I структурное подразделение организации							
...	...	...	...	...	...	...	...
II структурное подразделение организации (и другие)							
...	...	...	...	...	...	...	...

После выполнения каждого из мероприятий, указанных в плане, специальная комиссия, составленная и назначенная руководством, выполняет оценку (насколько полно оно устраняет неприемлемый риск) реализованного мероприятия и составляет соответствующий акт. Такие мероприятия становятся мерами управления профессиональными рисками, а риск, на который было направлено мероприятие, переходит в категорию приемлемых [19].

После выбора защитных мер и снижения уровня риска в результате применения защитных мер всегда будут иметь место остаточные риски,

поскольку система не может быть абсолютно безопасной. Эти остаточные риски должны оцениваться организацией как приемлемые или неприемлемые. Такая оценка может быть осуществлена путем рассмотрения потенциальных неблагоприятных воздействий на сферу деловой деятельности, которые могут быть вызваны остаточными рисками. Очевидно, что существование неприемлемых рисков нельзя допускать без дальнейшего их обсуждения. Необходимо управленческое решение о допустимости таких рисков в связи с имеющимися ограничениями (например, по затратам средств или невозможности предупреждения рисков, тем не менее планы восстановительных работ на случай подобных катастроф могут быть подготовлены) либо необходимо предусмотреть дополнительные и, возможно, дорогостоящие меры защиты для снижения уровня неприемлемых рисков [18].

## **1.2. Обоснование выбранных методов оценки рисков**

### **1.2.1 Метод оценки профессионального риска**

Для оценки профессионального риска в данной работе необходимо подобрать такой метод, который мог бы легко интегрироваться в предлагаемую систему безопасности. В нашем распоряжении любые подходящие и рекомендуемые методы оценки риска в связи с тем, что утвержденного законодательством метода оценки профессионального риска нет. Рассмотрим некоторые прямые качественные и количественные методы оценки риска для здоровья работников пользуясь стандартом ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» [10], которые потенциально могут быть использованы в этой работе (Таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Обзор потенциальных прямых методов оценки профессионального риска

№ п/п	Название метода	Краткое описание	Преимущества для использования в данной работе	Основания для неиспользования
1.	Матричный метод	Предполагает расположение ранжированных показателей ущерба и вероятности в виде таблицы (матрицы).	Простота осуществления оценки риска	Абсолютная субъективность – невозможность объективного сопоставления качественных показателей оценки с конкретными действиями/событиями на рабочем месте
2.	Метод Байеса	Основан на математическом аппарате теории вероятностей. Известная заранее информация об источнике опасности и рисках объединяется с последующими измерениями или оценками для определения полной вероятности наступления несчастного случая или профессионального заболевания.	Снижение степени субъективности оценки	Нет количественных данных и информации о возможных рисках перед началом использования метода
3.	Метод Дельфи	Сбор общего мнения на основе анонимного опроса группы экспертов	Большая вероятность получения объективной оценки при идентификации опасностей и качественной оценки рисков	Высокая трудоемкость
4.	Метод Элмери	Наблюдение за производственной средой и анализ производственного процесса	Возможность достоверной идентификации опасностей на рабочем месте	Невозможность проведения идентификации различных опасностей на рабочем месте; невозможность оценить значимость выявленного риска

*Продолжение таблицы 1.2 – Обзор потенциальных прямых методов оценки профессионального риска*

5.	Метод Файна и Кинни	Основан на комбинации характера воздействия вредного фактора на рабочем месте, вероятности повреждения здоровья работников и тяжести последствий воздействия опасности на здоровье работников.	Наглядность результатов оценки; возможность подбора подходящих для работы таблиц с балльными оценками факторов; простое внедрение для любой сферы деятельности	-
----	---------------------	--	--	---

Таким образом для оценки профессионального риска на рабочем месте был выбран метод «Файн-Кинни». Метод включает в себе оценку риска отдельного работника и основан на определении трех составляющих по каждой опасности: вероятности происхождения нежелательного события, частоты воздействия (характера воздействия) и последствий (Таблица 1.3) [21].

*Таблица 1.3 – Балльные оценки вероятности, частоты и тяжести последствий (6 градаций)*

<b>Тяжесть</b>		<b>Воздействие опасности</b>		<b>Вероятность</b>	
<b>Баллы</b>	<b>Описание тяжести последствий</b>	<b>Баллы</b>	<b>Характер воздействия опасности</b>	<b>Баллы</b>	<b>Прогноз вероятности несчастного случая</b>
1	Микротравма	0	Никогда	0	Абсолютно невозможно
3	Несчастные случаи с легким исходом с оформлением листа временной нетрудоспособности	1	В среднем – 1 раз в год	0,2	Почти невозможно
7	Несчастные случаи с тяжелым исходом с оформлением листа временной нетрудоспособности. Установление групп инвалидности.	2	В среднем – 1 раз в месяц	1	Маловероятно
15	Групповые несчастные случаи с тяжелым исходом. Смертельные случаи	3	В среднем – 1 раз в неделю	3	Нехарактерно, но возможно

Продолжение таблицы 1.3 – Балльные оценки вероятности, частоты и тяжести последствий (6 градаций)

40	Гибель людей и материальных ценностей, разрушения оборудования зданий и сооружений	6	В среднем – 1 раз за рабочую смену	6	Очень возможно
100	Чрезвычайная ситуация с большим числом жертв	10	Постоянно в течение рабочей смены	10	Скорее всего произойдет

Оценивание риска происходит по предварительно определенным баллам, которые определяют градации названных трех факторов. Произведение баллов позволяет определить балльный индикатор уровня риска и соответствующие ему сроки принятия мер по уменьшению риска (Таблица 1.4). Однако при использовании данного метода не следует путать ее с количественной оценкой, т.к. присвоенные баллы по каждому фактору лишь отображают числовое выражение качественной оценки.

Таблица 1.4 – Значимость риска и приоритетность мероприятий по его снижению

Оценка риска	Значимость риска	Приоритет мероприятий по снижению риска
0-20	Малый риск	Специальных мер не требуется. Следует контролировать уровень опасности
20-70	Умеренный риск	Следует спланировать и выполнить мероприятия по снижению риска
70-200	Значительный риск	Необходимо запланировать и выполнить мероприятия по снижению риска в сжатые сроки
200-400	Высокий риск	Необходимо принятие экстренных мер по снижению риска
Свыше 400	Сверхвысокий риск	Необходимо прекратить деятельность до устранения опасности или снижения риска

Преимуществами этого метода являются [21]:

- простой расчет;
- наглядность выходных данных;
- возможность планирования мероприятий с учетом значимости риска;

- универсальность метода – возможность применения для любой отрасли.

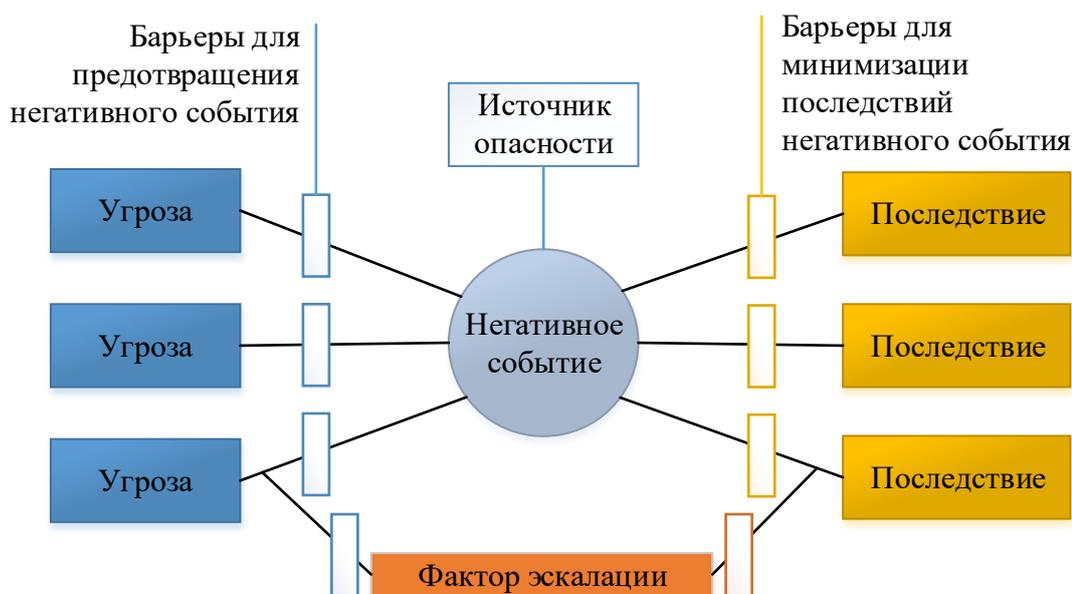
Недостатком метода можно считать возможность необъективной оценки риска, который в данной работе устраняется путем привязки критериев оценки риска к конкретным производственным процессам на рабочем месте (в идеале – проведение данной процедуры экспертом), а также за счет составления стандартизированной анкеты при помощи которой можно проводить проверку заранее предусмотренных элементов производственной среды.

### **1.2.2. Метод оценки риска «галстук-бабочка»**

Идеей данной работы является предложение использования способа обеспечения безопасности, основанного на барьерной логике. Для этого в данной работе предлагается проведение оценки рисков на конкретном рабочем месте и выстраивание барьеров безопасности. Поэтому на стадии анализа риска был выбран один из существующих подходов по обеспечению безопасности с позиции выявления и оценки рисков – метод «Галстук-бабочка».

Wow-Tie («галстук-бабочка») – метод функционального анализа рисков, используемый для графического отображения связей между опасностями, угрозами, элементами управления, главным опасным (рисковым) событием, мерами по минимизации последствий и последствиями.

На рисунке 1.3 представлен упрощенный вид диаграммы, когда построение заканчивается барьерами. Название данного метода закрепилось за из-за визуальной схожести структуры диаграммы с вещью мужского гардероба – галстуком-бабочкой. Далее в работе будет представлено построение подробной диаграммы, где в каждый барьер будут включаться определенные критерии выполнения барьера.



**Рисунок 1.3 – Диаграмма «галстук-бабочка» [10]**

Условия, ведущие к повышению риска путем устранения барьера или снижения его эффективности называются факторами эскалации. Например, землетрясение, в результате которого возникли трещины в бетонной площадке возле трубопровода. Факторы эскалации также называются факторами устранения или механизмами ослабления барьера. Под контролем фактора эскалации понимаются мероприятия или средства, которые обеспечивают работоспособность и эффективность барьера, и обеспечивают защиту барьера от механизмов ослабления [10].

*Цель.* Основная цель использования метода – это выработка эффективных барьеров для того, чтобы минимизировать риск наступления события, т.е. разработать меры по предупреждению или превентивные меры, а также, если событие реализуется, выработать меры по восстановлению (меры по реагированию или защитные/смягчающие меры) [10].

Следовательно, можем определить понятие «барьер» как меру по управлению рисками, нацеленную на предупреждение опасного события, прекращение распространения опасного события или уменьшение тяжести нежелательных последствий. Наиболее распространенной принимаемой организациями в методах оценки риска классификацией барьеров, является

классификация на составляющие оборудования, процедур (процессов) и компетенции (персонал) [10].

*Основание.* Данный метод сочетает исследование причин события с помощью дерева неисправностей и анализ последствий с помощью дерева событий. Анализ "галстук-бабочка" часто значительно более прост для понимания, чем анализ дерева событий или дерева неисправностей. Однако основное внимание метода "галстук-бабочка" сфокусировано на барьерах между причинами и опасными событиями и опасными событиями и последствиями. Данная диаграмма может быть построена на основе выявленных неисправностей и деревьев событий, но чаще их строят непосредственно в процессе проведения мозгового штурма [10].

*Область применения.* Анализ "галстук-бабочка" используют для исследования риска на основе демонстрации диапазона возможных причин и последствий. Метод следует применять в ситуации, когда сложно провести полный анализ дерева неисправностей или, когда исследование в большей мере направлено на создание барьеров или средств управления для каждого пути отказа. Метод может быть полезен в ситуации, когда существуют точно установленные независимые пути, приводящие к отказу [10].

### **1.3. Барьеры безопасности: понятие, классификация, обзор зарубежной литературы**

#### **1.3.1. Первые упоминания о концепции барьеров, история развития**

Одним из первых источников, где рассматривался термин «барьер безопасности» стали лекции по анализу опасностей, касающихся первой интерпретации метода «галстук-бабочка» в Квинслендском университете в 1979 году в Австралии [22].

Следующим Концепция барьеров, применяемых для анализа риска и оценки безопасности берет свои истоки из 1998 года. Результаты анализа произошедшего в это время пожара на нефтяной платформе Паймер Альфа в

Северном море поспособствовали развитию метода «галстук-бабочка», частью которого являются барьеры безопасности. Основные выводы, которые были сделаны после данной аварии заключались в недостаточном понимании причинно-следственных связей на первый взгляд независимых друг от друга [4]. С этого времени в концепции анализа и оценки риска под термином «барьер» понималось «оборудование, системы, правила и процедуры, способные предотвратить аварию» [22].

Широкое применение метода «галстук-бабочка» началось с 1990 года, когда компания Royal Dutch Shell упростила его и включила в стандарт компании в области управления рисками. Однако в данной модели «галстук-бабочка» располагалось слишком много барьеров, которые при возникновении угрозы оказывались неэффективными и были только теорией. В результате этого были созданы правила, которыми необходимо было руководствоваться при установке барьеров, что позволило создавать достоверные системы защиты объекта [22].

В русскоязычных источниках одно из первых упоминаний о барьерах безопасности можно увидеть в работе российско-норвежского проекта «Баренц-2020». В рамках данного проекта основная задача заключалась в оценке влияния арктических условий на работоспособность барьеров безопасности [22].

Причиной появления и развития данной концепции барьеров стала потребность в оценке эффективности защиты существующих на объекте технических и организационных методов и средств.

### **1.3.2. Понятие и классификация барьеров безопасности**

Практически во всех источниках, где упоминается концепция барьеров безопасности существует единое представление об определении барьеров и их функциях. Под барьерами понимаются физические и (или) нефизические методы и средства, предназначенные для предотвращения, контроля или смягчения нежелательных событий или несчастных случаев. Данные средства

могут представлять собой как определенные простые действия человека, так и большую самостоятельную систему [4, 22].

Следует разграничить понятия барьерная система и барьерная функция. Барьерной функция описывает назначение барьера. Если задать вопрос “что необходимо сделать чтобы предотвратить нежелательное событие или смягчить его последствия?”, то ответом будет непосредственно описание действия барьера. Барьерная система — это совокупность взаимосвязанных элементов, реализация которых обуславливается исполнением одной или нескольких барьерных функций [4, 22].

Важно отметить, что следует интерпретировать как барьеры безопасности, а что нет. Система может быть спроектирована так, чтобы изначально быть безопасной, с максимально простой структурой или грамотным функционированием с учетом уязвимых сторон. Однако, когда изначально спроектированные защитные механизмы системы не способны препятствовать негативному воздействию на нее, тогда и внедряются дополнительные меры, которые можно характеризовать как барьеры [4].

В различных статьях выделяются схожие между собой классификации барьеров безопасности, но в то же время со своими особенностями. Во всех источниках фундаментом являются классификации барьерных функций и барьерных систем.

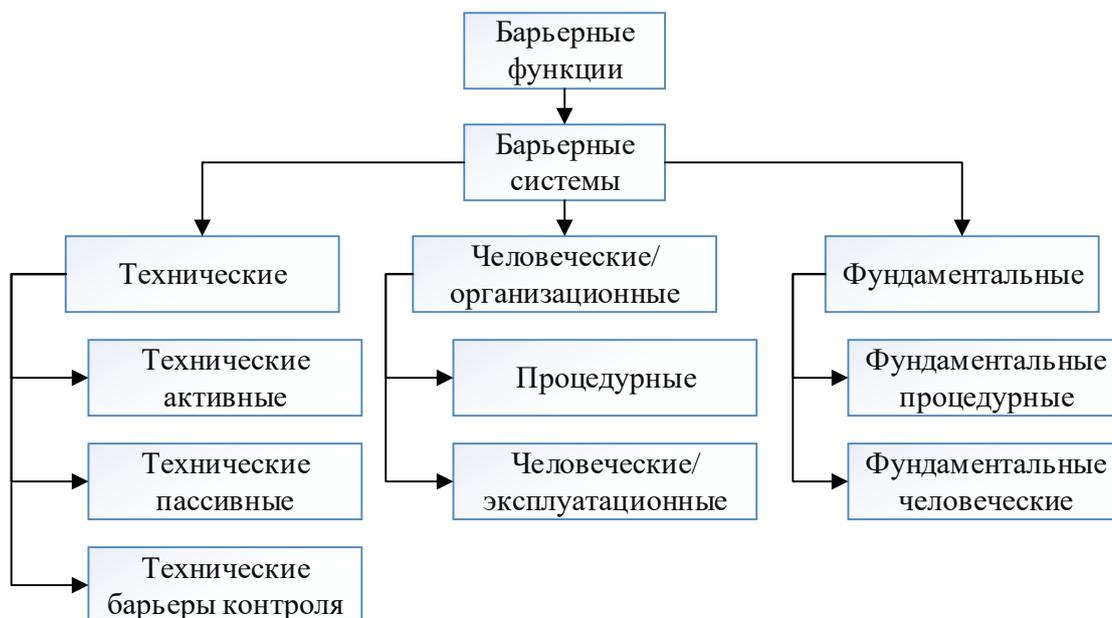
Классификация в *методе АЕВ* (Accident Evolution and Barrier Function) представляет собой модель развития аварии в виде шагов, где каждый шаг — это невыполнение системой заданных функций, а барьеры в данном случае служат указаниями по избеганию данных шагов. В данной методике наиболее популярно выделение трех барьерных систем: технической, организационной и человеческой. Примером технического барьера может служить защитное устройство, страховка. К организационным барьерам относятся, например, правила, инструкции, распоряжения, а к человеческим - проверка системы защиты перед началом работ [4, 22].

Особенность *метода MORT* (Management Oversight and Risk Tree) в разделении понятий “барьер безопасности” - все что напрямую относится к системам защиты от опасностей и “барьер управления” - все, что касается навыков и умений, инструкций и регламентов. По данной методике различают следующие типы барьеров в зависимости от их расположения: окружающие источник опасности, защищающие объект, разграничивающие опасность и цель физически или во времени, или пространстве [4, 22].

Также классифицировать барьеры можно по их природе следующим образом: материальные, функциональные (например, система пароля), символные – сигналы, воспринимаемые человеком, нематериальные (например, правила, принципы). Это более поздняя и расширенная классификация методики АЕВ.

В классификации по *методу ARAMIS* особенность заключается в барьерных функциях по отношению к опасному событию: избежать, препятствовать развитию, управлять, а также ограничить или уменьшить масштаб воздействия. По данной методике выделяются пассивные барьеры, активируемые, символные и действия человека. Активные типы барьеров при оценке риска образуют последовательность “обнаружение - оценка - действие” [4, 22].

В зависимости от эффективности типа барьера в классификации, определенной в организации, занимающейся вопросами охраны труда в Великобритании *HSE (Health and Safety Executive)* выделяются технические (высокая эффективность), человеческие (средняя эффективность), а также фундаментальные (низкая эффективность, но важная в совокупности) типы барьеров. У каждого из данных типов выделяются подкатегории барьеров (Рисунок 1.4) [4, 23].



**Рисунок 1.4 - Классификация барьеров безопасности в соответствии с методикой HSE [4, 23]**

Также данные барьеры могут быть представлены как первичные – предотвращение опасного события, так и вторичными – минимизация последствий опасного события [4, 23, 24].

Все перечисленные классификации барьерных систем служат для создания различных, подходящих под определенные ситуации моделей для оценки риска. Следующим этапом после установки барьеров может быть оценка их эффективности. Для этого существуют методы полуколичественного анализа риска на основе барьеров безопасности, которые используются для определения уровня безопасности системы. Одним из таких методов является *метод LOPA* (Layer of Protection Analysis). Данный метод представляет собой построение независимых уровней защиты – барьеров безопасности, анализируя которые определяется надежна ли система или требует дополнительных уровней защиты. Надежность определяется следующим образом: каждый слой защиты имеет частоту исходного события, которая умножается на вероятность того, что каждый уровень защиты (слой) не сможет выполнить свою защитную функцию [4, 23, 24, 25].

### 1.3.3. Отечественная практика применения концепции барьеров

В качестве примера выстраивания барьеров для управления рисками при реализации сценариев проведем разбор проекта «Каркас безопасности» (далее КБ), разработанного в ООО «Газпромнефть-Восток».

Внедрение проекта КБ началось в 2019 году. Он основан на тех наработках, которые появились за прошедшие годы во время реализации таких проектов, как «Пять шагов безопасности», «Выявление и регистрация опасных действий и условий», «Остановка производства опасных работ», «Основные правила безопасности» и другие. Проект реализуется поэтапно: после каждого года специалисты дополняют его новым набором барьеров против ключевых общекорпоративных рисков и повышает уровень безопасности организации. Целью создания данного проекта являлось систематизация имеющихся систем управления охраной труда и формирование единых требований к производственной безопасности [26].

Основная задача проекта КБ – это создание эффективных барьеров, служащих как бы защитными механизмами от возникновения катастрофических событий, а также смягчающими факторами, если событие все же произошло.

*Система проекта «Каркас безопасности».* Система проекта КБ основывается на методе оценки риска «галстук-бабочка». Логика и причинно-следственные связи в создании модели остаются как в оригинальной методике, но выражение приобретает вид таблиц, именуемых паспортами, для удобства использования в повседневной работе. После определения сценария развития события определяются возможные угрозы способствующие реализации данного события – источники опасности, а также последствия от его реализации. После этого начинается этап создания барьеров — то есть в общем случае технических, технологических или организационных мероприятий, функция которых заключается в снижении вероятности возникновения события (проактивный барьер) или смягчении последствий от его

возникновения (реактивный барьер). Далее, чтобы барьер работал и эффективно выполнял свою “барьерную функцию” в системе проекта КБ разрабатываются и устанавливаются критерии работоспособности – условия работы барьера. Следовательно, чтобы барьер безопасности функционировал, все входящие в его состав критерии работоспособности должны выполняться. Все критерии барьеры равнозначны, поэтому если во время реализации сценария хотя бы один из не выполняется, то барьер теряет свою защитную функцию от фактора риска (Рисунок 1.5) [26].



**Рисунок 1.5 – Принцип перевода требований КБ в барьерную логику [26]**

Как было сказано выше, барьеры представляются в виде паспортов, где указывается фокусный сценарий и барьеры по контролю за ним. Таблица паспорта состоит из наименования барьера, места установки барьера и критерия работоспособности (Таблица 1.5) [26].

*Таблица 1.5 – Пример паспорта барьеров области происшествий ПБ «Происшествия при проведении работ на высоте/при нахождении на высоте» [26]*

Барьер	Место установки барьера (МУБ)	Критерий работоспособности
<b>РВ.01.</b> Применение работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте,	Работник, выполняющий работу на высоте, включая подъем/спуск по вертикальным лестницам с углом наклона более 75град,  кроме работ с применением систем канатного доступа, систем спасения и эвакуации,  кроме подъема /спуска по вертикальным лестницам	<b>РВ.01.1.</b> Система непрерывной страховки применяется и соответствует условиям работы
		<b>РВ.01.2.</b> Элементы системы непрерывной страховки надежны и не имеют неисправностей/ повреждений, требующих их отбраковки

Барьер	Место установки барьера (МУБ)	Критерий работоспособности
включая подъём и спуск	высотой менее 5 метров с углом наклона более 75град., оборудованных поперечными дугами ограждения с высоты 2 метра	<b>РВ.01.3.</b> Система непрерывной страховки правильно применяются работником

Фокусные сценарии в данном примере определяются как [26]:

1. Падение с высоты (> 1,8 метров) при работе с лесов, средств доступа и туров без обрушения/опрокидывания
2. Падение предмета при работе на буровой: а) с разрушением, б) без разрушения, в) при монтаже БУ.

Заполняются паспорта посредством ответов на вопросы чек-листа, предполагающие ответ «да» или «нет». Таким образом наличие всех ответов «да» на вопросы чек-листа для определенного критерия делают его выполняемым. Чек лист по барьеру «Применение работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте, включая подъём и спуск» для критерия работоспособности «Система непрерывной страховки применяется и соответствует условиям работы» представлена в Таблице 1.6 [26].

Таблица 1.6 – Пример чек-листа по барьеру [26]

Барьер/ место установки барьера	Критерий работоспособности	Вопрос чек-листа	Да	Нет	Не применимо
<b>РВ.01.</b> Применение работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте, включая подъём и спуск	<b>РВ.01.1.</b> Система непрерывной страховки применяется и соответствует условиям работы	<b>РВ.01.1.1.</b> При работе на высоте работником применяется система непрерывной страховки			
		<b>РВ.01.1.2а.</b> При работе на высоте применяется система удержания работника, длина которой исключает возможность его выхода за пределы площадки ИЛИ			

Барьер/ место установки барьера	Критерий работоспособности	Вопрос чек-листа	Да	Нет	Не применимо
<p>Место установки:</p> <p>Работник, выполняющий работу на высоте, включая подъем/спуск по вертикальным лестницам с углом наклона более 75град, кроме работ с применением систем канатного доступа, систем спасения и эвакуации, кроме подъема / спуска по вертикальным лестницам высотой менее 5 метров с углом наклона более 75град., оборудованных поперечными дугами ограждения с высоты 2 метра</p>		<p><b>PВ.01.1.2б.</b></p> <p>При работе на высоте применяется страховочная система длина которой исключает касание работника с нижерасположенной поверхностью земли / площадки при возможном падении работника с высоты 1.8 метра и выше, включая подъем/спуск</p>			
		<p><b>PВ.01.1.3а.</b></p> <p>Система удержания закреплена, в любой момент времени, к точке крепления ИЛИ</p>			
		<p><b>PВ.01.1.3б.</b></p> <p>Страховочная система закреплена, в любой момент времени, к точке крепления</p>			
		<p><b>PВ.01.1.4а.</b></p> <p>При подъеме / спуске по вертикальной лестнице / вертикальным конструкциям, начиная с высоты 1,8 метра точка крепления системы непрерывной страховки расположена выше головы (фактор «0», за исключением момента перестегивания двухплечевого стропа с фактора «1» на фактор «0» при спуске) ИЛИ</p>			
		<p><b>PВ.01.1.4б.</b></p> <p>Работник закреплён к вертикальной анкерной линии, при ее наличии</p>			

Такие паспорта безопасности внедрялись постепенно и уже разработаны на многие возможные происшествия в области промышленной безопасности организации [26]:

- происшествия с воздействием движущегося

- оборудования / движущихся частей оборудования
- происшествия при перемещении/подъеме грузов
- происшествия при проведении земляных работ
- происшествия, обусловленные присутствием взрывоопасных, токсичных и инертных ГВС
- поражение электрическим током
- дорожно-транспортные происшествия
- авиационные происшествия
- ГНВП
- аварии на платформе/ПБУ
- пожары/взрывы
- происшествия, связанные с воздействием на окружающую среду
- происшествия со здоровьем человека и др.

Деятельность по заполнению паспортов и выполнению прописанных в них требований контролируется руководством. При несоблюдении требований выдаются предписания или задание на исправление нарушений. По всем выполнением и невыполнением планов ведется статистика для выявления системных причин и корректирующих действий для их устранения.

*Разбор барьеров, классификация.* Барьеры КБ классифицируются по одной из самых развитых классификаций, представленных в научном сообществе – классификация барьерных систем, определенной в организации HSE (Health and Safety Executive, Великобритания). В связи с этой классификацией барьеры подразделяются на технические (оборудование), человеческие (персонал), фундаментальные (процессы) [4].

Также классификация HSE подразделяет барьеры на первичные и вторичные. Функции первичных барьеров безопасности: предотвращение, уменьшение, смягчение или управление возникновением и развитием потенциально опасного события, а также эскалации опасности; функции вторичных: предотвращение ослабления, разрушения или отказа первичных

барьеров. Последствия от реализации происшествия разграничиваются в зависимости от того, какому объекту было нанесено воздействие: люди, окружающая среда, активы, репутация [4, 23, 26].

*Преимущества и недостатки.* Система проекта КБ внедрялась во все бизнес-процессы компании постепенно. В проекте была разработана система обучения «Каркасу безопасности» для всех сотрудников организации, а также и для подрядных организаций. Во время проведения производственного контроля проводилась проверка работоспособности приоритетных барьеров. По мере следования процедурам КБ выявлялись причины несоответствий критериев работоспособности барьеров и определялись корректирующие мероприятия. Все это позволило наиболее эффективно выполнять требования, предотвращающие высокорисковые сценарии происшествий, отладить действия и мысли работников в пользу выполнения правил, а также установить огромный приоритет безопасности.

Проект «Каркас безопасности» направлен на усовершенствование культуры безопасности. Одним из недостатков данного проекта является сложность его реализации, даже адаптация системы на более мелкие организации составит много трудностей и займет очень много времени. Чтобы внедрить подобную систему в любой организации необходимо годами, а то и десятилетиями выстраивать настолько высокий уровень культуры безопасности коллектива, чтобы данный проект функционировал, т.к. в нашей российской культуре очень мало приверженцев безопасности. Лидеры должны стать примером для подражания и двигателями прогресса и каждый день разными методами и способами объяснять людям что по-настоящему важно в их работе.

Все же несмотря на сложность внедрения подобного проекта в другие организации, данная цель все же выполнима. Главное грамотно адаптировать систему и включить в команду разработчиков и исполнителей заинтересованных в безопасности.

## **2. Практическая часть**

### **2.1. Анализ причин несчастных случаев при работах на высоте**

Наиболее распространенным несчастным случаем на производстве является падением с высоты, более того падение с высоты является второй по значимости причиной смерти и травм в мире. По подсчетам государств, в масштабе всего мира каждый год происходит около 646 тысяч смертей и 37,3 миллиона случаев серьезных последствий в результате падения [2]. По данным Росстата на 2019 год, в строительной отрасли на производственный травматизм, связанный с падением с высоты приходится 31% несчастных случаев [27]. На государства с низким уровнем дохода приходится 80% случаев летального исхода в результате падения, что свидетельствует о неспособности выделить достаточное количество средств на защиту от падения с высоты [2]. Однако финансовые расходы, связанные с травмами в результате падения значительно выше. Следовательно, к мерам защиты от падения необходимо подходить ответственно и расчетливо. Необходимо оценить риски, выявить возможные опасности, проанализировать распространенные причины и выстроить барьеры безопасности таким образом, чтобы они были оправданы приемлемым уровнем риска, а также финансовыми возможностями организации.

Существуют несколько видов причин падения с высоты [27]:

1. Технические – отсутствие ограждений, предохранительных поясов, недостаточная прочность и устойчивость лесов, настилов, люлек, лестниц.
2. Технологические – недостатки в проектах производства работ, неправильная технология выполнения работ.
3. Психологические – потеря самообладания, нарушение координации движений, неосторожные действия, небрежное выполнение своей работы.
4. Метеорологические – сильный ветер, низкая и высокая температуры воздуха, дождь, снег, туман, гололед.

Все эти факторы влияют на устойчивость позы или способность оставаться в устойчивом положении.

По итогам анализа причин производственного травматизма в результате падения при работах на высоте авторами статьи [27] можно выделить несколько основных видов причин, на которые необходимо обращать внимание при оценке риска работ на высоте и устранять которые по результатам оценки придется в первую очередь:

1. Отсутствие необходимых средств защиты или непосредственное их использование.
2. Неудовлетворительная организация производства работ.
3. Нарушение технологического процесса.
4. Недостатки в организации и проведении обучения работников в области охраны труда.
5. Неудовлетворительное содержание и недостатки организации рабочих мест.

Таким образом причины падений мы можем прогнозировать и предотвращать их реализацию заранее. Наиболее эффективный способ исключения многих причин – это учет безопасности на этапе проектировки объекта. Однако, если на данном этапе исключить все причины невозможно, то необходимо пользоваться подходами управления рисками и внедрять в систему безопасности данные подходы на фундаментальном уровне.

## **2.2. Оценка риска на рабочем месте при работах на высоте**

В данной работе предлагается метод обеспечения безопасности при работах на высоте для конкретного рабочего места, который включает в себя последовательную реализацию следующих этапов:

1. Описание выполняемых работ (оборудования, материалов).
2. Определение воздействия опасностей на каждом из этапов работ.
3. Составление списка возможных опасных событий при выходе опасностей из-под контроля.

4. Проведение оценки риска, каждого из опасных событий (с учетом тяжести последствий и частоты воздействия опасности).

5. Определение причин и последствий опасных событий и построение диаграмм «галстук-бабочек» для определения причинно-следственных связей между ними.

6. Установка барьеров безопасности между причинами, опасным событием и последствиями.

7. Определение критериев работоспособности барьеров и создание анкеты доступа к работам для оперативной оценки безопасности работ.

Продемонстрируем использование метода на рабочем месте моториста цементировочного агрегата, на котором произошел несчастный случай при выполнении работ на высоте.

*Описание несчастного случая.* Рассмотрим несчастный случай, произошедший в нынешнем году в организации, производившей работы цементирования скважин.

Необходимо было провести цементирование скважин на кустовой площадке месторождения. На одном из этапов работ производится загрузка сухой смеси в цементовоз ЦТ-25. Согласно руководству по эксплуатации ЦТ-25М1 РЭ загрузка смеси в цементовоз может осуществляться двумя способами: через верхние загрузочные люки и через трубопроводы загрузки пневматическим способом. В верхней части емкости полуприцепа имеется два загрузочных люка, диаметром 50 см. Крышки люка крепятся к горловине при помощи болтов и гаек с отверстиями в количестве 6 шт. Для загрузки был выбран первый способ, который фактически выполняется следующим образом:

1) первый работник поднимается на площадку емкости цементовоза по лестнице с перилами, установленной с правой стороны цистерны по ходу движения (складные перильные ограждения конструктивно устроены таким образом, что приводятся в рабочее положение, когда работник находится на лестнице);

2) первый работник откручивает гайки с откидных болтов, удерживающих загрузочные люки, с помощью подходящего по диаметру прута арматуры, так как специализированный инструмент отсутствует и не предусмотрен заводом-изготовителем;

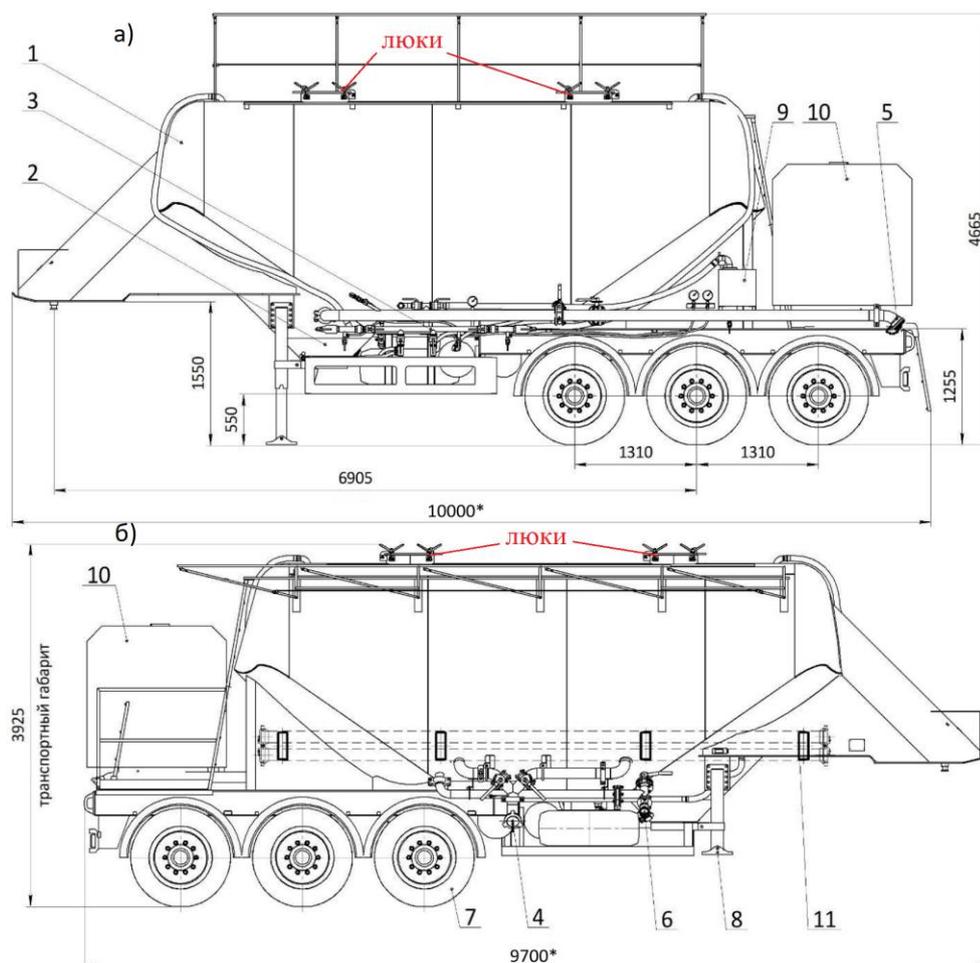
3) с помощью автокрана на загрузочный люк цементовоза устанавливается направляющая воронка не заводского изготовления, через которую осуществляется засыпка смеси в емкость;

3) второй работник бригады выполняет зацепку тонных мешков с цементом на крюк крана;

4) мешок с цементом поднимается краном на емкость, ставится на воронку;

5) после установки мешка первый работник (все это время находится на емкости) разрезает его и контролирует сыпание сухой смеси через воронку в емкость.

Рассматриваемое рабочее место моториста цементировочного агрегата Иванова И.И. в данной ситуации подразумевало работы в качестве первого работника, выполняющего работы на полуприцепе ЦТ-25. На рисунке 2.1 представлен чертеж полуприцепа ЦТ-25. Высота прицепа составляет 3,75 м и ограждения установлены не по всему периметру площадки, следовательно, работы, производимые на прицепе, относятся к работам на высоте в соответствии с п. 3 Приказа Минтруда России № 782н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте», т.к. производятся на расстоянии ближе 2 м от неогражденных перепадов по высоте более 1,8 м [3].



**Рисунок 2.1 – Основные размеры полуприцепа ЦТ-25: а) поручни в рабочем состоянии; б) поручни сложены**

В состав тампонажной бригады входили: моторист ЦА Иванов И.И., моторист ЦА Цветков А.А., руководителем бригады являлся инженер по КС (компрессорных станций) Лютиков С.С. В 10 утра бригада переехала на территорию кустовой площадки месторождения. В момент происшествия моторист ЦА Цветков А.А. вместе с водителем автокрана Гвоздикиным М.М. занимался позиционированием автокрана на месте работ. Моторист Иванов И.И. направился к цементовозу, поднялся на рабочую площадку для того, чтобы открыть загрузочные люки. Иванов И.И., поднявшись на верхнюю площадку обслуживания, выставил ограждение, очистил от крошки цемента и снега загрузочные люки и начал отворачивать гайки на откидных болтах крышек люков при помощи обрезка арматуры. При откручивании гаек второго люка, расположенного в передней части цистерны, Иванов И.И. потерял

равновесие, возможно из-за того, что обрезок арматуры выскочил из отверстия гайки, вследствие чего упал в неогороженную сторону рабочей площадки, соскользнул с цистерны и упал спиной на грунт. В результате падения работник получил закрытый компрессионный осколочный перелом позвонка с повреждением спинного мозга. На рисунке 2.2 представлено место, откуда произошло падение работника и траектория падения.



**Рисунок 2.2 – Траектория падения пострадавшего с цементовоза**

Причины, которые привели к данному несчастному случаю состоят из совокупности факторов, начинающихся с отсутствия проведения оценки рисков.

*Оценка рисков.* Произведем оценку рисков на данном рабочем месте по методу весовых коэффициентов «Файн-Кинни» (балльным методом). Данный метод является применимым для рассматриваемой ситуации исходя из простоты расчетов и наглядности. Расчет индивидуального риска (для

рабочего места моториста) будет определяться из произведения трех составляющих – характера воздействия, вероятности и последствия наступления события:

$$R = P \cdot S \cdot C, \quad (2.1)$$

где

$R$  – статистическая оценка риска;

$P$  – вероятность опасностей;

$S$  – серьезность последствий;

$C$  – частота подверженности опасности.

Предварительно определенные баллы, характеризующие градации названных параметров взяты из статей [21, 28] и адаптированы для данной работы в соответствии с оценкой рисков при работах на высоте (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Параметры оценивания опасности [21, 28]

Вероятность опасностей ( $P$ )		Серьезность последствий ( $S$ )		Частота подверженности опасности ( $C$ )	
Баллы	Прогноз вероятности несчастного случая	Баллы	Описание тяжести последствий	Баллы	Характер воздействия опасности
0	Невозможно	0,1	Царапина/Синяк	0,1	Нечасто
1	Маловероятно, хотя возможно	0,5	Частичные повреждения/Легкие повреждения здоровья	0,2	Ежегодно
2	Возможно, но редко	1	Временные/Легкие переломы или легкое временное заболевание	1	Ежемесячно
5	Равные шансы	2	Временные/Тяжелые переломы или легкое продолжительное заболевание	1,5	Каждую неделю
8	Возможно – предсказуемо	4	Продолжительные/Травма частично или одной конечности/Поражение глаз или временные серьезные заболевания	2,5	Ежедневно
10	Вероятно – достаточно ожидаемо	8	Продолжительные/Травма от двух до четырех конечностей/Поражение глаз или серьезные заболевания	4	Каждый час

Продолжение таблицы 2.1 – Параметры оценивания опасности [21, 28]

15	Происходит постоянно	15	Летальный исход	5	Непрерывно
----	----------------------	----	-----------------	---	------------

В следующей таблице представлены сведения для оценивания полученного балльного значения риска (Таблица 2.2) [21, 28].

Таблица 2.2 – Оценивание риска и срок реализации мер по его снижению [22, 29]

Этап оценки	Числовой показатель	Комментарии
0-4	Приемлемый	Специальных мер не требуется. Следует контролировать уровень опасности и существующие меры управления риском в рабочем состоянии.
5-19	Низкий риск	Риск считается допустимым. Необходимо поддерживать существующие меры управления риском в рабочем состоянии. При появлении возможности можно спланировать и выполнить мероприятия по снижению риска.
20-50	Существенный риск	Следует спланировать и выполнить мероприятия по снижению риска (в течение 1 месяца)
51-100	Высокий риск	Необходимо запланировать и выполнить мероприятия по снижению риска в сжатые сроки (в течение недели)
101-500	Очень высокий риск	Необходимо прекратить деятельность до устранения опасности или снижения риска

На каждом из этапов работ определим возможные опасности при загрузке смеси в цементовоз, руководствуясь ГОСТ 12.0.230.4-2018. ССБТ. «Системы управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ» [12]. Произведем балльную оценку риска для каждой из выявленных опасностей по вышеприведенному методу с учетом существующих мероприятий по защите от опасностей (без установки барьеров) (Таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Оценка риска при выполнении работ загрузки цемента в цементовоз без барьеров

Вид выполняемых работ	Опасность	Опасное событие с риском $R_n$	Оценка риска в баллах (без предложенных барьеров)					Показатель	Меры управления
			Вероятность ( $P$ )	Тяжесть ( $S$ )	Характер воздействия ( $C$ )	Итоговое значение ( $R$ )			
1. Захождение работника на площадку емкости цементовоза по лестнице	Перепад по высоте по маршруту движения	( $R_1$ ) Падение работника с лестницы (с высоты от 1,8 до 3,75м)	10	4	2,5	100	Высокий риск	Необходимо запланировать и выполнить мероприятия по снижению риска в сжатые сроки (в течение недели)	
2. Выполнение откручивания гаек с люка/разрезания мешка с цементом для сыпания в емкость	Использование инструмента	( $R_{2.1}$ ) Травмирование работника, вследствие неправильно используемого или неисправного инструмента	5	0,5	2,5	6,25	Низкий риск	Риск считается допустимым, необходимо поддерживать существующие меры управления риском в рабочем состоянии	
	Работа на высоте	( $R_{2.2}$ ) Падение работника (с высоты 3,75м)	10	8	2,5	200	Очень высокий риск	Необходимо прекратить деятельность до устранения опасности или снижения риска до приемлемого или допустимого уровня	

Продолжение таблицы 2.3 – Оценка риска при выполнении работ загрузки цемента в цементовоз без барьеров

3. Ожидание установки направляющей воронки на загрузочный люк цементовоза автокраном/установки мешков с цементом	Нахождение вблизи движущегося технического средства	(R <sub>3.1</sub> ) Травмирование работника частями движущегося технического средства	1	2	1,5	3	Приемлемый	Не требуется проведение дополнительных мероприятий по снижению уровня риска. Следует контролировать уровень опасности
	Перемещение закрепленного на автокране оборудования/груза вблизи нахождения работника	(R <sub>3.2</sub> ) Падение на работника оборудования/груза вследствие его ненадежного закрепления	5	4	1,5	30	Существенный риск	Следует спланировать и выполнить мероприятия по снижению риска до приемлемого или допустимого уровня в течение месяца
	Работа на высоте	(R <sub>3.3</sub> ) Падение работника (с высоты 3,75м)	10	8	2,5	200	Очень высокий риск	Необходимо прекратить деятельность до устранения опасности или снижения риска до приемлемого или допустимого уровня

Из анализа этапов работ на рабочем месте моториста ЦА и проделанных по ним расчетов риска можно определить, что наибольший риск составляет часть опасностей, связанных с работами на высоте в данном случае проявляется высокая вероятность реализации выявленных опасностей, что может привести без применения средств защиты к тяжелым последствиям.

### **2.3. Управление рисками при выполнении работ на высоте**

*Анализ опасных событий в соответствии с концепцией барьеров безопасности.* После проведения оценки риска на рабочем месте следующим этапом предстоит задача выбора оптимального метода управления данными рисками, а именно мониторинга и при необходимости – снижения уровня рисков.

Управление рисками с позиции барьерной логики будет происходить в рамках всех возможных опасных событий, выявленных при анализе этапов работ по загрузке цемента в цементовоз на рабочем месте моториста ЦА.

При анализе были выделены следующие опасные события:

- падение работника с лестницы (с высоты от 1,8 до 3,75м);
- травмирование работника, вследствие неправильно используемого или неисправного инструмента;
- падение работника (с высоты 3,75м);
- падение на работника оборудования/ груза вследствие его ненадежного закрепления.

Первым этапом определим возможные причины, которые могут привести к реализации опасных событий. В концепции «барьеров безопасности» определяются причины именно опасных событий, они связаны с вероятностью реализации события.

Непосредственные причины реализации опасных событий:

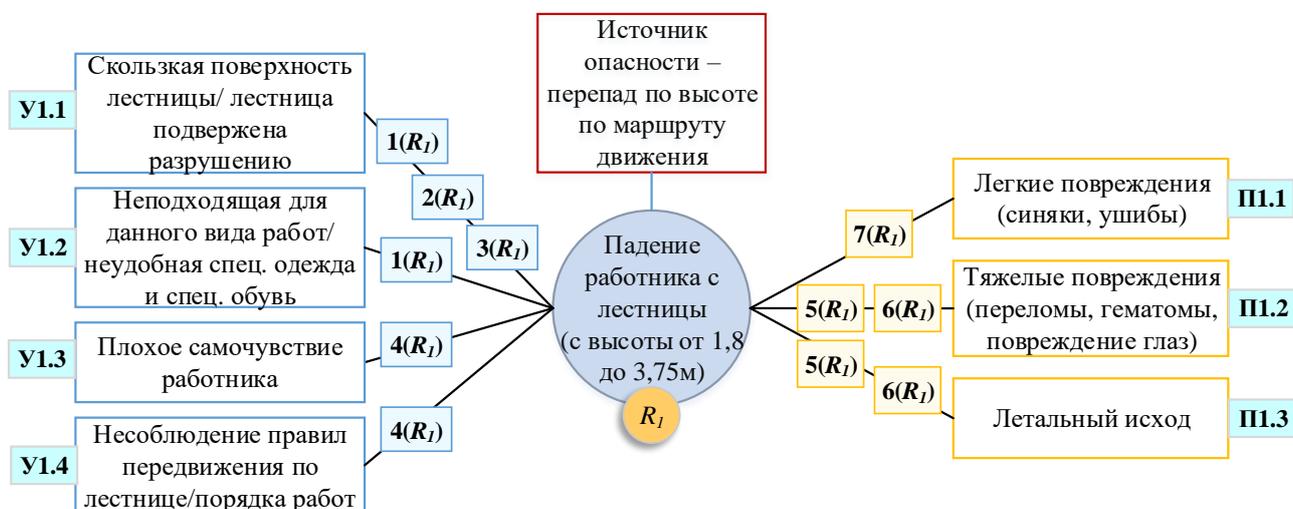
1. Отсутствие ограждений, представляющих собой дополнительные точки опоры, во избежание падения работника с площадки обслуживания.

2. Инструмент/оборудование не пригоден к эксплуатации/неверно используется/не подходит для работ.
3. Потеря равновесия вследствие работы с оборудованием/инструментом.
4. Потеря равновесия вследствие скользкой поверхности лестницы.
5. Потеря равновесия вследствие разрушения лестницы.
6. Потеря равновесия вследствие скользкой/неровной поверхности площадки обслуживания.
7. Неподходящая для данного вида работ спец. одежда и обувь.
8. Несоблюдение правил порядка проведения работ/ правил передвижения по лестнице/площадке.
9. Плохое самочувствие работника.

Последствиями при реализации опасных событий могут стать: легкие повреждения (синяки, ушибы), тяжелые повреждения (переломы, гематомы, повреждение глаз), летальный исход.

Чтобы проследить причинно-следственные связи между причинами, опасными событиями и последствиями и выстроить барьеры безопасности для уменьшения риска воспользуемся методом анализа риска «галстук-бабочка».

Построим диаграмму «галстук-бабочка» для первого события (Рисунок 2.3).



**Рисунок 2.3 – Диаграмма для события падения работника с лестницы (с высоты от 1,8 до 3,75м) с риском  $R_I$**

Слева на диаграмме представлены причины выхода опасности из-под контроля, которые потенциально могут привести к опасному событию (в сером круге). Пунктами  $1(R_I)$ ,  $2(R_I)$ ,  $3(R_I)$  и  $4(R_I)$  перечислены барьеры, способствующие предотвращению опасного события или уменьшению вероятности его наступления:

$1(R_I)$  – выдача подходящей спец. одежды и спец. обуви работнику;

$2(R_I)$  – очистка поверхности перед началом работ;

$3(R_I)$  – осмотр лестницы и допуск ее к эксплуатации;

$4(R_I)$  – допуск работника к работам.

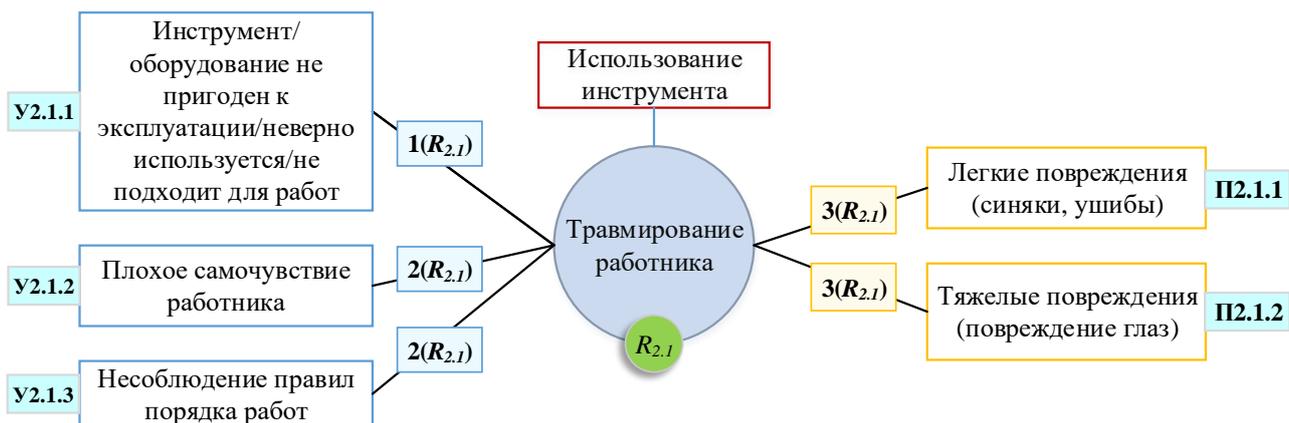
Пунктами  $5(R_I)$ ,  $6(R_I)$  и  $7(R_I)$  обозначены барьеры, направленные на минимизацию последствий вследствие реализации опасного события:

$5(R_I)$  – применение работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте, включая подъем и спуск;

$6(R_I)$  – осмотр ограждений, проверка надежности и допуск их к эксплуатации;

$7(R_I)$  – использование работником СИЗ (каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь).

Наиболее интересным для анализа представляется следующий этап работ, в рамках которого произошло происшествие, описанное выше. На основе барьерной логики определим, как можно было избежать реализации опасного события, а также смягчить последствия. Для второго события диаграмма изображена на Рисунке 2.4.



**Рисунок 2.4 – Диаграмма для события травмирования работника вследствие неправильно используемого или неисправного инструмента с риском  $R_{2.1}$**

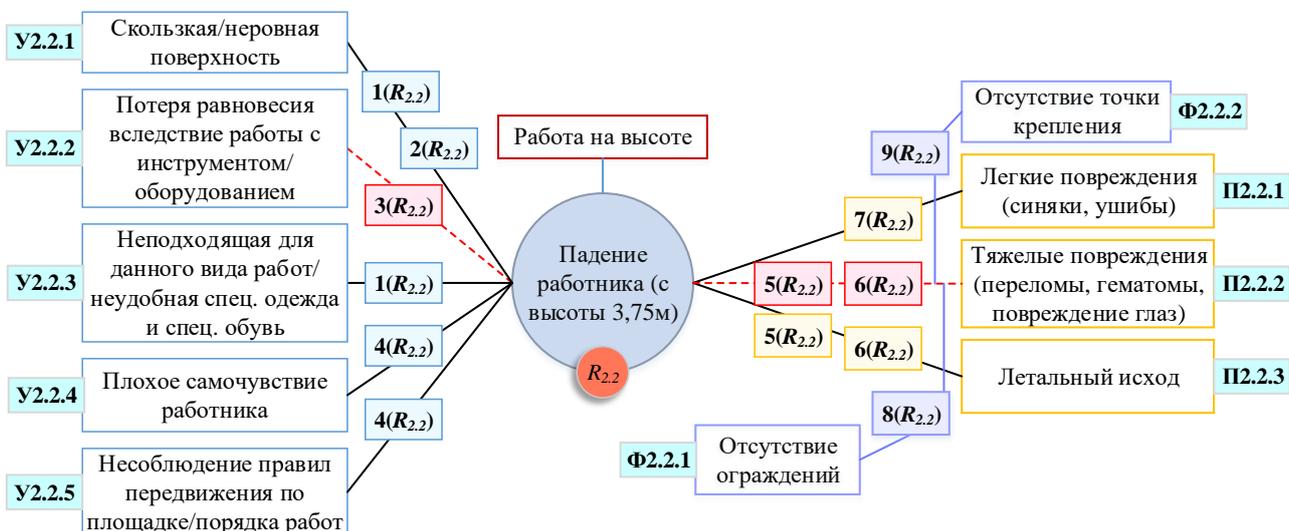
Барьеры в данном случае устанавливаются следующим образом:

1( $R_{2.1}$ ) – допуск инструмента/оборудования к применению;

2( $R_{2.1}$ ) – допуск работника к работам;

3( $R_{2.1}$ ) – использование СИЗ (каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь).

Диаграмма для следующего события изображена на Рисунке 2.5.



**Рисунок 2.5 – Диаграмма для третьего опасного события падения работника (с высоты 3,75м) с риском  $R_{2.2}$**

Барьеры для события с риском  $R_{2.2}$ :

1( $R_{2.2}$ ) – выдача подходящей спец. одежды и спец. обуви работнику;

2( $R_{2.2}$ ) – очистка поверхности перед началом работ;

3( $R_{2.2}$ ) – допуск инструмента/оборудования к применению;

4( $R_{2.2}$ ) – допуск работника к работам;

5( $R_{2.2}$ ) – применение работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте;

6( $R_{2.2}$ ) – осмотр ограждений, проверка надежности и допуск их к эксплуатации;

7( $R_{2.2}$ ) – использование работником СИЗ (каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь).

Пунктами Ф2.2.1 и Ф2.2.2 обозначены факторы эскалации, ослабляющие действие барьера в рассматриваемом происшествии. Контроль факторов эскалации:

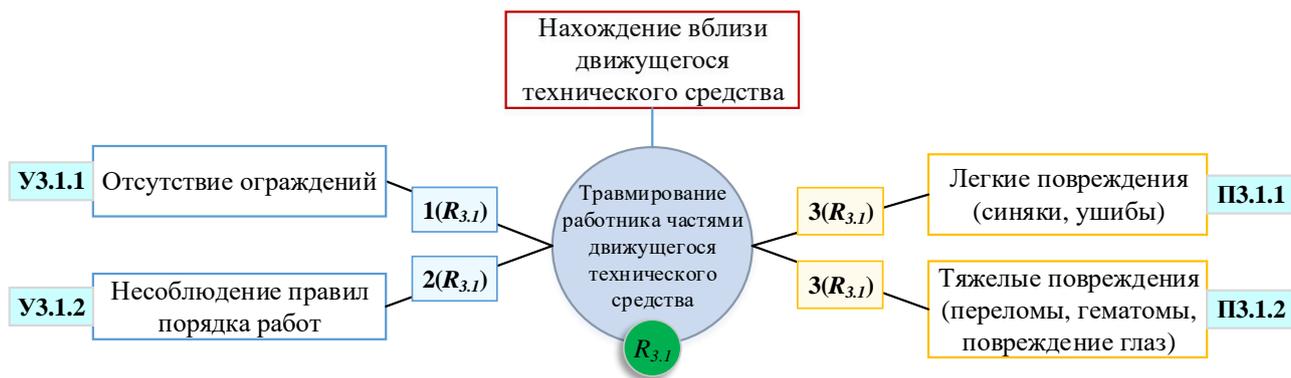
8( $R_{2.2}$ ) – проверка наличия точки крепления;

9( $R_{2.2}$ ) – проверка наличия ограждения.

К реализации опасного события – падение работника (с высоты 3,75м) привела следующая угроза: У2.2.2 – «Потеря равновесия вследствие работы с инструментом/оборудованием».

Барьер под номером 3( $R_{2.2}$ ) не срабатывает, вследствие чего работник теряет равновесие при выполнении работ и падает с высоты. Следующими барьерами, смягчающими последствия реализации опасного события, могли стать барьеры 5( $R_{2.2}$ ) и 6( $R_{2.2}$ ) однако, они тоже не выполнились, что привело к тяжелым травмам.

Событие с риском  $R_{3.1}$  раскрывает следующая диаграмма (Рисунок 2.6).



**Рисунок 2.6 – Диаграмма для опасного события травмирования работника движущимися частями технического средства с риском  $R_{3.1}$**

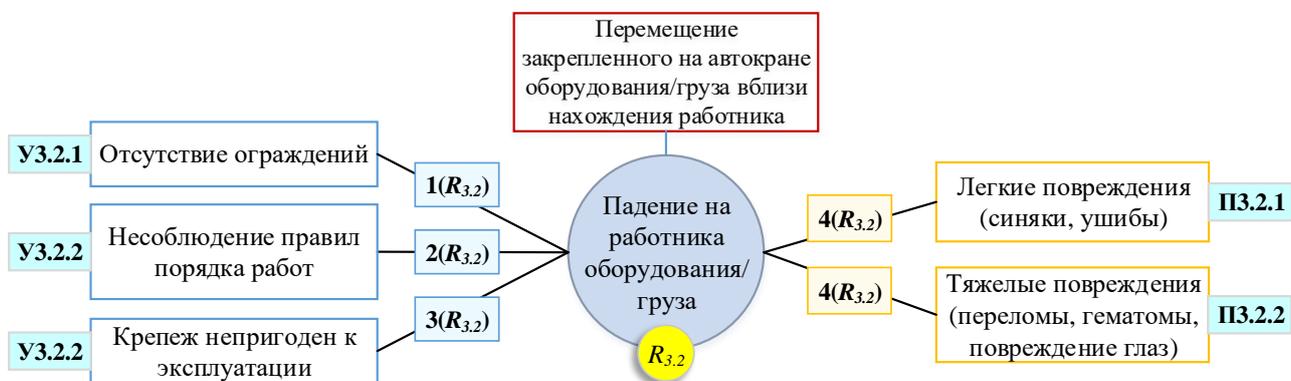
Барьеры для события с риском  $R_{3.1}$ :

$1(R_{3.1})$  – определение безопасных мест нахождения работника;

$2(R_{3.1})$  – допуск работников к работам;

$3(R_{3.1})$  – использование СИЗ (каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь).

Диаграмма для события с риском  $R_{3.2}$  приведена на Рисунке 2.7.



**Рисунок 2.7 – Диаграмма для опасного события падения на работника оборудования/ груза с риском  $R_{3.2}$**

Барьеры для события с риском  $R_{3.2}$ :

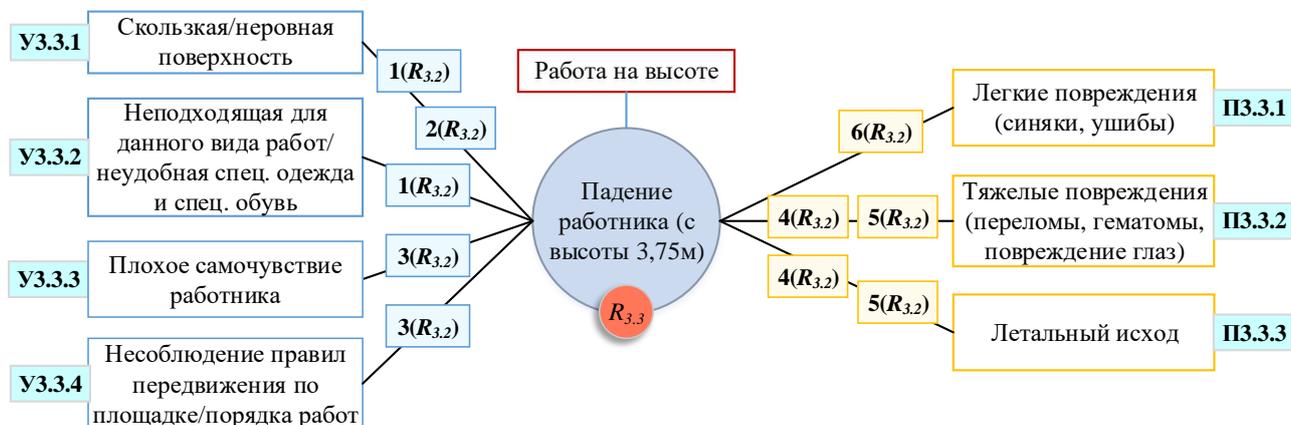
$1(R_{3.2})$  – определение безопасных мест нахождения работника;

$2(R_{3.2})$  – допуск работников к работам;

$3(R_{3.2})$  – допуск крепежных систем к работе;

4( $R_{3,2}$ ) – использование СИЗ (каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь).

Диаграмма для события с риском  $R_{3,3}$  изображена на Рисунке 2.8.



**Рисунок 2.8 – Диаграмма для опасного события падение работника (с высоты 3,75м) с риском  $R_{3,3}$**

Барьеры для события с рисками  $R_{3,3}$ :

1( $R_{3,3}$ ) – выдача спец. одежды и спец. обуви работнику;

2( $R_{3,3}$ ) – очистка поверхности перед началом работ;

3( $R_{3,3}$ ) – допуск работника к работам;

4( $R_{3,3}$ ) – применение работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте;

5( $R_{2,2}$ ) – осмотр ограждений, проверка надежности и допуск их к эксплуатации;

6( $R_{3,3}$ ) – использование работником СИЗ (каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь)

*Формирование анкеты допуска к работам.* В составленных диаграммах установлены необходимые барьеры, снижающие вероятность наступления возможных опасных событий и смягчающие тяжесть их последствий при реализации. Следовательно, барьеры являются мероприятиями по уменьшению риска данных событий. Чтобы барьеры выполняли свою защитную функцию необходимо определить для каждого из них критерии работоспособности. Для

этого разработаем анкету допуска к работам для рабочего места моториста при выполнении работ по загрузке цемента в емкость с указанием барьеров и критериев работоспособности барьеров (Таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Формирование анкеты допуска к работам по загрузке цемента

№ Барьера	Наименование барьера	Критерий работоспособности	Выполнимость критерия
<b>1. Захождение работника на площадку емкости цементовоза по лестнице</b>			
<b>Опасность: перепад по высоте по маршруту движения</b>			
1(R <sub>1</sub> )	Выдача подходящей спец. одежды и спец. обуви работнику	1.1 Специальная одежда используется и соответствует условиям работы	1.1.1 Одежда комфортна для работника, не стесняет движений, подобрана в соответствии с видом выполняемых работ и погодными условиями
		1.2 Специальная обувь используется и соответствует условиям работы	1.2.1 Обувь комфортна для работника, не стесняет движений, подобрана в соответствии с видом выполняемых работ имеет шипованную/ прорезиненную подошву против скольжения
2(R <sub>1</sub> )	Очистка поверхности перед началом работ	2.1 Снег и наледь на лестнице очищены	2.1.1 Лестница не имеет снега и наледи
		2.2 Снег и наледь на месте площадки очищены	2.2.1 Люки цистерны хорошо видны и могут быть открыты без затруднений
			2.2.2 Площадка не имеет снега, покрывающего наледь
3(R <sub>1</sub> )	Осмотр лестницы и допуск ее к эксплуатации	3.1 Лестница не имеет видимых дефектов элементов конструкции, требующих запрета эксплуатации	3.1.1 Отсутствуют видимые повреждения: трещины, видимые деформации, сквозная коррозия, следы разрушений болтовых/ сварных/ клёпочных соединений, отсутствующие элементы/ ступеньки, расшатанные ступеньки
4(R <sub>1</sub> )	Допуск работника к работам	4.1 Проверка знаний работников безопасных методов и приемов выполнения работ	4.1.1 Работники продемонстрировали уверенные знания безопасных методов и приемов выполнения работ
		4.2 Проверка знаний работников безопасного использования инструмента/оборудования	4.2.1 Работники продемонстрировали уверенные знания безопасного использования инструмента/оборудования
			4.2.2 Инструкция по работе с инструментом разработана
		4.3 Проверка знаний работника безопасного передвижения на лестнице/площадке	4.3.1 Работник продемонстрировал уверенные знания аккуратного и безопасного передвижения на лестнице и площадке
5(R <sub>1</sub> )	Применение работником системы непрерывной страховки при выполнении подъема и спуска по лестнице	5.1 Система непрерывной страховки применяется и соответствует условиям работы	5.1.1 Система страховки применяется работником
			5.1.2 При подъеме и спуске/перемещении работника на высоте применяется страховочная система длина которой исключает касание работника с нижерасположенной поверхностью земли при возможном падении работника с высоты 1,8 метра и выше
			5.1.3 Страховочная система закреплена, в любой момент времени, к точке крепления

Продолжение таблицы 2.4 – Формирование анкеты допуска к работам по загрузке цемента

5(R <sub>1</sub> )		5.2 Элементы системы непрерывной страховки надежны и не имеют неисправностей/повреждений, требующих их отбраковки	5.2.1 Точки крепления соответствуют минимальным критериям надежности	
			5.2.2 Точки крепления не имеют видимых неисправностей / повреждений (трещины, изломы, деформация), требующих их отбраковки	
			5.2.3 Страховочная привязь не имеет видимых неисправностей / повреждений, требующих их отбраковки	
		5.3 Система непрерывной страховки правильно применяются работником		5.3.1 Привязь надета на работнике поверх спецодежды
				5.3.2 Все элементы страховочной привязи застегнуты на все застёжки / пряжки
				5.3.3 Все лямки и элементы страховочной привязи не перекручены и отрегулированы: лямка по всей длине прилегает к спецодежде (определяется визуально)
				5.3.4 Задний элемент крепления страховочной привязи (D-образное кольцо) визуально находится на уровне лопаток
5.3.5 Страховочная привязь закреплена на работнике через специально для этого предназначенные замки, пряжки, кольца				
6(R <sub>1</sub> )	Осмотр ограждений, проверка надежности и допуск их к эксплуатации	6.1 Ограждения присутствует и не имеют видимых дефектов элементов конструкции, требующих запрета эксплуатации	6.1.1 Ограждение присутствует по всему периметру площадки	
			6.1.2 Отсутствуют видимые повреждения: трещины, видимые деформации, сквозная коррозия, следы разрушений болтовых/ сварных/ клёпочных соединений, отсутствующие элементы	
7(R <sub>1</sub> )	Использование работником СИЗ	7.1 Защитная каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь правильно используются и соответствуют условиям работы	7.1.1 Каска закреплена на работнике с помощью ремешка под подбородком	
			7.1.2 Перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь правильно применяются работником	
			7.1.3 Каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь не имеют видимых повреждений	

Продолжение таблицы 2.4 – Формирование анкеты допуска к работам по загрузке цемента

<b>2. Выполнение откручивания гаек с люка/ разрезания мешка с цементом для сыпания в емкость</b>		
<b>Опасность: использование инструмента</b>		
1(R <sub>2.1</sub> )	Допуск инструмента/ оборудования к применению	1.1 Элементы инструмента/ оборудования работают в штатном режиме и не имеют неисправностей/ повреждений
		1.1.1 На инструмент/ оборудование нанесен заводской и/или инвентарный номер
		1.1.2 Инструмент/ оборудование годен к эксплуатации по результатам испытаний
		1.1.3 Инструмент/ оборудование осмотрен и допущен к работе с нанесением маркировки
		1.1.4 Инструмент/ оборудование не имеет видимых дефектов, требующих запрета его эксплуатации
		1.2 Оборудование/ инструмент правильно применяются работником
		1.2.1 Оборудование/ инструмент используется в соответствии с инструкцией и правилами безопасных приемов и методов работ
		1.3 Оборудование/ инструмент соответствуют технологии проводимых работ
		1.3.1 Оборудование /инструмент указано в плане производства работ
2(R <sub>2.1</sub> )	Допуск работника к работам	аналогичен барьеру 4(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше
3(R <sub>2.1</sub> )	Использование работником СИЗ	аналогичен барьеру 7(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше
<b>Опасность: работа на высоте</b>		
1(R <sub>2.2</sub> )	Выдача подходящей спец. одежды и спец. обуви работнику	аналогичен барьеру 1(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше
2(R <sub>2.2</sub> )	Очистка поверхности перед началом работ	аналогичен барьеру 2(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше
3(R <sub>2.2</sub> )	Допуск инструмента/ оборудования к применению	аналогичен барьеру 1(R <sub>2.1</sub> ) – заполнен выше
4(R <sub>2.2</sub> )	Допуск работника к работам	аналогичен барьеру 4(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше

Продолжение таблицы 2.4 – Формирование анкеты допуска к работам по загрузке цемента

5(R <sub>2.2</sub> )	Применение работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте	6.1 Система непрерывной страховки применяется и соответствует условиям работы	6.1.1 Система страховки применяется работником
			6.1.2 При подъеме и спуске/перемещении работника на высоте применяется страховочная система длина которой исключает касание работника с нижерасположенной поверхностью земли при возможном падении работника с высоты 1,8 метра и выше
			6.1.3 Страховочная система закреплена, в любой момент времени, к точке крепления
		6.2 Элементы системы непрерывной страховки надежны и не имеют неисправностей/повреждений, требующих их отбраковки	6.2.1 Точки крепления соответствуют минимальным критериям надежности
			6.2.2 Точки крепления не имеют видимых неисправностей / повреждений (трещины, изломы, деформация), требующих их отбраковки
			6.2.3 Страховочная привязь не имеет видимых неисправностей / повреждений, требующих их отбраковки
		6.3 Система непрерывной страховки правильно применяются работником	6.3.1 Привязь надета на работнике поверх спецодежды
			6.3.2 Все элементы страховочной привязи застегнуты на все застежки / пряжки
			6.3.3 Все лямки и элементы страховочной привязи не перекручены и отрегулированы: лямка по всей длине прилегает к спецодежде (определяется визуально)
			6.3.4 Задний элемент крепления страховочной привязи (D-образное кольцо) визуально находится на уровне лопаток
6.3.5 Страховочная привязь закреплена на работнике через специально для этого предназначенные замки, пряжки, кольца			
6(R <sub>2.2</sub> )	Осмотр ограждений, проверка надежности и допуск их к эксплуатации	аналогичен барьеру 6(R <sub>i</sub> ) – заполнен выше	
7(R <sub>2.2</sub> )	Использование работником СИЗ	аналогичен барьеру 7(R <sub>i</sub> ) – заполнен выше	
<b>Этап 3. Ожидание установки направляющей воронки на загрузочный люк цементовоза автокраном/ установки мешков с цементом</b>			
<b>Опасность: нахождение вблизи движущегося технического средства</b>			
1(R <sub>3.1</sub> )	Определение безопасных мест нахождения работника	1.1 При работе технического средства работник находится на безопасном от него расстоянии	1.1.1 Установлены выделяющиеся знаки безопасности, а также ограждения безопасности, пересечение которых работником и техническим средством не допускается
2(R <sub>3.1</sub> )	Допуск работников к работам	аналогичен барьеру 4(R <sub>i</sub> ) – заполнен выше	

Продолжение таблицы 2.4 – Формирование анкеты допуска к работам по загрузке цемента

3(R <sub>3.1</sub> )	Использование работником СИЗ	аналогичен барьеру 7 (R <sub>1</sub> ) – заполнен выше	
<b>Опасность: перемещение закрепленного на автокране оборудования/груза вблизи нахождения работника</b>			
1(R <sub>3.2</sub> )	Определение безопасных мест нахождения работника	аналогичен барьеру 1(R <sub>3.1</sub> ) – заполнен выше	
2(R <sub>3.2</sub> )	Допуск работников к работам	аналогичен барьеру 4(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше	
3(R <sub>3.2</sub> )	Допуск крепежных систем к работе	3.1 Крепежные системы работают в штатном режиме и не имеют неисправностей/повреждений	3.1.1 Крепежные системы годны к эксплуатации по результатам испытаний 3.1.2 Крепежные системы не имеют видимых дефектов, требующих запрета их эксплуатации
		3.2 Крепежные системы правильно применяются работником	3.2.1 Крепежные системы используются в соответствии с инструкцией и правилами безопасных приемов и методов работ
4(R <sub>3.2</sub> )	Использование работником СИЗ	аналогичен барьеру 7 (R <sub>1</sub> ) – заполнен выше	
<b>Опасность: работа на высоте</b>			
1(R <sub>3.3</sub> )	Выдача подходящей спец. одежды и спец. обуви работнику	аналогичен барьеру 1(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше	
2(R <sub>3.3</sub> )	Очистка поверхности перед началом работ	аналогичен барьеру 2(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше	
3(R <sub>3.3</sub> )	Допуск работника к работам	аналогичен барьеру 4(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше	
4(R <sub>3.3</sub> )	Применение работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте	аналогичен барьеру 5(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше	
5(R <sub>3.3</sub> )	Осмотр ограждений, проверка надежности и допуск их к эксплуатации	аналогичен барьеру 6(R <sub>1</sub> ) – заполнен выше	
6(R <sub>3.3</sub> )	Использование работником СИЗ	аналогичен барьеру 7 (R <sub>1</sub> ) – заполнен выше	

Построение анкеты осуществляется исходя из построенных ранее диаграмм «галстук-бабочка», основанных на воздействии на работника опасностей и прогнозировании возможных происшествий и последствий. К установленным барьерам на каждом этапе работ составляется список критериев работоспособности, выполнение каждого из которых способствует работоспособности барьера. Таким образом, составленная в данной работе анкета позволит оценить безопасность работника на каждом этапе работ по загрузке цемента в цистерну. Если на каком-то из этапов барьеры повторяются, они не дублируются в анкете, так как подразумевается, что они уже проанализированы.

Заполним часть анкеты в соответствии с описанием несчастного случая падения работника (при выполнении откручивания гаек с люка) и проанализируем невыполненные критерии работоспособности (Таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Заполненная анкета допуска к работам для этапа работ откручивания гаек с люка/ разрезания мешка с цементом для ссыпания в емкость

№ Барьера	№ п/п	Выполнимость критерия	Ответ да/нет
<b>Опасность: использование инструмента</b>			
1(R <sub>2.1</sub> ) = 3(R <sub>2.2</sub> )	1.	На инструмент/ оборудование нанесен заводской и/или инвентарный номер	<b>НЕТ</b>
	2.	Инструмент/ оборудование годен к эксплуатации по результатам испытаний	<b>НЕТ</b>
	3.	Инструмент/ оборудование осмотрен и допущен к работе с нанесением маркировки	<b>НЕТ</b>
	4.	Инструмент/ оборудование не имеет видимых дефектов, требующих запрета его эксплуатации	<b>ДА</b>
	5.	Оборудование/ инструмент используется в соответствии с инструкцией и правилами безопасных приемов и методов работ	<b>НЕТ</b>
	6.	Оборудование /инструмент указано в плане производства работ	<b>НЕТ</b>
2(R <sub>2.1</sub> ) = 4(R <sub>2.2</sub> )	7.	Работники продемонстрировали уверенные знания безопасных методов и приемов выполнения работ	<b>ДА</b>
	8.	Работники продемонстрировали уверенные знания безопасного использования инструмента/оборудования	<b>ДА</b>
	9.	Инструкция по работе с инструментом разработана	<b>ДА</b>
	10.	Работник продемонстрировал уверенные знания аккуратного и безопасного передвижения на лестнице и площадке	<b>ДА</b>
	11	Самочувствие работника в норме, включая физическое и психическое, координация не нарушена	<b>ДА</b>

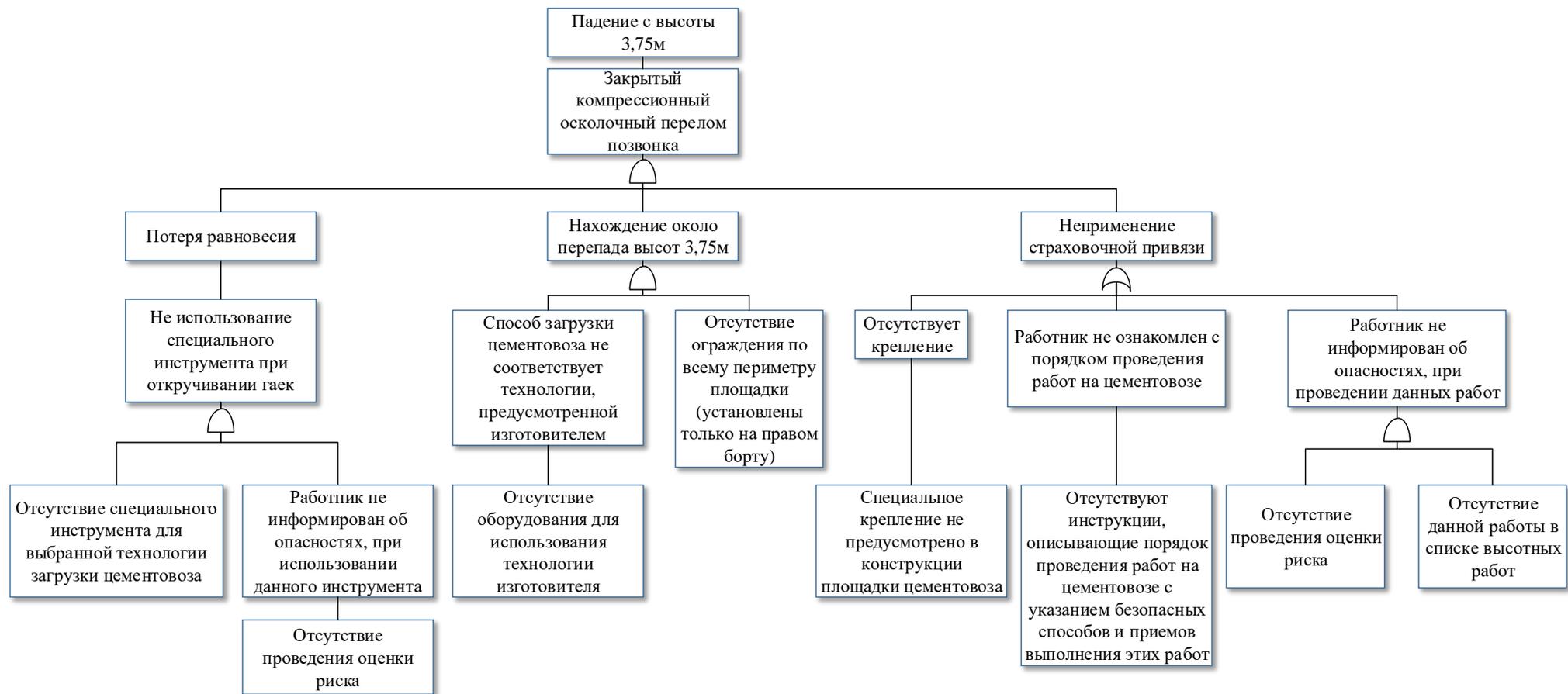
Продолжение таблицы 2.5 – Заполненная анкета допуска к работам для этапа работ откручивания гаек с люка/ разрезания мешка с цементом для ссыпания в емкость

3(R <sub>2.1</sub> )	12.	Каска закреплена на работнике с помощью ремешка под подбородком	ДА
	13.	Перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец обувь правильно применяются работником	ДА
	14.	Каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь не имеют видимых повреждений	ДА
<b>Опасность: работа на высоте</b>			
1(R <sub>2.2</sub> )	15.	Одежда комфортна для работника, не стесняет движений, подобрана в соответствии с погодными условиями	ДА
	16.	Обувь имеет шипованную/ прорезиненную подошву против скольжения	ДА
2(R <sub>2.2</sub> )	17.	Люки цистерны хорошо видны и могут быть открыты без затруднений	ДА
	18.	Площадка не имеет снега, покрывающего наледь	ДА
5(R <sub>2.2</sub> )	19.	Система страховки применяется работником	НЕТ
	20.	При подъеме и спуске/перемещении работника на высоте применяется страховочная система длина которой исключает касание работника с нижерасположенной поверхностью земли при возможном падении работника с высоты 1,8 метра и выше	НЕТ
	21.	Страховочная система закреплена, в любой момент времени, к точке крепления	НЕТ
	22.	Точки крепления соответствуют минимальным критериям надежности	НЕТ
	23.	Точки крепления не имеют видимых неисправностей/ повреждений (трещины, изломы, деформация), требующих их отбраковки	НЕТ
	24.	Страховочная привязь не имеет видимых неисправностей/ повреждений, требующих их отбраковки	ДА
	25.	Привязь надета на работнике поверх спецодежды	НЕТ
	26.	Все элементы страховочной привязи застегнуты на все застёжки/ пряжки	НЕТ
	27.	Все лямки и элементы страховочной привязи не перекручены и отрегулированы: лямка по всей длине прилегает к спецодежде (определяется визуально)	НЕТ
	28.	Задний элемент крепления страховочной привязи (D-образное кольцо) визуально находится на уровне лопаток	НЕТ
	29.	Страховочная привязь закреплена на работнике через специально для этого предназначенные замки, пряжки, кольца	НЕТ
6(R <sub>2.2</sub> )	30.	Ограждение присутствует по всему периметру площадки	НЕТ
	31.	Отсутствуют видимые повреждения: трещины, видимые деформации, сквозная коррозия, следы разрушений болтовых/ сварных/ клёпочных соединений, отсутствующие элементы	НЕТ

Из таблицы 2.5 мы можем видеть, что на данном этапе не выполняется 3 из 7 барьеров. Несработавший барьер «1(R<sub>2.1</sub>) Допуск инструмента/ оборудования к применению» мог уменьшить вероятность наступления

происшествия, и, если бы барьеры «5( $R_{2.2}$ ) Применение работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте» и «6( $R_{2.2}$ ) Осмотр ограждений, проверка надежности и допуск их к эксплуатации» сработали, то последствия могли бы быть не такими серьезными.

Причины невыполнений критериев работоспособности (ответ: нет) образуют основные и системные причины опасных событий. Следовательно, чтобы создать условия выполнения критериев работоспособности, необходимо предложить мероприятия по устранению данных причин. Посредством анализа критериев работоспособности и анализа построенного дерева причин (Рисунок 2.9) сформируем список основных и системных причин происшествия и предложим мероприятия по их устранению (Таблица 2.6).



**Рисунок 2.9 – Дерево причин несчастного случая падения работника с высоты 3,75м**

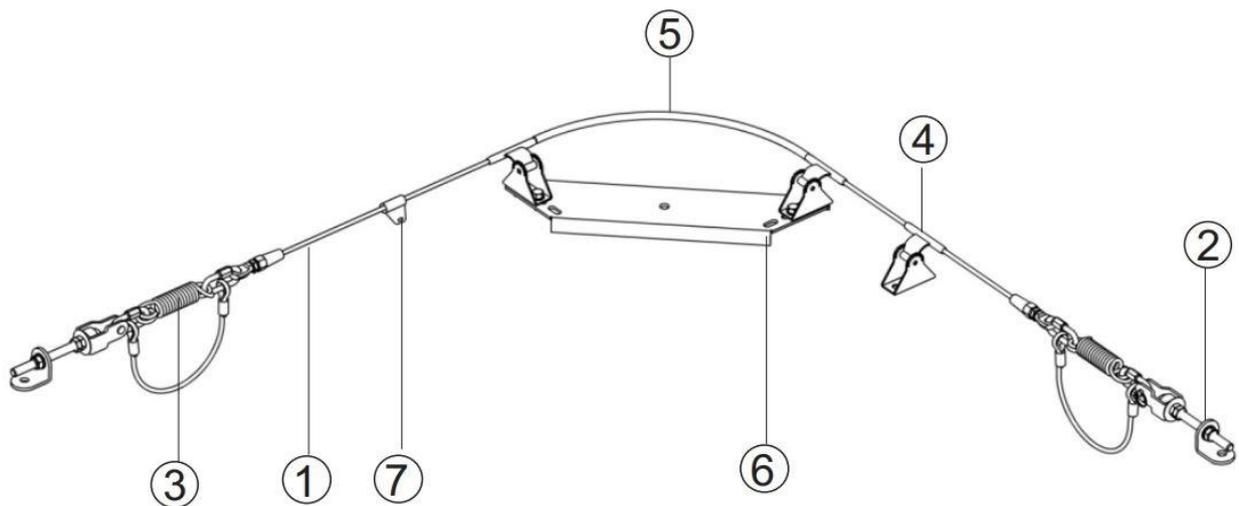
Таблица 2.6 – Предложение мероприятий по устранению основных и системных причин опасных событий

№ п/п	Наименование причины	Мероприятие по устранению
<b>Основные причины</b>		
1.	Отсутствие ограждения по всему периметру площадки (установлены только на правом борту)	Установка перильного ограждения по всему периметру площадки
<b>Системные причины</b>		
2.	Отсутствие специального инструмента для выбранной технологии загрузки цементовоза	Разработка проекта типовой формы технического задания на услугу «цементирование обсадных колонн и хвостовиков, установка цементных мостов» с указанием полного перечня необходимого оборудования и специализированной техники.
3.	Отсутствие оборудования для использования технологии изготовителя	
4.	Отсутствие проведения оценки риска и доведения ее результатов до работника	Включить должность моториста ЦА в список должностей, требующих проведение оценки профессионального риска. Проведение оценки риска. В данной работе предложено заполнение анкеты допуска к работам (Таблица 2.4), которая включает в себя барьеры и критерии их работоспособности. Заполнение данной анкеты поможет ориентироваться в соблюдении всех установленных правил безопасности.
5.	Отсутствуют инструкции, описывающие порядок проведения работ на цементовозе с указанием безопасных способов и приемов выполнения этих работ	Разработка инструктажей для работников, описывающих порядок проведения работ по загрузке цементовоза цементом с указанием безопасных способов и приемов выполнения этих работ
6.	Отсутствие данной работы в списке высотных работ	Данный вид работ необходимо включить в список высотных работ т.к. производятся на расстоянии ближе 2 м от неогражденных перепадов по высоте более 1,8 м

Продолжение таблицы 2.6 – Предложение мероприятий по устранению основных и системных причин опасных событий

7.	<p>Специальное крепление не предусмотрено в конструкции площадки цементовоза</p>	<p>Предлагается по борту площадки обслуживания цистерны установить гибкую горизонтальную анкерную линию АКСИОС, к которой к которому будет присоединяться карабин страховочной привязи работника (Рисунок 2.9). Крайние и промежуточные анкеры будут крепиться к существующей конструкции площадки обслуживания.</p> <p>Состав страховочной системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• гибкая анкерная линия АКСИОС – гибкая горизонтальная анкерная линия, представляющая собой трос из нержавеющей стали, устанавливаемый на концевые и промежуточные анкерные точки при помощи специальных анкерных столбиков;</li> <li>• средство защиты ползункового типа (захват) на гибкой анкерной линии STOPLINE – захват перемещается вдоль анкерной линии, сопровождая пользователя, не требует ручной регулировки во время перемещения и автоматически блокируется на анкерной линии при падении пользователя;</li> <li>• карабин винтовой (AZR 090) – входит в состав соединительно-амортизирующей подсистемы, соединяет анкерную линию и подвижную анкерную точку;</li> <li>• страховочная привязь ST5 – в качестве устройства удержания тела, используемое в страховочной системе для остановки падения.</li> </ul>
----	--	---

На рисунке 2.6 представлена подробная схема анкерного устройства, которая позволит страховать работника во время нахождения на высоте.



**Рисунок 2.6 – гибкая анкерная линия АКСИОС. Описание обозначений: 1 – гибкая анкерная линия; 2 – крайний анкер; 3 – амортизатор; 4 – промежуточный анкер; 5 – поворотная трубка; 6 – поворотная пластина; 7 – подвижная кулиса (бегунок)**

*Оценка остаточного риска.* Произведем балльную оценку риска на рабочем месте моториста ЦА для каждой из выявленных опасностей с учетом выстроенных барьеров безопасности (Таблица 2.7).

Предложенными мероприятиями мы воздействуем на вероятность или тяжесть последствий. На частоту воздействия опасности в рассматриваемом случае мы воздействовать не можем так как работодатель не может исключить или уменьшить количество производимых работ на высоте. Данные мероприятия были предложены в рамках создания диаграмм «галстук-бабочек». Таким образом, барьеры, снижающие вероятность опасного события:

- выдача подходящей спец. одежды и спец. обуви работнику;
- очистка поверхности перед началом работ;
- осмотр лестницы и допуск ее к эксплуатации;
- допуск работника к работам;
- допуск инструмента/оборудования к применению;
- определение безопасных мест нахождения работника;
- допуск крепежных систем к работе.

Барьеры, уменьшающие серьезность последствий, состоят в применении работником системы непрерывной страховки при выполнении работ на высоте, осмотре ограждений и допуск их к эксплуатации, а также в использовании работником СИЗ (каска, перчатки, защитные очки, спец. одежда и спец. обувь).

Таким образом, исходя из результатов оценки, предложенными мероприятиями удалось снизить риск до очень низких значений на каждом из этапов работ. Влияние отдельных видов опасностей в некоторых случаях невозможно уменьшить до приемлемого уровня превентивными мероприятиями или защитными средствами от последствий. В данной ситуации такой опасностью является работа на высоте – только при ее исключении (уменьшение количества высотных работ) можно снизить риск до нуля (до приемлемого). Поэтому риск рассматриваемых событий  $R_{оcм2.2}$ ,  $R_{оcм3.2}$  и  $R_{оcм3.3}$  не может быть снижен до приемлемого, однако он выходит в рамки допустимого.

Таблица 2.7 – Оценка остаточного риска при выполнении работ загрузки цемента в цементовоз с барьерами

Вид выполняемых работ	Опасность	Опасное событие с риском $R_n$	Оценка риска в баллах (без предложенных барьеров)				Показатель	Меры управления
			Вероятность ( $P$ )	Тяжесть ( $S$ )	Характер воздействия ( $C$ )	Итоговое значение ( $R$ )		
1. Захождение работника на площадку емкости цементовоза по лестнице	Перепад по высоте по маршруту движения	( $R_{1ocm}$ ) Падение работника с лестницы (с высоты от 1,8 до 3,75м)	5	0,1	2,5	1,25	Приемлемый	Не требуется проведение дополнительных мероприятий по снижению уровня риска. Следует контролировать уровень опасности и существующие меры управления риском в рабочем состоянии
2. Выполнение откручивания гаек с люка/разрезания мешка с цементом для сыпания в емкость	Использование инструмента	( $R_{2.1ocm}$ ) Травмирование работника, вследствие неправильно используемого или неисправного инструмента	1	0,5	2,5	1,25	Приемлемый	Не требуется проведение дополнительных мероприятий по снижению уровня риска. Следует контролировать уровень опасности и существующие меры управления риском в рабочем состоянии
	Работа на высоте	( $R_{2.2ocm}$ ) Падение работника (с высоты 3,75м)	5	0,5	2,5	6,25	Низкий риск	Риск считается допустимым, необходимо поддерживать существующие меры управления риском в рабочем состоянии

Продолжение таблицы 2.7 – Оценка остаточного риска при выполнении работ загрузки цемента в цементовоз с барьерами

3. Ожидание установки направляющей воронки на загрузочный люк цементовоза автокраном/установки мешков с цементом	Нахождение вблизи движущегося технического средства	( <i>R<sub>3.1ост</sub></i> ) Травмирование работника частями движущегося технического средства	1	2	1,5	3	Приемлемый	Не требуется проведение дополнительных мероприятий по снижению уровня риска. Следует контролировать уровень опасности и существующие меры управления риском в рабочем состоянии
	Перемещение закрепленного на автокране оборудования вблизи нахождения работника	( <i>R<sub>3.2ост</sub></i> ) Падение на работника оборудования/ груза вследствие его ненадежного закрепления	1	4	1,5	6	Низкий риск	Риск считается допустимым, необходимо поддерживать существующие меры управления риском в рабочем состоянии
	Работа на высоте	( <i>R<sub>3.3ост</sub></i> ) Падение работника (с высоты 3,75м)	5	0,5	2,5	6,25	Низкий риск	Риск считается допустимым, необходимо поддерживать существующие меры управления риском в рабочем состоянии

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

В выпускной квалификационной работе предлагается внедрение в систему безопасности организации упорядоченных процедур действий по оценке риска, заключающихся в установлении «барьеров безопасности» на конкретное рабочее место, для снижения вероятности происшествия и уменьшения тяжести последствий, связанных с падением с высоты. Использование данных процедур продемонстрировано на рабочем месте моториста ЦА, производившего работы на высоте.

В представленном разделе произведем финансовую эффективность проекта, предложенных в работе мероприятий.

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

##### *3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования*

На каждом предприятии существует необходимость совершенствования системы управления охраной труда, обеспечения безопасности работников путем снижения травматизма и заболеваний. Для обеспечения результативности СУОТ совершенствование ее должно быть основано на управлении профессиональными рисками работников при обязательном выполнении применимых требований охраны труда.

В данной выпускной квалификационной работе разработан метод обеспечения безопасности (на основе оценки профессиональных рисков) с учетом особенностей проведения работ на высоте. Отсюда можно сделать вывод, что потенциальными потребителями результатов исследования являются все организации, деятельность работников которых связана с работами на высоте.

Необходимость в оценке профессиональных рисков существует на разных рынках потребления. В разных организациях методы обеспечения

безопасности производятся разными методами, а оценка риска в разных целях. В зависимости от этого построим карту сегментирования рынка для выбора рынка, на котором метод обеспечения безопасности, разрабатываемый в данной работе будет наиболее актуален. Приведем анализ сегментирования рынка (Рисунок 3.1).

Сферы использования методов	Возможности метода обеспечения безопасности в организации на основе барьерной логики				
	Оценка риска для события падения с высоты	Возможность оценки риска для конкретного рабочего места	Связь между причинами, опасным событием и последствиями	Возможность заполнения анкет допуска к работам	Возможность подставания шкалы оценивания риска под конкретные работы
Организации, деятельность которых связана с работами на высоте	Blue Orange	Blue	Blue	Blue	Blue
Организации по оказанию услуг в сфере охраны труда	Blue Orange	Blue	Blue	Blue	Blue Orange
Образовательные организации в сфере охраны труда	Blue Orange Yellow	Blue Orange Yellow	Blue	Blue Orange	Blue Orange Yellow

	Метод обеспечения безопасности в организации на основе барьерной логики
	Метод обеспечения безопасности в организации на основе составления плана управления неприемлемыми рисками (в рамках СУОТ)
	Метод обеспечения безопасности в организации не на основе оценки рисков

**Рисунок 3.1 – Карта сегментирования рынка организаций по использованию методов обеспечения безопасности**

Таким образом, исходя из анализа сегментов рынка, приоритетным потребителем данного метода могут стать организации, деятельность которых связана с работами на высоте.

### 3.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Оценка рисков проводится в целях минимизации возможных негативных последствий, а также в целях обеспечения конкурентного преимущества.

Выбор метода оценки рисков зависит от ряда факторов — целей оценки рисков, количества статистической информации, точности результатов, ресурсов и т.д.

Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, приведенной ниже.

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии	Вес критерия $B_i$	Баллы, $B_i$			Конкурентоспособность		
		$M_3$	$M_c$	$M_a$	$K_a$	$K_c$	$K_a$
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Простота	0,05	4	3	5	0,2	0,15	0,25
Малая трудоемкость	0,15	3	2	4	0,45	0,3	0,6
Наличие четкой системы критериев оценки рисков	0,2	3	4	5	0,6	0,8	1
Наличие в свободном доступе исходных данных, ресурсов	0,05	3	1	5	0,15	0,05	0,25
Объективность оценки	0,2	3	5	4	0,6	1	0,8
Точность метода	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Цена	0,15	4	5	5	0,6	0,75	0,75
Конкурентоспособность	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
Итого	1	29	27	37	3,5	3,75	4,55

Сокращения:  $M_3$  – экспертный метод;  $M_c$  – статистический метод;  $M_a$  – аналитический метод.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (3.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки;

$B_i$  – вес показателя в долях единицы;

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Аналитический метод оценки риска «Файн-Кинни» основан на учете трех составляющих: вероятность (происхождения нежелательного события), воздействие (насколько часто происходит воздействие) и последствия (тяжесть последствия). Для оценки профессионального риска (рабочих мест) важны такие преимущества данного метода, как простота расчета, наглядность

выходных данных, возможность планирования мероприятий с учетом значимости риска, возможность применения для любого предприятия.

Усовершенствование данного метода в настоящей работе предусматривает снижение необъективности оценки за счет привязки критериев оценки риска к конкретным производственным процессам на рабочем месте, а также за счет составления стандартизированной анкеты при помощи которой можно проводить проверку заранее предусмотренных элементов производственной среды.

### 3.1.3. SWOT-анализ

SWOT – это комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внутренней и внешней среды проекта. Для того что бы найти сильные и слабые стороны, методики оценки рисков и методов-конкурентов проведем SWOT-анализ.

Таблица 3.2 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны:</b>          С1. Усовершенствование СУОТ          С2. Организация безопасных условий труда          С3. Снижение уровня возможного возникновения опасных факторов          С4. Выявление опасностей для конкретного рабочего места          С5. Предложение мероприятий, улучшающих условия труда на рабочем месте          С6. Предложение алгоритма составления анкеты допуска к работам, позволяющей независимо от эксперта оценить риск на рабочем месте</p>	<p><b>Слабые стороны:</b>          Сл1. Все этапы оценки риска предполагают больших временных затрат          Сл2. Снижение риска до нуля невозможно          Сл3. Невозможность составить план оценки рисков для всех, на каждом предприятии необходимо использовать индивидуальный подход          Сл4. На начальном этапе необходимость вовлечения эксперта для составления критериев оценки риска для конкретной организации</p>
--	---	--

Продолжение таблицы 3.2 – Матрица SWOT

<p><b>Возможности:</b>          В1. Рост количества средств, используемых в качестве мероприятий по уменьшению риска          В2. Создание новых видов методик оценки рисков          В3. Возможность сотрудничества с экспертами в области оценки риска          В4. Большой потенциал усовершенствования методики оценки рисков          В5. Увеличение спроса на оценку профессионального риска в связи с изменениями в законодательстве          В6. Возможность создания программного обеспечения для реализации метода</p>	<p>В1С2С2С3С5,          В2В4С1С2С3С6,          В3С1С2С3С4,          В5С2С3,          В6С1:          В целом посредством исследования и применения новых методик или улучшения предложенной, возможно усовершенствовать СУОТ – увеличить точность оценки риска и качество предлагаемых мероприятий. В связи с недавними изменениями в законодательстве возможно спрос на оценку риска возрастет, что принесет прибыль организациям-оценщикам и уменьшит расходы организаций потребителей в связи с уменьшением травматизма.</p>	<p>В2В4Сл1Сл3Сл4,          В3Сл1Сл4, В6Сл1:          При создании новых методик оценки риска или усовершенствовании предложенной время трудоемкого процесса оценки риска можно сократить, также это можно сделать за счет разработки программных обеспечений. Возможно вовлечение экспертов в оценке рисков в определенной области (например, при работах на высоте), чтобы на начальном этапе установить критерии оценки. Таким образом последующую оценку можно будет проводить без участия эксперта, знаниями среднестатистических опытных специалистов.</p>
<p>Угрозы:          У1. Оценка риска может показать неточные результаты          У2. Предложенные мероприятия по уменьшению риска могут не сработать          У3. В сфере охраны труда установлены приоритетные, проверенные методы обеспечения безопасности          У4. Недостаточная компетентность эксперта в составлении критериев оценки риска</p>	<p>У2С6, У3С1С2С3С4С5С6:          Вероятность неточности результатов оценки риска невозможно исключить, однако ее можно уменьшить за счет увеличения объективности оценки путем привязки критериев оценки риска к определенному виду работ. В области охраны труда зарекомендовали уже существующие методы оценка риска. Необходимо доносить до потребителя преимущества внедрения новых алгоритмов в систему безопасности, которые не только будут соответствовать законодательству, но и качественно улучшат условия труда на рабочем месте.</p>	<p>У1Сл4, У2Сл4:          Для того, чтобы уменьшить вероятность неточности оценки риска, а также несрабатывания выбранных мероприятий по уменьшению риска, на начальном этапе составление барьеров безопасности и анкет допуска необходимо согласовывать с экспертом.</p>

Выявим соответствия сильных и слабых сторон исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данное соответствие или несоответствие помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивную матрицу проекта.

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны						Слабые стороны			
		С1	С2	С3	С4	С5	С6	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
Возможности	В1	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
	В2	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
	В3	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+
	В4	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
	В5	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	В6	+	0	0	0	0	0	+	-	-	-
Угрозы	У1	0	-	-	0	0	0	-	-	-	+
	У2	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
	У3	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценим степень готовности проекта к коммерциализации, для этого оценим показатели проекта в зависимости от степени проработанности научного проекта и уровня имеющихся знаний у разработчика по пятибалльной шкале.

Таблица 3.4 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	3	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	2	2
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	1	1

Продолжение таблицы 3.4 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	1
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	2
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	2	2
<b>Итого баллов</b>		29	32

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сумм}} = \sum B_i, \quad (3.2)$$

где  $B_{\text{сумм}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сумм}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Таким образом по результатам оценки можно сказать, что на данном этапе перспективность разработки оценена ниже среднего, а знания разработчика не достаточными для ее коммерциализации.

### *3.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования*

Коммерциализация научно-технического исследования – процесс превращения инновационного продукта в рыночный товар с целью извлечения прибыли.

Иначе говоря, процесс совпадения форматов поведения покупателя и продавца разработки относительно возможности использования, стоимости, перехода прав собственности на данную разработку (или рыночное освоение).

Процесс коммерциализации разработки является ключевым этапом инновационной деятельности в результате которого происходит возмещение затрат разработчика (или владельца) инновационного продукта и получение им прибыли от своей деятельности.

Успешно продвигать услугу (метод оценки профессионального риска) можно посредством организации собственного предприятия или сотрудничества с уже имеющимся. Это должна быть организация, в сферу деятельности которой входит оказание услуг по оценке риска. Также можно передать третьим лицам права использования объектов интеллектуальной собственности на лицензионной основе или на договорной основе, если лицензирование данного метода не предусмотрено. Данные способы наиболее подходят продвижению рассматриваемого в данной работе метода так как он не имеет физического выражения, и является интеллектуальной собственностью разработчика, а также может быть переконвертирован в оказание услуг организациям, нуждающимся в оценке риска.

## **3.2 Инициация проекта**

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового научно-исследовательского проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание, фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны

проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика научно-исследовательского проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

### 3.2.1 Цели и результат проекта

Ниже приведена таблица заинтересованных сторон проекта, а также их ожиданий от разработки (Таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
Организации, осуществляющие оценку профессионального риска на коммерческой основе	Использование приведенной методики для оценки риска для организаций, осуществляющих работы на высоте.
Организации, осуществляющие работы на высоте	Проведение самостоятельно оценки профессионального риска для работников организации. Осуществление рекомендованных мероприятий для минимизации и(или) ликвидации профессионального риска для работников организации.
Образовательные организации в сфере охраны труда	Изучение приведенной методики, оценка ее эффективности с целью обучения экспертов в области оценки риска.

В Таблице 3.6 приведена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 3.6 – Цели проекта и критерии их достижения

<b>Цели проекта:</b>	Разработка методики оценки профессионального риска с учетом особенностей для работников, производящих работы на высоте.
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Получение методики для оценки профессионального риска учитывающие все факторы, которые могут повлиять на работников, производящих работы на высоте.

*Продолжение таблицы 3.6 – Цели проекта и критерии их достижения*

<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Практическая значимость результата проекта реализуется в области охраны труда, а именно разработка мероприятий снижающих возможность возникновения профессиональных заболеваний и травматизма в организации.
<b>Требования к результату проекта:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Использование методики для организаций, осуществляющих работы на высоте.</li> <li>2. Получение численного значения уровня профессионального риска.</li> <li>3. Предложение рекомендаций по снижению уровня риска.</li> <li>4. Применение полученных данных при проведении оценки профессиональных рисков для других организаций, проводящих работы на высоте, с учетом их особенностей.</li> </ol>

### *3.2.2. Организационная структура проекта*

На данном этапе работы были решены следующие вопросы: кто входил в рабочую группу данного проекта, определена роль каждого участника в данном проекте, прописаны функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

*Таблица 3.7 – Рабочая группа проекта*

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО, основное место работы, должность</b>	<b>Роль в проекте</b>	<b>Функции</b>	<b>Трудозатраты, час.</b>
1.	Суханова М.А., Главный специалист по охране труда, ООО «Газпромнефть-Восток»	Координация (руководитель проекта)	Координирование деятельности	144
2.	Керова О.И., магистрант ОКД НИ ТПУ	Выполнение (исполнитель проекта)	Выполнение исследовательской работы	1008
<b>ИТОГО:</b>				<b>1152</b>

### **3.3. Планирование управления научно-техническим проектом**

#### *3.3.1. Иерархическая структура работ проекта*

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта.

На рисунке 3.2 представлена ИСР настоящего проекта.



**Рисунок 3.2 – Иерархическая структура работ по проекту**

### 3.3.2. План проекта

В рамках планирования научного проекта был построен линейный график проекта (Таблица 3.8). Расчет продолжительности и последовательности работ дает возможность своевременно и эффективно выполнять запланированный объем работ.

*Таблица 3.8 – Календарный план проекта*

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность		Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
		Рабочие дни	Календарные дни			

Продолжение таблицы 3.8 – Календарный план проекта

1.1	Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели и задач.	5	8	20.11.2020	26.11.2020	Суханова М.А. Керова О.И.
1.2	Выбор объектов и методов исследования	5	8	27.11.2020	03.12.2020	Суханова М.А. Керова О.И.
1.3	Определение стадий, этапов и сроков разработки	5	8	03.12.2020	09.12.2020	Суханова М.А. Керова О.И.
3.1	Подбор и анализ литературы	30	45	09.12.2020	19.01.2021	Керова О.И.
3.2	Сбор материалов и статистических данных	20	30	19.01.2020	15.02.2021	Керова О.И.
3.3	Проведение теоретических обоснований	4	6	15.02.2021	18.02.2021	Керова О.И.
3.4	Анализ статистических данных	5	8	18.02.2021	24.02.2021	Керова О.И.
2.1	Использование метода для оценки профессионального риска	23	35	24.02.2021	26.03.2021	Керова О.И.
2.2	Оформление результатов оценки	10	15	26.03.2021	08.04.2021	Керова О.И.
1.4	Согласование полученных данных с руководителем	3	5	08.04.2021	12.04.2021	Суханова М.А. Керова О.И.
2.3	Предложение мероприятий выстраивание барьеров	11	17	12.04.2021	26.04.2021	Керова О.И.
3.5	Оценка эффективности полученных результатов	4	6	26.04.2021	29.04.2021	Керова О.И.
1.5	Работа над выводом	4	6	29.04.2021	04.05.2021	Керова О.И.
1.6	Оценка результатов, подведение итогов и оформление работы	15	23	04.05.2021	24.05.2021	Керова О.И.
Итого:		144	216			

### 3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3.3)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (3.4)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – кол-во календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – кол-во выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – кол-во праздничных дней в году.

Согласно производственному календарю на 2021 год, количество календарных 365 дней, кол-во рабочих дней составляет 243 дней, кол-во выходных, праздничных и нерабочих дней – 122, таким образом:  $k_{\text{кал}} = 1,5$ .

Далее построим диаграмму Ганта. Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Диаграмма представлена в Таблице 3.9.

В данном графике *раннее и позднее окончание каждой работы совпадает с ранним и поздним началом каждой работы*, поэтому критический путь равен *полному резерву времени работ* – 216 календарных дней.

Таблица 3.9 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Название работ	Исполнители	Т <sub>к</sub> , кал. дни	Продолжительность выполнения работ																				
				Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1.1	Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели и задач.	Р, М	8	■	■																			
1.2	Выбор объектов и методов исследования	Р, М	8		■	■																		
1.3	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Р, М	8		■	■																		
3.1	Подбор и анализ литературы	М	45			■	■	■	■	■	■													
3.2	Сбор материалов и статистических данных	М	30						■	■	■	■												
3.3	Проведение теоретических обоснований	М	6									■												
3.4	Анализ статистических данных	М	8									■	■											
2.1	Использование метода для оценки профессионального риска	М	35										■	■	■	■	■							
2.2	Оформление результатов оценки	М	15														■	■	■					
1.4	Согласование полученных данных с руководителем	Р, М	5															■	■					
2.3	Предложение мероприятий – выстраивание барьеров	М	17															■	■	■				
3.5	Оценка эффективности полученных результатов	М	6																	■	■			
1.5	Работа над выводом	М	6																		■	■		
1.6	Оценка результатов, подведение итогов и оформление работы	М	23																		■	■		



– Руководитель



– Магистрант

### 3.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

#### 3.4.1 Расчет затрат на материалы

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Затраты сгруппированы по статьям и представлены в Таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Затраты на сырье и материалы

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Распечатка материалов диссертации	120 листов	1,5	180
Канцелярские товары	1 комплект	200	200
Интернет	3 месяца	350	1050
Всего за материалы			1430
Транспортно-заготовительные расходы (5%)			72
Электроэнергия			220
Итого по статье			1722

#### 3.4.2 Расчет затрат на оборудование

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по данной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Данные по затратам на оборудование приведены в Таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
Ноутбук	1	30	30
USB Flash накопитель	1	0,5	0,5
Итого по статье			30,5

### 3.4.3 Расчет основной заработной платы

В настоящую статью включена основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда).

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (3.5)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (3.6)$$

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

$T_{раб}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дней;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (3.7)$$

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

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

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней (Таблица 3.12).

Таблица 3.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант (исполнитель)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	88	88
- выходные дни	30	30
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	28
- отпуск	10	20
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	189	199

*Месячный должностной оклад работника:*

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (3.8)$$

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

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 1,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{б}}$ );

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 1,2 – 1,5;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

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

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (3.11)$$

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

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

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

Расчет основной и дополнительной заработной платы приведен в Таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Расчет основной и дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$ , тыс. руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , тыс. руб.	$Z_{\text{дн}}$ , тыс. руб..	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , тыс. руб.	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{доп}}$ , тыс. руб.	$C_{\text{зп}}$ , тыс. руб.
Руководитель	12,45	1,3	1,2	1,3	40,46	2,23	18	40,08	0,12	4,81	44,89
Магистрант	2,41	-	-	1,3	3,13	0,16	144	23,58	-	-	23,58
Итого $Z_{\text{осн}}$ :								63,65	Итого по статье $C_{\text{зп}}$ :		68,46

#### 3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (3.12)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) равен 30% (0,3).

Таблица 3.14 – Отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы

Исполнитель	Отчисления от основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ , тыс. руб	Отчисления от дополнительной заработной платы $Z_{\text{доп}}$ , тыс. руб.	Итого $C_{\text{внеб}}$ , тыс. руб.
Научный руководитель	12,02	1,44	13,47
Магистрант	7,07	-	7,07

#### 3.4.5 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относится амортизация основных средств, расходы на их

содержание, техобслуживание и ремонт (здания, сооружения, транспорт) и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70–90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

В связи с тем, что при проведении исследования использовалось собственное оборудование, рассчитаем его амортизацию.

Линейный способ относится к самым распространенным. Его используют примерно 70 % всех предприятий. Популярность линейного способа обусловлена простотой применения. Суть его в том, что каждый год амортизируется равная часть стоимости данного вида основных средств. Ежегодную сумму амортизации рассчитывают следующим образом:

$$A = \frac{C_{\text{перв}} \cdot k \cdot H_a}{100}, \quad (3.13)$$

где  $C_{\text{перв}}$  – первоначальная стоимость объекта;

$k$  – коэффициент ускорения;

$H_a$  – норма амортизации для данного объекта, %:

$$H_a = \frac{1}{T} \cdot 100, \quad (3.14)$$

где  $T$  – срок службы основных средств, год.

Рассчитаем амортизацию оборудования (ноутбука) линейным способом. При эксплуатации оборудования в течение пяти лет норма амортизации будет рассчитана следующим образом:

$$H_a = \frac{1}{5} \cdot 100 = 20\%.$$

Тогда амортизация на год написания научно-технического исследования будет рассчитываться как:

$$A = \frac{30 \cdot 20}{100} = 6 \text{ тыс. руб.}$$

Рассчитанная величина затрат НИР является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 3.15 – Расчет бюджета затрат НТИ

№ п/п	Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля затрат, %
1.	Затраты на сырье и материалы	1,722	1,6
	Затраты на оборудование	30,5	28,6
2.	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	63,65	59,7
3.	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4,81	4,5
4.	Накладные расходы	6	5,6
5.	Бюджет затрат НТИ	106,68	

Итого, общий бюджет затрат составляет 106,68 тыс. рублей. Основную его долю составили затраты по основной з/п (59,7%) и затраты на оборудование (~28,6%). Наименьшую долю затрат составляют расходы на сырье и материалы (~1,6%).

### 3.5. Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная.

Из Таблицы 3.16 посредством оценки критериев выбора для настоящего исследования выбрана проектная структура.

Таблица 3.16 – Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	Высокая

Продолжение таблицы 3.16 – Выбор организационной структуры научного проекта

Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	Низкая
--	---------	---------	--------

Таким образом изобразим графически структуру проекта (Рисунок 3.3).

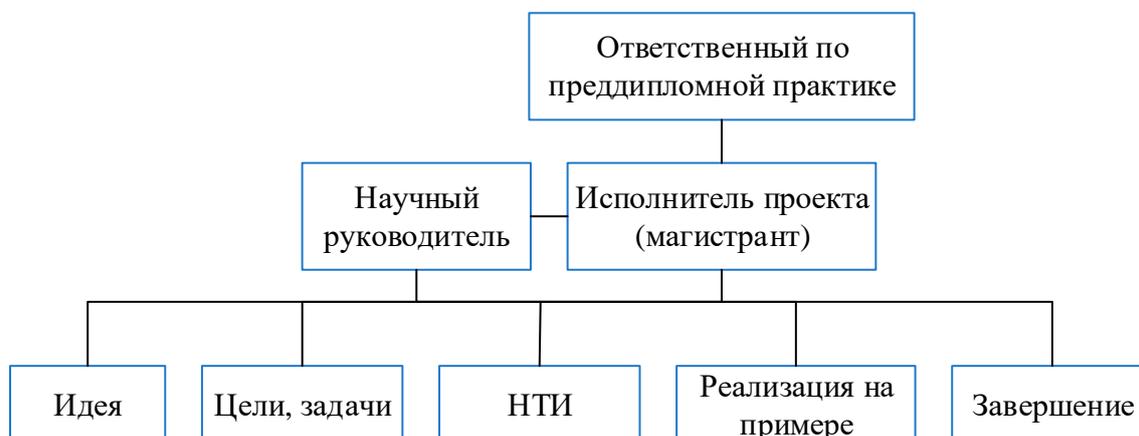


Рисунок 3.3 – Проектная организационная структура проекта

### 3.6. План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта. План управления коммуникациями приведен в Таблице 3.17.

Таблица 3.17 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель проекта (магистрант)	Ответственному по преддипломной практике	Ежеквартально (первая декада квартала)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта (магистрант)	Научному руководителю	Еженедельно (суббота)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель проекта (магистрант)	Научному руководителю	Не позже сроков защиты
4.	О выполнении контрольных частей проекта	Исполнитель проекта (магистрант)	Научному руководителю	Не позже срока выполнения контрольной части

### 3.7 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по данному разделу сведена в Таблицу 3.18.

Таблица 3.18 – Реестр рисков

№ п/п	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1.	Получение неадекватного уровня риска	Получение неверного результата	3	3	9	Проведение дополнительных консультаций со специалистами	Неверное использование методики
2.	Ошибочное предложение мероприятий	Утрата работоспособности предложенного метода	3	4	12	Из предложенного выбора мероприятий предложить каждое	Возможность выбора разных мероприятий
3.	Признание работы неактуальной	Низкая эффективность проекта	1	4	4	Обоснование актуальности посредством конкретных проблем	Недостаточное обоснование
4.	Прекращение консультаций от руководителя	Увеличение затрат времени на создание проекта	1	2	3	Поддержка постоянной связи с руководителем; Самостоятельное изучение материала	Не предупреждение участника проекта о занятости в день связи

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

Суммарные экономические потери предприятия, связанные с производственным травматизмом и заболеваемостью, определяются по формуле [29]:

$$P_c = \sum P_T + \sum P_3, \quad (3.15)$$

где  $\sum P_T$  – сумма потерь, связанных с производственными травмами, руб.;  
 $\sum P_3$  – сумма потерь, связанных с заболеваемостью из-за неудовлетворительных условий труда, тыс. руб.

Сумма потерь  $\sum P_T$ , связанных с травмами, складывается из множества составляющих:

$$\sum P_T = C_a + C_k + C_{зп} + C_n + C_p + C_{об} + C_{вп}, \quad (3.16)$$

где  $C_a$  – стоимость амбулаторного лечения, руб. (принимается  $C_a = 18$  тыс. руб.);  
 $C_k$  – стоимость клинического лечения, руб. (принимается  $C_k = 34$  тыс. руб.);  
 $C_{зп}$  – сумма недопроизведенной заработной платы за период лечения, тыс. руб. (принимается  $C_{зп} = 21$  тыс. руб.);  
 $C_n$  – убытки из-за недополученной суммы налогов с необлагаемой части дохода, руб. (принимается  $C_n = 9$  тыс. руб.);  
 $C_p$  – стоимость расследования несчастного случая, руб. (принимается  $C_p = 95$  тыс. руб., куда входит оплата работы специалистов комиссии по расследованию случая травматизма, завоз вертолетом комиссии на месторождение);  
 $C_{об}$  – стоимость испорченного оборудования или затраты на его ремонт, руб. (принимается  $C_{об} = 0$  тыс. руб.);  
 $C_{вп}$  – стоимость продукции, недополученной производством вследствие травмы или заболевания, руб. (принимается  $C_{вп} = 52$  тыс. руб.).

Потери от заболеваний  $P_3$ , являющиеся следствием неудовлетворительных условий труда. В нашем расчете принимаем  $P_3 = 0$  тыс. руб.

Тогда суммарные экономические потери организации, связанные с производственным травматизмом, составят:

$$\sum P_T = 18 + 34 + 21 + 9 + 95 + 0 + 52 = 229 \text{ тыс. руб.}$$

В Таблице 3.19 приведены затраты на мероприятия, по уменьшению уровня риска наступления событий, приводящих к травмам работников, предложенные в работе.

Таблица 3.19 – Затраты на мероприятия по улучшению условий охраны труда

№ п/п	Наименование рабочей зоны	Наименование оборудования	Стоимость оборудования, тыс. руб.	Стоимость проектирования, тыс. руб.	Стоимость монтажных работ, тыс. руб.	Итоговая стоимость оснащения, тыс. руб.
1.	Площадка обслуживания на цистерне полуприцепа ЦТ-25	Гибкая анкерная линия АКЦИОС	114,1	5	10	132,1
		Средство защиты ползункового типа (захват) на гибкой анкерной линии STOPLINE	10	0	0	10
		Карабин винтовой (AZR 090)	4	0	0	1
		Страховочная привязь ST5	24	0	0	14
		Перильные ограждения	6	2	2	10
Итого:						167,1

Проводим расчет амортизационных отчислений на приобретенное оборудование на 4 года (срок работ на объекте):

$$H_a = \frac{1}{4} \cdot 100 = 25\%,$$

$$A = \frac{137,1 \cdot 25}{100} = 34,28 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 3.20 – Расчет амортизационных отчислений

Год	$S_{перв}$ , тыс. руб.	$A$ , тыс. руб.	Остаточная стоимость, $S_{ост}$ , тыс. руб.
1	137,10	34,28	102,83
2	102,83	34,28	68,55
3	68,55	34,28	34,28
4	34,28	34,28	0,00

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков (cash flow). Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности инноваций в качестве основных показателей рассчитаем:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- внутреннюю норму доходности;
- срок окупаемости;
- индекс доходности.

Начальные данные представим в таблице 3.21.

Таблица 3.21 – Исходные данные для расчета, включая капитальные вложения

№ п/п	Наименование инвестиции	Стоимость, тыс. руб.	Год вложения	Ставка дисконтирования, $E_1$	Ставка дисконтирования, $E_2$	Ежегодные затраты на поддержание оборудования (без амортизации), тыс. руб.
1.	НТИ	106,86	1 год	10%	55%	30
2.	Покупка оборудования	137,1	2 год			

Расчет показателей эффективности произведем по представленным ниже формулам.

За *экономический эффект* проекта берем величину предотвращенного ущерба (затраты на производственный травматизм) при полном предотвращении происшествия:  $\mathcal{E}_t = 229$  тыс. руб. (если несчастный случай происходит раз в год).

*Чистый доход* (ЧЭЭ) представляет собой сальдо денежного потока за расчетный период, т.е. превышение стоимостных оценок конечных экономических результатов над совокупными затратами трудовых, материальных, финансовых и пр. ресурсов за расчётный период и рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \mathcal{E}_t - \mathcal{Z}_t, \quad (3.17)$$

где  $\mathcal{E}_t$  – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на  $t$ -ом шаге расчета;

$\mathcal{Z}_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге.

*Коэффициент дисконтирования*  $K_d$  определяется по формуле сложных процентов

$$K_d = (1 + E)^{\tau-t}, \quad (3.18)$$

где  $\tau$  – год приведения;

$t$  – любой год расчетного периода.

*Чистый дисконтированный доход* (ЧДД) – это накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\mathcal{E}_t - \mathcal{Z}_t) \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (3.19)$$

где  $\mathcal{E}_t$  – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на  $t$ -ом шаге расчета;

$\mathcal{Z}_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

$T$  – горизонт расчета;

$E$  – норма дисконта.

Сумму дисконтированных капиталовложений рассчитываем, как:

$$K_{\Sigma} = \sum_{t=0}^T K_t (1 + E)^{\tau-t}. \quad (3.20)$$

Суммарный дисконтированный доход:

$$ДД_{\Sigma} = \sum_{t=0}^T (\mathcal{E}_t + A_t) (1 + E)^{\tau-t}. \quad (3.21)$$

*Индекс доходности* (ИД) характеризует рентабельность капиталовложений или (относительную) "отдачу проекта" на вложенные в него средства. Индекс доходности рассчитываем, как:

$$ИД = \frac{ДД_{\Sigma}}{K_{\Sigma}}. \quad (3.22)$$

*Срок окупаемости* ( $T_{ок}$ ) – продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости, минимальный временной интервал (от начала осуществления проекта), за пределами которого ЧДД становится и в дальнейшем остается положительным. Рассчитывается следующим образом:

$$T_{ок} = T - \frac{ЧДД_T}{ЧДД_{T+1} - ЧДД_T}, \quad (3.23)$$

где  $T$  – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное,

$ЧДД_T$  – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени  $T$ ,

$ЧДД_{T+1}$  – первое положительное значение чистого дисконтированного дохода.

*Внутренняя норма доходности* (ВНД) равна ставке дисконтирования  $E_{вн}$ , при которой ЧДД проекта равен нулю (при всех больших значениях  $E$  – отрицателен, при всех меньших значениях  $E$  – положителен). Чтобы рассчитать  $E_{вн}$  необходимо иметь вторую дисконтную ставку, при которой ЧДД отрицателен (в нашем случае  $E_2 = 55\%$ ). Формула для расчета:

$$E_{вн} = E_1 + \frac{ЧДД_1}{ЧДД_1 - ЧДД_2} \cdot (E_2 - E_1). \quad (3.24)$$

В Таблице 3.22 сведены результаты расчета интегральных показателей эффективности.

Таблица 3.22 – Интегральные показатели эффективности

Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. руб.						Всего
	1	2	3	4	5	6	
Капитальные вложения	106,7	137,1	0	0	0	0	244,0
Ежегодные затраты	0	0	30,0	30,0	30,0	30,0	120,0
Амортизация	0	0	34,28	34,28	34,28	34,28	137,1
Экономический эффект	0	0	229,0	229,0	229,0	229,0	
Чистый доход (ЧЭЭ)	-106,7	-137,1	199,0	199,0	199,0	199,0	796,0
Коэффициент дисконтирования ( $K_d$ ) при $E_1 = 10\%$	1	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	
ЧДД при $E_1$	-106,7	-124,6	164,5	149,5	135,9	123,6	342,1
ЧДД при $E_1$ с нарастающим итогом	-106,7	-231,3	-66,9	82,7	218,6	342,1	
$T_{ок}$ (дисконтированный срок окупаемости) при $E_1$	3,45						
Дисконтированные капитальные вложения ( $K_{\Sigma}$ ) при $E_1$	106,7	124,6	24,8	22,5	20,5	18,6	317,8
Дисконтированный доход ( $ДД_{\Sigma}$ ) при $E_1$	0	0	217,6	197,8	179,8	163,5	758,7
Индекс доходности ( $ИД$ ) при $E_1$	2,39						
Коэффициент дисконтирования ( $K_d$ ) при $E_2 = 55\%$	1	0,645	0,416	0,269	0,173	0,112	
ЧДД при $E_2$	-106,7	-88,5	82,8	53,4	34,5	22,2	-2,1
ЧДД при $E_2$ с нарастающим итогом	-106,7	-195,1	-112,3	-58,9	-24,4	-2,1	
Дисконтированные капитальные вложения ( $K_{\Sigma}$ ) при $E_2$	106,7	88,5	12,5	8,1	5,2	3,4	224,2
Дисконтированный доход ( $ДД_{\Sigma}$ ) при $E_2$	0	0	109,6	70,7	45,6	29,4	225,9

Продолжение таблицы 3.22 – Интегральные показатели эффективности

Индекс доходности (ИД) при $E_2$	1,01
Внутренняя норма доходности	0,55

Вывод: таким образом, проект и вкладываемые в него инвестиции можно считать экономически выгодным, так как все показатели эффективности имеют удовлетворительные значения:

- при рассчитываемой ставке дисконтирования  $E_1 = 10\%$  ЧДД  $> 0$ , следовательно, проект окупается;
- при первой ставке  $ИД = 2,39 > 1$ , следовательно, программа окупается в пределах заданного горизонта планирования, при второй –  $ИД = 1,01 > 1$ , что указывает на значение ЧДД около нуля.
- $E_{вн} = 0,55$  – при этом проценте произойдет полная капитализация полученных чистых доходов (ЧДД максимально приблизится к нулю). Значение  $E_{вн}$  намного больше первой ставки дисконтирования  $E_1 = 0,1$ , следовательно, проект имеет большой запас финансовой прочности.
- срок окупаемости мероприятий составит  $T_{ок} = 3,45$  лет.

Повышение уровня безопасности способствует сокращению числа аварий, травм и заболеваний, снижает затраты, связанные с этими явлениями, уменьшает выплаты и компенсации за работу в неблагоприятных условиях труда, уменьшает потери рабочего времени и текучесть кадров, увеличивает производительность труда на предприятии.

Экономическая эффективность внедрения мероприятий по улучшению условий труда выражается в снижении затрат труда, уменьшении расходов, связанных с компенсацией утраченного работниками здоровья, в изменении налоговых выплат и проявляется в конечном счёте в повышении экономической эффективности производства.

### 3.9 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}, \quad (3.25)$$

где  $I_{\Phi}^p$  – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

1. Текущий проект: бюджет проекта рассчитан выше:

$$I_{\Phi_{\text{тп}}}^p = \frac{106,68}{106,68} = 1.$$

2. При использовании экспертного метода понадобится больше ресурсов за счет дополнительной оплаты экспертам:

$$I_{\Phi_{\text{а1}}}^p = \frac{150}{106,68} = 1,4.$$

3. При использовании статистического метода необходимо найти достоверную статистику, что потребует не малых временных ресурсов и, следовательно, дополнительных финансовых затрат т.к. время исследование будет больше:

$$I_{\Phi_{\text{а2}}}^p = \frac{180}{106,68} = 1,68.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i^p, \quad (3.26)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведем в форме Таблицы 3.23.

Таблица 3.23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Баллы, $B_i$		
		Аналог 1	Аналог 2	Текущий проект
Простота	0,05	4	3	5
Малая трудоемкость	0,15	3	2	4
Наличие четкой системы критериев оценки рисков	0,2	3	4	5
Наличие в свободном доступе исходных данных, ресурсов	0,05	3	1	5
Объективность оценки	0,2	3	5	4
Точность метода	0,1	4	3	4
Итого с учетом весового коэффициента:	1	2,4	2,6	3,3

$$I_m^{ppn} = 0,05 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,05 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 = 3,3,$$

$$I_m^{a1} = 0,05 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,05 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 = 2,4,$$

$$I_m^{a2} = 0,05 \cdot 3 + 0,15 \cdot 2 + 0,2 \cdot 4 + 0,05 \cdot 1 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 = 2,6.$$

Интегральный показатель эффективности варианта исполнения разработки ( $I_{финр}^p$ ) и аналога ( $I_{финр}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формулам:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a}. \quad (3.27)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{рп}} = \frac{3,3}{1} = 3,3; \quad I_{\text{финр}}^{\text{ра1}} = \frac{2,4}{1,4} = 1,71; \quad I_{\text{финр}}^{\text{ра2}} = \frac{2,6}{1,68} = 1,55.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{ф}}^{\text{р}}}{I_{\text{м}}^{\text{р}}}, \quad \mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{ф}}^{\text{р}}}{I_{\text{м}}^{\text{а}}}, \quad (3.28)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;  $I_{\text{ф}}^{\text{р}}$  – интегральный показатель разработки;  $I_{\text{м}}^{\text{р}}$  – интегральный технико-экономический показатель разработки;  $I_{\text{м}}^{\text{а}}$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{3,3}{3,3} = 1, \quad \mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{1,71}{3,3} = 0,51, \quad \mathcal{E}_{\text{ср3}} = \frac{1,55}{3,3} = 0,47.$$

Таблица 3.24 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1.	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,4	1,68
2.	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,3	2,4	2,6
3.	Интегральный показатель эффективности	3,3	1,71	1,55
4.	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,51	0,47

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

### *Выводы по разделу.*

Таким образом, в рамках данного раздела были выполнены все поставленные задачи:

1. Произведено сегментирование рынка. Основными потребителями продукта являются организации, деятельность которых связана с работами на высоте и организации, занимающиеся оценкой профессионального риска на коммерческой основе.

2. Проведен SWOT-анализ. Выявлена и описана корреляция между сильными и слабыми сторонами, возможностями и угрозами. Определены направления дальнейшего развития.

3. Оценка готовности проекта к коммерциализации показала перспективность ниже среднего. Это связано с коротким сроком работы и начальной стадией завершения исследования.

4. Организационная структура проекта состоит из трех человек: научного руководителя, магистранта и ответственного за преддипломную практику.

5. Построен линейный график проекта, с учетом длительности, начала и окончания, состава участников. На основании этих данных составлен календарный план-график.

6. Произведена оценка бюджета проекта. Основными статьями расходов являются затраты по основной з/п и затраты на оборудование. Общая сумма затрат составляет 106,68 тыс. рублей.

## **4. Социальная ответственность**

### **4.1. Производственная безопасность**

В работе была произведена оценка профессионального риска на рабочем месте моториста ЦА, а также произведен анализ возможных происшествий посредством применения барьерной логики. В ходе анализа были установлены барьеры, выступающие в роли мероприятий по предотвращению и уменьшению риска.

Работа предполагает использование персональной электронно-вычислительной машины – персонального компьютера (ПК). Работа представляет собой сбор информации, её обработка, проведение расчётов. А также составление рекомендаций, на основе полученных данных. Выполняется в закрытом помещении на персональном компьютере, с помощью которого обрабатывается вся информация.

#### *4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды*

ПЭВМ, безусловно увеличивает производительность человека при выполнении работ, но может оказывать вредное воздействие на организм работающего за ПК. Опасные и вредные факторы, которые постоянно или периодически действуют на человека за работой на ПЭВМ, представлены в Таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Опасные и вредные факторы при работе на ПЭВМ

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа за ПЭВМ: 1) рабочее место; 2) кондиционеры и различные печатающие устройства; 3) искусственное освещение; 4) системный блок, монитор; 5) выполнение должностных обязанностей.	1) отклонение показателей микроклимата; 2) повышенный уровень шума; 3) недостаточная освещенность рабочей зоны; 4) электромагнитное излучение.	1) воздействие электрического тока; 2) возникновение пожара.	1) СанПиН 1.2.3685-21 (параметры микроклимата) [30]; 2) СанПиН 1.2.3685-21 (параметры шума) [30]; 3) СНиП 23-05-95 (параметры освещенности рабочей зоны) [31]; 4) СанПиН 1.2.3685-21 (параметры электромагнитного излучения) [30].

**Обоснование допустимых норм вредных и опасных факторов на работающего на ПЭВМ и рекомендации по уменьшению воздействия вредных и опасных факторов.**

1. *Микроклимат.* На рабочем месте пользователей должны обеспечиваться оптимальные и допустимые параметры микроклимата (Таблица 4.2) [30].

Таблица 4.2 – Оптимальные и допустимые значения микроклимата в рабочей зоне [30]

Параметры микроклимата	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальные значения	20-22	40-60	не более 0,1
Допустимые значения	15-28	20-80	не более 0,5

Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup>. Чистота воздушной среды достигается удалением загрязненного, нагретого или ионизированного воздуха из рабочего помещения с подачей свежего воздуха. Для поддержания нормального микроклимата необходим достаточный объем вентиляции, для чего в помещениях с работающими компьютерами предусматривается

кондиционирование воздуха, осуществляющее поддержание постоянных параметров микроклимата независимо от внешних условий. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100°С, а в теплое время года – за счет кондиционирования. Для повышения влажности воздуха в помещениях следует применять увлажнители воздуха [30].

2. *Шум.* В компьютерных помещениях (кабинеты, офисы) может влиять технический, человеческий и внешний источники шума:

- технический — шум от работы всех офисных электроприборов (компьютеров, принтеров, факсов, сканеров, телефонов);
- человеческий — шум от самих сотрудников, например, разговоры по телефону или между собой;
- внешний — это уличный шум (от автострады, железной дороги, стройки и т. д.).

Главная опасность — несколько источников шума суммируются и создают более высокий уровень.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ. СИЗ [30].

Меры по борьбе с шумом [30]:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;
- применение звукопоглощающих преград. Для защиты от шума требуются звукоизоляционные материалы с определёнными физическими характеристиками: звукопоглощением и звукоизоляцией:

а) Твёрдые материалы, к которым относятся гранулированная или суспензированная минвата, а также вермикулит, перлит или пемза. Данные

материалы обладают средним коэффициентом поглощения, составляющим 0,5, и довольно высокой объемной массой – приблизительно 400 кг/м<sup>3</sup>.

- б) Полужёсткие: плиты из минеральной или стекловолоконистой ваты, а также материалы, имеющие ячеистое строение, например, пенополиуретан и т. п. Коэффициент звукопоглощения варьируется в пределах 0,5-0,75, масса может составлять от 80 до 130 кг/м<sup>3</sup> в зависимости от разновидности.
- в) Мягкими считают войлочные, стекловолоконистые и минеральные ваты, не прессованные в виде плит. Они имеют высокий коэффициент поглощения – 0,7-0,95 при объёмной массе в пределах 70 кг/м<sup>3</sup>.
- применение глушителей шума.

3. *Освещение.* Создание оптимальной световой среды занимает важное место в комплексе мероприятий по охране труда и оздоровлению условий труда при работе с ЭВМ и компьютерной техникой. Помещения, оснащенные ЭВМ и компьютерной техникой должны иметь как естественное, так и искусственное освещение. В таких помещениях используется естественное боковое одностороннее освещение в дневное время, в вечернее время используется искусственное общее равномерное освещение [31].

**Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.**

Рабочее помещение имеет следующие параметры: длина  $A = 7$  м, ширина  $B = 6$  м, высота  $C = 3,2$  м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже  $E = 200$  лк, в соответствии с разрядом зрительной работы (малая точность).

Площадь помещения:

$$S = A \cdot B = 7 \cdot 6 = 42 \text{ м}.$$

Для расчета возьмем усредненные значения:

$\rho_c = 50\%$  – коэффициент отражения стен с белыми обоями и окнами, без штор;

$\rho_{\Pi} = 70\%$  – коэффициент отражения натяжного потолка белого цвета;

$K_3 = 1,5$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли при искусственном освещении;

$Z = 1,1$  – коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп.

В рабочем помещении установлены светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-30. Этот светильник имеет две лампы мощностью 30 Вт каждая (лампа дневного света ЛД-30, световой поток которой равен  $\Phi_{ЛД} = 1650$  Лм), длина светильника  $a = 925$  мм, ширина  $b = 265$  мм. Расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 400$  мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой равная 1,4.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = C - h_p - h_c = 3,2 - 1 - 0,4 = 1,8\text{м},$$

где  $h_n$  – высота светильника над полом,  $h_p$  – высота рабочей поверхности над полом,  $h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес).

Расстояние между соседними рядами светильников:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 1,8 = 2,52\text{м}.$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = \frac{B}{L} = \frac{6}{2,52} \approx 2.$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L} = \frac{7}{2,52} \approx 3.$$

Общее число ламп:

$$N = 2 \cdot N_a \cdot N_b = 2 \cdot 3 \cdot 2 = 12 \text{ шт.}$$

Расстояние от крайних светильников до стены определяется следующим образом. С учетом длины помещения:

$$L_1 + \frac{2}{3}L_1 + N_a \cdot a = A,$$

$$L_1 = \frac{7000 - 3 \cdot 925}{1 + \frac{2}{3}} = 2535 \text{ мм},$$

$$l_a = \frac{L_1}{3} = \frac{2535}{3} = 845 \text{ мм},$$

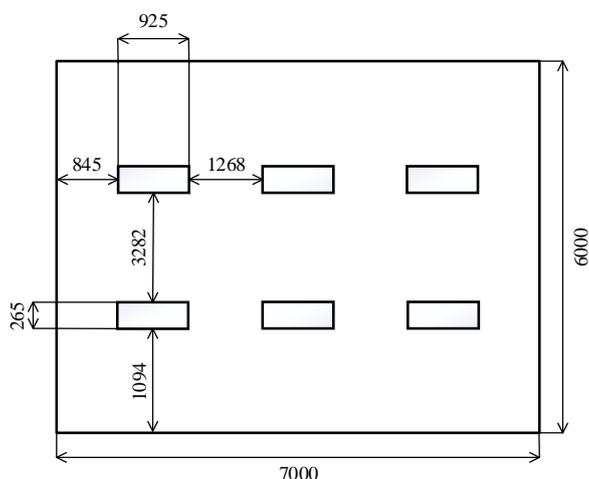
$$l_b = \frac{L_1}{2} = \frac{2535}{2} = 1268 \text{ мм}.$$

С учетом ширины помещения:

$$L_2 = \frac{6000 - 2 \cdot 265}{1 + \frac{2}{3}} = 3282 \text{ мм},$$

$$l_c = \frac{L_2}{3} = \frac{3282}{3} = 1094 \text{ мм}.$$

На Рисунке 4.1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.



**Рисунок 4.1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами**

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (A + B)} = \frac{42}{1 \cdot (7 + 6)} = 3,23.$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДО с люминесцентными лампами при  $\rho_{\text{п}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{с}} = 50\%$  и индексе помещения  $i = 3,23$  равен  $\eta = 0,66$ . Количество ламп в 6 светильниках – 12.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Определим световой поток:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,66} = 1750 \text{ Лм.}$$

Проведем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{расч}}}{\Phi_{\text{лд}}} = \frac{1650 - 1750}{1650} = -6\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq -6\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

4. *Электромагнитное излучение.* Электромагнитное излучение от компьютера генерируется всеми частями данного устройства. Процессор, например, производит низкочастотное излучение, которое распространяется в окружающем пространстве в виде электромагнитных волн, дезориентирующих и ухудшающих работу биомагнитного поля человеческого тела [30].

Предельно допустимые уровни облучения. Для кратковременного воздействия ( $\leq 0,2$  ч за рабочую смену) ПДУ напряженности электрического и

магнитного полей, плотности потока энергии ЭМП не должны превышать значений, представленных в Таблице 4.3 [30].

Таблица 4.3 – Максимальные ПДУ напряженности и плотности потока энергии ЭМП диапазона частот  $\geq 30$  кГц-300 ГГц [4]

Параметр	Максимально допустимые уровни в диапазонах частот (МГц)				
	$\geq 0,03-3,0$	$\geq 3,0-30,0$	$\geq 30,0-50,0$	$\geq 50,0-300,0$	$\geq 300,0-300000$
Е, В/м	500	300	80	80	-
Н, А/м	50		3,0		-
ППЭ, мкВт/см <sup>2</sup>	-	-	-	-	1000
ППЭ (для условий локального облучения кистей рук, мкВт/см <sup>2</sup> )	-	-	-	-	5000

ПДУ воздействия также нормируются по времени относительно уровня воздействия (Таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Время контакта с электромагнитным полем в зависимости от напряженности

Напряженность электромагнитного излучения, мкВт/см <sup>2</sup>	Время контакта
10	8 часов
10-100	более 2 часов
100-1000	не более 20 минут
Для населения – 1 мкВт/см <sup>2</sup>	

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами.

СКЗ: защита временем; защита расстоянием; снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения. [32].

5. *Напряженность работы.* Особенностью работы на ПК является постоянное и значительное напряжение функций зрительного анализатора, обусловленное необходимостью различения объектов в условиях: строчной структуры экрана, мелькания изображений, недостаточной освещенности поля экрана, недостаточной контрастности объектов различения и необходимости постоянной переадаптации зрительного аппарата к различным уровням освещенности экрана, оригинала, клавиатуры. Повышенные статические и динамические нагрузки у пользователей ПК приводят к жалобам на боли в спине, шейном отделе позвоночника и руках. А также обуславливается монотонностью, т.к. мы выполняем однообразные рабочие действия и их многократное повторение [30].

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы. В связи с этим руководителям организаций, трудовая деятельность которых связана с использованием персональных компьютеров, производить чередование трудовой деятельности сотрудников с работой за компьютером и без него [30].

Если все же специфика трудовой деятельности не допускает таких чередований, ответственным лицам по охране труда следует [30]:

- осуществить организацию перерывов в трудовой деятельности продолжительностью от 10 до 15 минут;
- проводить такие перерывы через каждый час работы.

Данные перерывы в работе должны включаться в общее время трудовой деятельности, а также увеличиваться на 30 %, если сотрудник работает за компьютером в ночное время суток. Совокупная продолжительность перерывов: при рабочем дне продолжительностью 8 часов – от 50 минут до 1,5 часа; при 12-часовом – от 80 до 140 минут [30].

Санитарные правила рекомендуют устраивать для сотрудников «физкультурные» минутки с целью снижения их психофизического напряжения и недопущения гиподинамии и гипокинезии.

#### *4.1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды*

В данном подразделе описываются различного рода опасные факторы, к которым можно отнести следующие:

- механические опасности;
- электробезопасность;
- пожаровзрывобезопасность.

Далее рассмотрим более подробно каждый из описанных выше факторов.

*Механические опасности.* В первую очередь в помещении офисного типа можно выделить следующие опасности:

- опасность падения из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или подскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам;
- опасность удара о края мебели;
- опасность пореза частей тела, в том числе кромкой листа бумаги, канцелярским ножом, ножницами и др.

Поэтому необходимо предусмотреть предупреждающие мероприятия:

- предупреждающие знаки о наличии мокрых полов, перепада по высоте или неровности полов;
- выбор мебели с со сглаженными углами;
- напоминающая памятка о возможном риске при работе с канцелярскими принадлежностями.

*Электробезопасность* является опасным фактором и обычно она связана со следующими источниками:

- поражение электрическим током;

- статическое электричество.

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают [33]:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности.

Электроустановки, а также и их части должны быть выполнены так, чтобы работающие не подвергались воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Основные причины поражения электрическим током [34]:

- прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- прикосновение к нетоковедущим, но токопроводящим частям, оказавшимся под напряжением из-за неисправности изоляции или защитных устройств;
- попадание под шаговое напряжение;
- нарушение правил технической эксплуатации электроустановок;
- механическое повреждение, старение, износ изоляции;
- преднамеренная порча изоляции;

- отсутствие или нарушение заземления, зануления;
- невыполнение организационных мероприятий, низкая квалификация, необученность персонала;
- отсутствие блокировок, ограждающих устройств, предупредительной сигнализации, надписей, плакатов, знаков безопасности;
- отсутствие или неправильное применение СИЗ.

В рабочем кабинете, выполняются все требования и предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов соответствуют ГОСТ 12.1.038-82. Процент влажности помещения в пределах нормы. Содержание химически опасных веществ и реагентов, разрушающих изоляцию и токоведущие части электрооборудования, в данном помещении не наблюдается. В данном кабинете температура помещения 23°C, влажность воздуха 60%, что не превышает ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ [34].

В помещении бетонные полы, покрытые линолеумом, что не является проводником электрического тока. Персональный компьютер имеет надежную изоляцию токоведущих частей оборудования, отсутствуют соединения, которые могут вызывать искры. При работе в кабинете прикосновение с металлическими конструкциями, с приборами, не имеющего заземления или поврежденной изоляцией токоведущих частей, отсутствует, что подтверждает соблюдение и выполнение всех требований ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ [34].

Кабинет является помещением без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Безопасными значениями являются  $U = 12 \div 36 \text{ В}$ ,  $I = 0,1 \text{ А}$ ,  $R_{\text{заземления}} = 4 \text{ Ом}$ .

Наиболее распространенными СКЗ от электрического тока являются [35]:

- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- изолирующие устройства и покрытия;
- устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения;

- устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения.

*Пожаровзрывобезопасность* характеризуется следующими причинами:

- возгорание на рабочем месте в связи с коротким замыканием;
- возгорание на рабочем месте в связи с неправильным обращением с огнем.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности:

А — повышенная взрывопожароопасность. Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 килопаскалей, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

Б — взрывопожароопасность. Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрыво-опасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

В1-В4 — пожароопасность. Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б.

Г — умеренная пожароопасность. Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие

газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Д — пониженная пожароопасность. Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Категория пожароопасности помещения — «В» (наличие горючих материалов — деревянные столы, стулья и др.).

Огнетушители — базовое спецоборудование, с помощью которого можно самостоятельно потушить огонь, не подвергая опасности собственное здоровье и близких людей.

Таблица 4.5 – Типы огнетушителей и их назначение

Тип	Жидкостные	Порошковые	Углекислотные	Аэрозольные	Воздушно-пенные
<b>Описание</b>	Огнетушащее средство представлено водой и водными растворами химически активных веществ. Также используются поверхностно активные вещества.	Порошки общего и спец. назначения. Основа порошка — минеральные соли. Добавляют также вещества для предотвращения увлажнения и комкования порошка.	Горящее вещество углекислота. При распылении она расширяется в 400 раз, образуя газ. При этом температура понижается до -70 градусов Цельсия.	Горящее вещество представляет собой галоидированные углеводороды, которые образуют при распылении бромистый этил, хладон.	Огнетушащее вещество — пена, которая образуется во время химической или механической реакции водных растворов.
<b>Область применения</b>	Используются только при плюсовых температурах. Назначены для тушения горящих твердых веществ	Наиболее универсальны. Используются во всех типах пожаров.	При тушении пожаров в помещении, где нежелательно использовать воду.	Хорошо тушат твердые вещества, электрические установки под напряжением. Исключение щелочи и вещества содержащие кислород.	Предназначены для тушения средних пожаров. Не рекомендуется использовать при тушении веществ поддерживающих горение без кислорода

Помещение оснащено средствами пожаротушения в соответствии с нормами. На 100 м<sup>2</sup> пола имеется [36]:

- углекислотный огнетушитель ОУ-5 – 1 шт.;
- ящик с песком на 0,5 м<sup>3</sup> – 1 шт.;
- железные лопаты – 2 шт.;
- огнетушитель порошковый ОП-5 – 2 шт.

При невозможности самостоятельно потушить пожар необходимо вызвать пожарную команду, после чего поставить в известность о случившемся инженера по технике безопасности. При эвакуации горящие помещения и задымленные места проходить следует быстро, задержав дыхание, защитив нос и рот влажной плотной тканью. В сильно задымленном помещении передвигаться следует ползком или пригнувшись [37].

Кабинет постоянно содержать в чистоте, каждый будний день моется пол, выбрасывается мусор и протирается пыль. Кабинет обеспечен средствами пожаротушения и сигнализацией о наличии продуктов горения в помещении кабинета. Компьютерное оборудование для работы в кабинете исправно. Пожарные гидранты, пожарный водопровод и средства пожаротушения исправны и находятся на своих штатных местах в состоянии готовности к работе. В зимнее время гидранты утеплены, пожарный водопровод заизолирован и утеплен.

Краны противопожарного водопровода оборудованы брезентовыми шлангами с брандспойтами. Соединительные головки кранов и шлангов должны иметь резиновые прокладки. Скрученные прорезиненные шланги и брандспойты хранятся в опломбированных шкафчиках, размещенных вблизи кранов. Ящики и щиты, где хранится противопожарный инвентарь, ручки лопат и пожарных топоров, окрашены в красный цвет, а металлические части периодически смазываются и очищаются для предотвращения коррозии.

В кабинете приказом назначается лицо, отвечающее за соблюдение правил пожарной безопасности, за исправное состояние пожарного инвентаря и за применение первичных способов пожаротушения [36].

Во всех служебных зданиях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения пожара и указывающий месторасположения пожарной техники.



**Рисунок 4.2 – План эвакуации**

## 4.2. Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – это состояние защищенности окружающей природной среды от вредного воздействия на нее хозяйственной и иной деятельности.

Под охраной окружающей среды характеризуется различного рода мероприятиями влияющие на следующие природные зоны:

- атмосфера;
- гидросфера;
- литосфера.

При рассмотрении влияния ПК на атмосферу и гидросферу можно выделить несколько вредных выбросов и сбросов, а именно электромагнитное излучение и тепловое излучение, методы, устранения которых описаны выше в пунктах опасные и вредные факторы [38].

#### *4.2.1 Утилизация оргтехники*

Широкое распространение микроэлектроники, компьютеров индивидуального пользования, мощных средств автоматизированной обработки текста и графической информации, высоко эффективных устройств ее хранения и поиска, современных средств связи и сетей ЭВМ позволяют некоторым специалистам ставить вопрос о перспективах создания электронных офисов будущего.

Каждый компьютер содержит более 30 компонентов, многие из них имеют высокую токсичность. Их демонтаж относится к производству по переработке вторичного сырья, которое сейчас активно развивается. Однако объемы компьютерных компонентов, требующих утилизации, растут быстрее мощностей по их переработке.

Наименее опасными считаются так называемые практически неопасные отходы. Кроме них существуют только более опасные: малоопасные, умеренно опасные, высокоопасные и чрезвычайно опасные [38].

К опасным ТБО относятся: попавшие в отходы батарейки и аккумуляторы, электроприборы, лаки, краски и косметика, удобрения и ядохимикаты, бытовая химия, медицинские отходы, ртутьсодержащие термометры, барометры, тонометры, лампы. Пользователь ПК, выбрасывает отслужившие детали компьютера на свалку. Компоненты компьютера после попадания в почву начинают гнить, при этом выделяют ядовитые газы, которые усугубляют общий объем загрязнения окружающей среды, поэтому компьютеры надо утилизировать. Для этого требуется помощь специализированных

компаний, которые все сделают правильно, поэтапно, согласно требованию законодательства [38, 39].

Для передачи оргтехники специализированной организации, которая отправит ее на переработку, необходимо оформить акт списания. После этого осуществляется вывоз и утилизация мониторов, принтеров, источников бесперебойного питания и др. [39].

Процесс переработки неисправной компьютерной техники состоит из нескольких этапов. Сначала производят разборку и сортировку деталей по группам. То, что нельзя разобрать вручную, дробят с помощью специального оборудования. Ценные металлы и сырье, пригодное для повторного использования, отправляют на переплавку на специальные заводы [39].

Материалы, не представляющие ценности, прессуют в брикеты и утилизируют. Переработка неисправной компьютерной техники позволяет избежать загрязнения окружающей среды токсичными отходами и вернуть в оборот некоторое количество серебра, золота, платины, палладия и других ценных элементов [39].

#### *4.2.2 Утилизация промышленных отходов*

*Картриджи.* Правила утилизации контейнеров с тонером от принтеров определяет закон «Об отходах производства и потребления». Вышедшие из строя картриджи – это ТБО, относящиеся к III или IV классу опасности отходов. С целью соблюдения правильной процедуры утилизации изделий нужно сделать паспорт отхода, где должен быть указан его определенный класс опасности. Далее для дальнейшей утилизации нужно обратиться в специализированную компанию, имеющую лицензию на осуществление подобной деятельности, внести плату за оказание этой фирмой услуг. Процедура оканчивается получением акта утилизации заказчиком [40, 41].

В настоящее время утилизация данных отходов осуществляется двумя способами [40, 41]:

1. Переработка. Отработанные детали принтеров отправляются на перерабатывающие предприятия, где картриджи чистят, ремонтируют и вновь заправляют с целью их последующей продажи уже под новым брендом.

2. Механическое и термическое разложение. Изделия подвергаются сортировке и разделению на составляющие компоненты, после чего пластиковые части измельчают и переплавляют при высокой температуре с получением вторсырья. Утилизация тонера подразумевает воздействие на него температуры в 5000°C, в процессе не происходит образование вредных соединений. Способ является экологически безопасным.

*Бумага.* Существуют определенные стандарты, которые нужно соблюдать при сортировке и утилизации офисной макулатуры и черновиков. Это многоэтапный процесс, целью которого является восстановление бумажного волокна и некоторых других компонентов материала, необходимых для повторного использования. Поскольку разные виды бумаги в разной степени поддаются утилизации, использованная бумажная продукция собирается и отсортировывается, доставляется в соответствующие перерабатывающие предприятия [42].

*Люминесцентные лампы.* Отработанные лампы для хранения и транспортировки необходимо поместить в упаковку из гофрокартона, в которой они находились при покупке, или обернуть мягкой бумагой, газетой. Желательно положить в герметичную тару и поставить ее туда, где они не разобьются [42].

Выкидывать такие лампы вместе с остальным мусором ни в коем случае нельзя. Их следует сдать в специализированную организацию, занимающуюся утилизацией ртутьсодержащих приборов.

Лампы необходимо передать специализированной организации, которая занимается утилизацией ламп. Порядок утилизации люминесцентных ламп следующий:

1. Отходы собираются, складироваются и хранятся в контейнере для утилизации люминесцентных ламп до момента переработки.

2. Светильник дробится прессом.
3. Сырье отправляется в камеру с высокой температурой.
4. Выделяемый газ попадает в вакуумную ловушку, где конденсируется и фильтруется.

Из переработанных отходов получают небольшое количество ртути, которое используется вторично для изготовления аналогичных ламп. [42].

*Чермет.* Части корпусов и плат оргтехники содержат небольшое количество черного металла. Утилизация чермета проходит следующим образом [43]:

1. Контроль уровня радиации. Пожалуй, это один из важнейших этапов, ведь от него зависит безопасность и возможность переработки металлолома. Все ресурсы, поступившие в пункт, проходят проверку на уровень радиации и сортировку. Если радиоактивный фон повышен, то лом отправляют на захоронение;
2. Дополнительная проверка. Те предметы, которые прошли предыдущую стадию, еще раз проверяются, но теперь на взрывчатые и пожароопасные составляющие;
3. Сортировка. Если пункт принимает черный, цветной и драгоценный металлы, то все они сортируются по разновидностям. От этого зависит качество дальнейшей переработки;
4. Подготовка к отправке. Когда процесс сортировки был завершен, металлолом распределяют по прессовке и габаритам. Это необходимо для снижения расходов на доставку сырья;
5. Транспортировка. Все отходы черных металлов, которые ждет утилизация, отправляются на переплавку на предприятие. Как правило, заводы специализируются на определенных изделиях из сплавов. Спустя определенный срок эти товары и предметы повторно перерабатываются, а потому цикл не прерывается.

*Вторцветмет.* Цветной металл также частично содержится в оргтехнике – платы нескольких сортов (позиций), алюминий в виде засора на платах, жёсткие диски, провода.

Процесс утилизации цветного металла [44]:

1. Сортировка. Отходы производства цветных металлов сортируются по своим разновидностям, ведь только так в итоге можно получить качественное изделие;
2. Транспортировка. Сырьё отправляют на специальные заводы;
3. Проверки. Ресурс проверяют на радиоактивный фон. Если он в пределах нормы, то материал можно подвергнуть переработке, если нет, отправляется на захоронение. Помимо этого, лом проверяют на взрывчатые и опасные вещества.

*Пластмасса.* Очень большая часть пластмассы используется при создании компьютерной техники и оргтехники. Особенность утилизации отходов пластмасс связана с такими причинами: многосложный и разносторонний химический состав; длительный период распада [44].

Большинство пластикового мусора без прохождения переработки утилизируется на полигонах, и их масштабы тоже имеют границы. Потому утилизация и переработка пластмассы – острая жизненная проблема современного общества. Она толкает химическую отрасль на поиск современных решений вопроса [44].

Способы утилизации пластмассы, методики переработки [44]:

- разделение мусора по своему качественному составу и степени загрязнения; заблаговременное размельчение в дробилке;
- повторное разделение полученного продукта;
- очистка и сушка пластиковых частиц;
- переплавка;

- получение гранул по задолго определенным параметрам плотности, тягучести и размеру.

В процессе подобной утилизации на выходе получают материал для изготовления искусственных волокон, упаковочных материалов и бутылок из пластика бутылок. Но вся трудность переработки заключена в потребности тщательного разделения, а также помывке пластикового мусора [44].

### **4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Помещение, которое выбрано для написания работы находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть природного характера (сильные морозы) и техногенного характера (диверсии).

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Сильные морозы, могут привести к увеличению количества аварий, связанных с нарушениями на коммунальных системах жизнеобеспечения населения (электро-, тепло-, водоснабжение), нарушений в работе транспорта.

В этом случае при подготовке к зиме необходимо предусмотреть следующие мероприятия [45]:

- разработка и доведение до всех ответственных лиц план ликвидации аварийных ситуаций;
- совершенствование системы оповещения и связи в чрезвычайных ситуациях;
- накопление и поддержание в готовности средств пожаротушения;
- обучение персонала правилам применения средств пожаротушения;
- проверка электро-, тепломагистралей при подготовке к зиме;
- приобретение и хранение на теплом складе бензо- или дизельэлектродвигателя;

- газовые каталитические обогреватели (газовые калориферы), суточный запас питьевой и технической воды в герметичной таре, транспорт в теплом гараже для доставки сотрудников на работу и обратно.

Из техногенных чрезвычайных ситуаций для рабочего места можно выделить терроризм или несанкционированное проникновение посторонних.

Основные мероприятия включают в себя [45]:

- проведение инструктажа среди персонала;
- проведение осмотров территории и помещений;
- организацию контролируемого въезда автотранспорта на территорию предприятия;
- организацию пропускного режима;
- информационное обеспечение в сфере антитеррористической деятельности;
- охрана, видеонаблюдение, сигнализация, вахта.

## Заключение

Работы на высоте являются одними из самых высокорисковых работ как в области производственной безопасности, так и в области охраны труда. С нынешнего года в соответствии с новыми правилами по охране труда при работах на высоте оценка профессионального риска на данных рабочих местах обязательна. При обеспечении безопасности на данном рабочем месте нельзя игнорировать предложенные в ходе оценки риска мероприятия, которые существенно снижают риск возникновения опасного события.

В ходе написания работы был изучен процесс управления рисками, существующие методы оценки риска, а также методы концепции «барьеров безопасности». Также проанализирована нормативная литература в области оценки профессионального риска и охраны труда.

Результатом данной работы стала оценка профессионального риска на рабочем месте моториста цементирующего агрегата при выполнении работ на высоте. В ходе оценки риска были выявлены опасности на рабочем месте, опасные события, получена балльная оценка риска для каждого опасного события. Также были выявлены непосредственные, основные и системные причины данных событий и возможные последствия, представленные в наглядном виде с помощью метода «галстук-бабочка». По результатам анализа риска и выявленных причин с помощью анкет допуска к работам и дерева причин были предложены мероприятия по уменьшению уровня риска при учете которых на рабочем месте по результатам повторной оценки остаточных рисков очень высокие уровни рисков были снижены до допустимых и приемлемых.

Использование анкет допуска к работам, сформированных на основе диаграмм «галстук-бабочек» для каждого события, позволит оперативно оценивать безопасность на рабочем месте моториста ЦА. Также подобный способ формирования анкет подойдет для любого другого рабочего места.

Таким образом поставленные в работе цель и задачи были достигнуты.

### Список публикаций

1. Петров А.Ю., Кузьмина А.А., Керова О.И., Анищенко Ю.В. Снижение профессиональных рисков с учетом человеческого фактора / А.Ю. Петров, А.А. Кузьмина, О.И. Керова, Ю.В. Анищенко // Техносферная безопасность в XXI веке: материалы X Всерос. науч.-практ. конф. магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 1-3 декабря 2020 г., г. Иркутск. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2020. – С. 94-97.

## Список литературы

1. Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/falls> (дата обращения 15.02.2021)
2. Eurostat: официальный сайт. – URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/hsw\\_n2\\_07/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/hsw_n2_07/default/table?lang=en) (дата обращения 15.02.2021)
3. Приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 782н "Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте". – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_371453/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371453/) (дата обращения 02.03.2021)
4. Yiliu L. Safety barriers: Research advances and new thoughts on theory, engineering and management // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2020. – Vol. 67. – P. 1-11.
5. Указ Президента РФ от 09.10.2007 № 1351 "Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года". – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_71673/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71673/) (дата обращения 26.03.2021)
6. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2021). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения 26.03.2021)
7. Приказ Минтруда России от 19.08.2016 N 438н "Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда". – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_205968/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_205968/) (дата обращения 06.04.2021)
8. Приказ Роструда от 21.03.2019 N 77 "Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда". – URL:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_322223/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_322223/) (дата обращения 06.04.2021)

9. ГОСТ 12.0.002–2014. Система стандартов безопасности труда. Термины и определения: дата введения 2016-06-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200125989> (дата обращения 06.04.2021)

10. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. – Взамен ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011; введ. 01.03.2020. – М.: Стандартиформ, 2020

11. ГОСТ 12.0.230–2007 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования": дата введения 2009-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200052851> (дата обращения 17.04.2021)

12. ГОСТ 12.0.230.4-2018. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ. – Введен впервые; введ. 01.06.2019. М.: Стандартиформ, 2018

13. Эффективный инструмент охраны труда / Официальный сайт SRG-ECO. Охрана труда и производственная безопасность. – URL: [ссылка](#)

14. Орлов А.И. Теория принятия решений: учебное пособие. – М.: Издательство "Март", 2004.

15. Роль оценки рисков в системе управления охраной труда / Официальный сайт SRG-ECO. Охрана труда и производственная безопасность. – URL: <https://srg-eco.ru/article/rol-otsenki-riskov-v-sisteme-upravleniya-okhranoy-truda/> (дата обращения 24.11.2020).

16. Квагинидзе В.С., Зарипова С.Н., Корецкая Н.А. Прогнозирование опасностей – эффективный метод профилактики по повышению безопасности труда на производстве // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2012. – С. 105-116.

17. Спатарь Е. В. Методы оценки рисков в области техносферной безопасности // Актуальные вопросы технических наук: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2017 г.). – Краснодар : Новация, 2017. – С. 57-60.

18. Корнилова М. В. Риск: приемлемость, защищённость, социальное распределение // Социологическая наука и социальная практика, 2016. – № 3. – С. 115-127.

19. Неприемлемый уровень риска. – URL: <https://s-p.su/finansovye-riski/nepriemlemyj-uroven-riska.html> (дата обращения 24.11.2020).

20. Широков, Ю. А. Управление промышленной безопасностью: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 360 с.

21. Файнбург Г. З. Методы оценки профессионального риска и их практическое применение (от метода Файна-Кинни до наших дней) // Журнал «Безопасность и охрана труда». – 2020. – №2. – С. 25-40.

22. Жуков И.С. Барьеры безопасности: понятие, классификация, концепции // Безопасность труда в промышленности. – 2017. – №5. – С. 49-56.

23. Trbojevic V.M. Optimising hazard management by workfoce engagement and supervision. — Liverpool: Health and safety executive. – 2008. – P. 77.

24. Darwish A. S., Mansour M. S., Farag H., Ezzat K. H., Applying LOPA and fuzzy logic to identify SIL requirement for safety critical functions in a direct reduction iron industry // Alexandria Engineering Journal. – 2020. – Vol. 59. – P. 3575-3585

25. Willey r. J., Layer of Protection Analysis // Procedia Engineering. – 2014. – Vol. 84. – P. 12-22.

26. ПАО «Газпром нефть»: официальный сайт. – URL: <https://www.gazprom-neft.ru/social/safety/> (дата обращения 18.02.2021)

27. Ларина О.П., Халабуда Е.И. Систематизация и анализ причин несчастных случаев при работе на высоте // Молодежный вестник ИРГТУ. – 2019. Том 9, № 4. – С. 65-70.

28. Gul M., Guven B., Guneri A.F. A new Fine-Kinney-based risk assessment framework using FAHP-FVIKOR incorporation // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2018. – Vol. 53. – P. 3-16

29. Сердюк В.С., Бакико Е.В., Экономика безопасности труда. Учеб. пособие, – Омск, Издательство ОмГТУ, 2011. – 160 с.

30. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: утв. пост. Главного государственного санитарного врача РФ 28.01.2021 №2. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6560Ю> (дата обращения 10.05.2021)

31. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение: дата введения 1996-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001026> (дата обращения 10.05.2021)

32. ГОСТ 12.4.154 Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры: дата введения 1986-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005824> (дата обращения 10.05.2021)

33. Классификация помещений по опасности поражения током. – URL: <https://elektroshkola.ru/obshhie-voprosy/klassifikaciya-pomeshhenij-po-opasnosti-porazheniya-tokom/> (дата обращения 12.05.2021)

34. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: дата введения 2019-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения 12.05.2021)

35. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов: дата введения 1983-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения 12.05.2021)

36. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», утв. приказом МЧС России от 25.03.2009 № 182: дата введения 2009-05-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения 12.05.2021)

37. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения 15.05.2021)

38. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901711591> (дата обращения 15.05.2021)

39. Процедура оформления утилизации оргтехники в компании. – URL: <https://assistentus.ru/vedenie-biznesa/utilizaciya-orgtehniki/> (дата обращения 15.05.2021)

40. Методика проведения работ по комплексной утилизации вторичных драгоценных металлов из отработанных средств вычислительной техники / утв. Государственным Комитетом РФ по телекоммуникациям 19.10.1999. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901748107> (дата обращения 15.05.2021)

41. Все об утилизации картриджей для принтеров. – URL: <https://stroy-podskazka.ru/printer/vse-ob-utilizacii-kartridzhej/> (дата обращения 21.05.2021)

42. Утилизация и переработка отходов. – URL: <https://greenologia.ru/othody/bumazhnye> (дата обращения 21.05.2021)

43. Утилизация металлолома. – URL: [https://priem-metalla.ru/utilizaciya\\_metalla/](https://priem-metalla.ru/utilizaciya_metalla/) (дата обращения 21.05.2021)

44. Утилизация пластмассы. – URL: <https://www.chemistry-expo.ru/ru/articles/2016/utilizaciya-plastmassy/> (дата обращения 21.05.2021)

45. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 101 с.

## Приложение А

### Раздел 1.3.

#### Safety barriers: concept, classification, foreign sources review

**Студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ91	Керова Ольга Игоревна		

**Руководитель ВКР:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

**Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Денико Р.В.	к.ф.н.		

### **1.3.1. First mention of the barriers concept, development history**

The term "safety barrier" is directly related to the Bowtie charting method that first appeared in the Hazard Analysis Lectures of the University of Queensland (Australia) in 1979 [22].

In 1998, the barriers concept was born in the field of risk analysis and safety assessment in the results of the analysis of the fire incident at the Piper Alpha oil platform in the North Sea. Safety barriers are part of the Bowtie method. After this accident, the main conclusions were made about the lack of understanding of the cause-and-effect relationships of conditions and events, which seemed to be independent of each other [4]. Since that time, in the risk analysis and assessment concept, the term "barrier" was understood as "equipment, systems, rules, and procedures that can prevent an accident" [22].

The Bowtie method has been widely adopted since 1990 when Royal Dutch Shell simplified and incorporated it into the company's risk management standard. However, this bow tie model had too many barriers that were ineffective in the event of a threat and worked only in theory. As a result, the rules for the "installation" of barriers were determined, which made it possible to create reliable protection systems for the object [22].

One of the first mentions of security barriers in Russian-language sources was noted in the work of the Russian-Norwegian project Barents-2020. Within the confines of this project, the main task was to assess the impact of Arctic conditions on the performance of safety barriers [22].

The concept of barriers appeared and developed due to the need to assess the protection effectiveness of existing technical and organizational methods and means at the facility.

### **1.3.2. Concept and classification of safety barriers**

There is a unified understanding of the definition of barriers and their functions in almost all sources where the concept of safety barriers is mentioned. Barriers are understood as physical and/or non-physical methods and means designed to prevent, control, or mitigate unwanted events or accidents. These means can represent both certain simple human actions and a large independent system [4, 22].

It is necessary to distinguish between the concepts of a barrier system and a barrier function. The barrier function describes the purpose of the barrier. The action of the barrier implies the answer to the question "what needs to be done to prevent an undesirable event or mitigate its consequences?". A barrier system is a set of interrelated elements, the implementation of which consists in the performance of one or more barrier functions [4, 22].

It is important to note what can be called safety barriers and what cannot. The system can be designed from the outset safely, with the simplest possible structure or correct functioning, taking into account the vulnerable parties. However, when the initially designed protective system mechanisms are not able to prevent the negative impact on it, then additional measures are introduced, which can be called barriers [4].

In various scientific articles, there are similar classifications of safety barriers, but at the same time with their own characteristics. In all sources, the foundation of the classification is the function barrier and the system barrier.

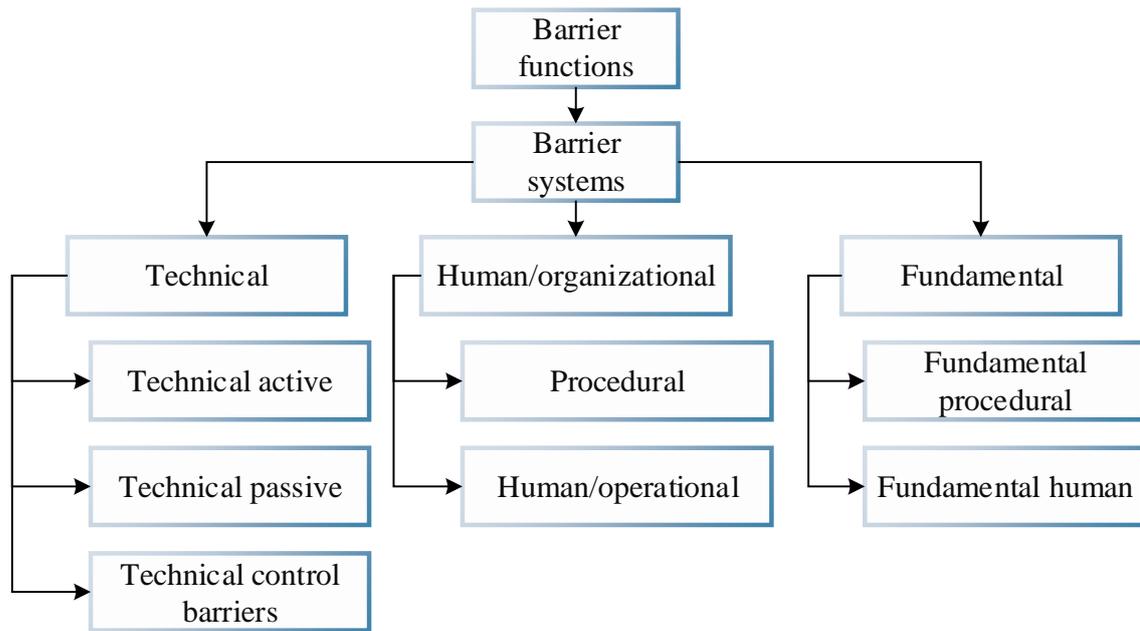
The classification in the *AEB method* (Accident Evolution and Barrier Function) is a model of accident development in the form of steps. Each step is a failure of the system to perform the specified functions. The barriers, in this case, serve as guidelines for avoiding these steps. In this technique, three barrier systems are most often distinguished: technical, organizational, and human. An example of a technical barrier is a protective device, insurance. Organizational barriers include, for example, rules, instructions, orders, and human ones - checking the protection system before starting work [4, 22].

The peculiarity of the *MORT method* (Management Oversight and Risk Tree) is in the separation of concepts. The “safety barrier” in this case is everything that directly relates to the systems of protection against hazards, and the “control barrier” is everything that relates to skills and abilities, instructions, and regulations. According to this technique, the following types of barriers are distinguished, depending on their location: those surrounding the source of danger, those protecting the object, those delimiting the hazard and the target in space or in time [4, 22].

Barriers can also be classified by their nature as follows: material, functional (for example, a password system), symbolic - signals perceived by a person, intangible (for example, rules, principles). This is a later and expanded classification of the AEB method.

The peculiarity of the classification according to the *ARAMIS method* lies in the barrier functions in relation to a hazardous event: to avoid, to hinder the development, to control, and also to limit or to reduce the scale of the impact. According to this method, passive barriers, activated, symbolic and human actions, are distinguished. Active types of barriers in risk assessment form a sequence “detection - assessment - action” [4, 22].

The HSE (Health and Safety Executive) classification defined in the UK health and safety organization, depending on the effectiveness of the type of barrier, technical (high efficiency), human (medium efficiency), and fundamental (low efficiency, but important in total) types of barriers are distinguished. Each of these types has subcategories of barriers (Figure 1.4) [4, 23].



**Figure 1.4 - Classification of safety barriers in accordance with the HSE organization method [4, 23]**

Also, these barriers can be presented as primary - preventing a hazardous event, and secondary - minimizing the consequences of a hazardous event [4, 23, 24].

All of the listed classifications of barrier systems serve to create various models suitable for certain situations for risk assessment. The next step after the installation of barriers can be to assess their effectiveness. For this, there are methods of semi-quantitative risk analysis based on security barriers, which are used to determine the level of security of the system. One of these methods is the *LOPA method* (Layer of Protection Analysis). This method is the construction of independent layers of protection - security barriers, analyzing which it is determined whether the system is reliable or requires additional layers of protection. This method assumes the construction of independent levels of protection – security barriers, the analysis of which determines whether the system is reliable or requires additional levels of protection. Reliability is defined as follows: each layer of protection has a frequency of the initiating event, which is multiplied by the probability that each layer of protection will not be able to fulfill its protective function [4, 23, 24, 25].

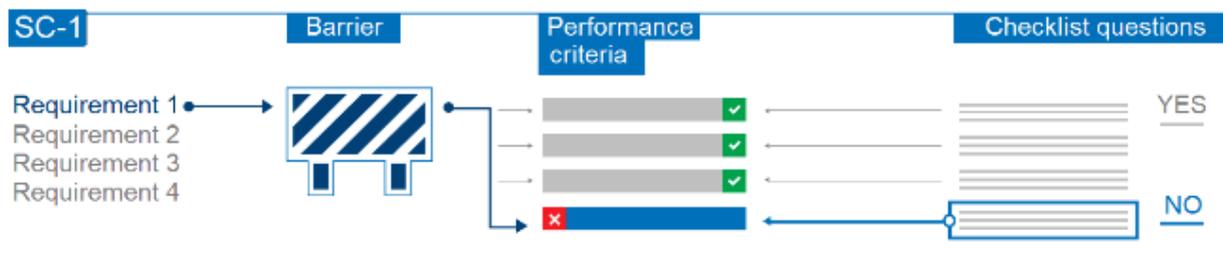
### **1.3.3. Domestic practice of applying the barriers concept**

As an example of building barriers to risk management in the implementation of scenarios, we will analyze the Safety Carcass project (hereinafter SC), developed by «Gazpromneft-Vostok OOO». The implementation of the SC project began in 2019. It is based on the developments that have emerged over the years during the implementation of projects such as "Five steps to safety", "Identification and registration of hazardous actions and conditions", "Stopping hazardous work", "Basic safety rules" and others. The project is being implemented in stages: after each year, specialists supplement it with a new set of barriers against key risks and increase the security level of the organization. The aim of this project was to systematize the existing OSH (Occupational Safety and Health) management systems and formulate uniform requirements for industrial safety [26].

The main task of the SC project is to create effective barriers that serve as protective mechanisms against the occurrence of severe events, as well as mitigating factors if the event does occur.

*System of the project Safety Carcass.* The design bureau's system is based on the bow tie risk analysis method. The "Safety Carcass" design system is based on the Bowtie risk analysis method. The logic and cause-and-effect relationships in the creation of the model remain as in the original technique, but the expression takes the form of tables, called passports, for ease of use in everyday work. After determining the development event scenario, possible threats are determined that contribute to the implementation of this event - sources of danger, as well as the consequences of its implementation. Next, the stage of creating barriers begins, which generally expresses technical, technological, or organizational measures. The function of barriers is to reduce the likelihood of an event occurring (proactive barrier) or mitigate the consequences of its occurrence (reactive barrier). Further, the project system is supplemented with performance criteria that reflect the operating conditions of the barrier. In this case, the barrier will work and effectively fulfill its "barrier function".

Therefore, in order for the safety barrier to function, all of its performance criteria must be met. All criteria barriers are equivalent, therefore, if one criterion is not met during the analysis of the event, the corresponding barrier loses its protective function against the risk factor (Figure 1.5) [26]



**Figure 1.5 – Translation principle of SC requirements into barrier logic [26]**

As mentioned earlier, the barriers are presented in the form of passports, which indicate the focus scenario and the barriers to control it. The passport table consists of the name of the barrier, the place of the barrier installation, and the performance criterion (Table 1.5) [26].

*Table 1.5 - Example of a passport of barriers of the area of occupational safety incidents  
"Accidents during work at height / while being at height" [26]*

<b>Barrier</b>	<b>Barrier installation location (BIL)</b>	<b>Performance criterion</b>
<b>HAW.01.</b> Employee's use of a continuous belay system when performing work at height, including ascent and descent	A worker performing work at a height, including climbing / descending vertical stairs with an angle of inclination of more than 75 degrees,  except for works using rope access systems, rescue and evacuation systems  except for ascent / descent on vertical ladders with a height of less than 5 meters with an angle of inclination of more than 75 degrees, equipped with transverse fencing arcs from a height of 2 meters	<b>HAW.01.1.</b> The continuous insurance system is applied and meets the working conditions
		<b>HAW.01.2.</b> The elements of the continuous belay system are reliable and have no malfunctions / damages requiring rejection
		<b>HAW.01.3.</b> The continuous insurance system is correctly applied by the employee

Focus scenarios in this example are defined as [26]:

1. Fall from a height (> 1.8 meters) when working from scaffolding, access devices, and towers without collapsing/overturning.
2. Falling of an object while working on a drilling rig: a) with destruction, b) without destruction, c) during installation of the drilling rig.

Passports are filled in by answering the checklist questions, suggesting the answer "yes" or "no". Thus, the presence of all “yes” answers to the checklist questions for a certain criterion makes it feasible. The checklist for the barrier “Employee's use of the continuous belay system when performing work at height, including ascent and descent” for the performance criterion “The continuous belay system is applied and meets the working conditions” is presented in Table 1.6 [26].

*Table 1.6 - An example of a checklist for the barrier [26]*

<b>Barrier / barrier installation location</b>	<b>Performance criterion</b>	<b>Checklist question</b>	<b>Yes</b>	<b>No</b>	<b>Not applicable</b>
<b>HAW.01.</b> Employee's use of a continuous belay system when performing work at height, including ascent and descent  Location:  A worker performing work at a height, including climbing / descending vertical stairs with an angle of inclination of more than 75 degrees,	<b>HAW.01.1.</b>  The continuous insurance system is applied and meets the working conditions	<b>HAW.01.1.1.</b>  When working at height, the employee uses a system of continuous belay			
		<b>HAW.01.1.2a.</b>  When working at height, a retention system is used, the length of which excludes the possibility of his leaving the site OR			
		<b>HAW.01.1.2b.</b>  When working at height, a safety system is used, the length of which excludes the employee's touch with the lower surface of the ground / platform in case of a possible fall of the employee from a height of 1.8 meters and above, including lifting / lowering			
		<b>HAW.01.1.3a.</b>			

<b>Barrier / barrier installation location</b>	<b>Performance criterion</b>	<b>Checklist question</b>	<b>Yes</b>	<b>No</b>	<b>Not applicable</b>
except for works using rope access systems, rescue and evacuation systems,  except for ascent / descent on vertical ladders with a height of less than 5 meters with an angle of inclination of more than 75 degrees, equipped with transverse fencing arcs from a height of 2 meters		The retention system is fixed, at any time, to the attachment point OR			
	<b>HAW.01.1.36.</b>	The fall arrest system is fixed, at any time, to the attachment point			
	<b>HAW.01.1.4a.</b>	When climbing / descending a vertical ladder / vertical structures, starting from a height of 1.8 meters, the attachment point of the continuous belay system is located above the head (factor "0", except for the moment when the double-shoulder sling moves from factor "1" to factor "0" during descent ) OR			
	<b>HAW.01.1.46.</b>	The worker is attached to the vertical anchor line if it exists			

Such safety data sheets were introduced gradually and have already been developed for many possible incidents in the field of industrial safety of the organization [26]:

- accidents with the impact of a moving;
- equipment / moving parts of equipment;
- incidents while moving / lifting loads;
- incidents during earthworks;
- incidents caused by the presence of explosive, toxic, and inert gas-air environments;
- electric shock;
- road traffic accidents;
- aviation accidents;

- gas, oil, and water inflow;
- platform accidents / submersible drilling rig;
- fires / explosions;
- incidents related to environmental impact;
- incidents that are harmful to human health, etc.

The administration controls the filling in of passports and the fulfillment of the requirements specified in them. In case of non-compliance with the requirements, instructions, or a task to correct violations are issued. Statistics are kept on all completed and unfulfilled plans to identify systemic causes and corrective actions to eliminate them.

*Analysis of barriers, classification.* SC barriers are classified according to one of the most developed classifications presented in the scientific community - the classification of barrier systems defined in the HSE (Health and Safety Executive, UK) organization. In connection with this classification, barriers are divided into technical (equipment), human (personnel), fundamental (processes) [4].

Also, the HSE classification divides barriers into primary and secondary. Functions of primary safety barriers are prevention, reduction, mitigation, or management of the occurrence and development of a potentially hazardous event, as well as hazard escalation; Functions of secondary safety barriers are preventing weakening, destruction, or failure of primary barriers. The consequences of the implementation of the incident are differentiated depending on which object was affected: people, environment, assets, reputation [4, 23, 26].

*Advantages and disadvantages.* The SC project system was gradually introduced into all business processes of the company. This project also implies a training system of SC for all employees of the organization, as well as for contractors. During the production control, the performance of the priority barriers was checked. As the SC procedures were followed, the reasons for the inconsistencies in the performance criteria of the barriers were identified and corrective measures were

determined. All this made it possible to most effectively fulfill the requirements that prevent high-risk scenarios of accidents, debug the actions and thoughts of employees in favor of following the rules, and also establish a huge priority for safety. The Safety Carcass project aims to improve the safety culture. One of the disadvantages of this project is the complexity of its implementation, even the adaptation of the system to smaller organizations will be many difficulties and will take a lot of time. One of the disadvantages of this project is the complexity of its implementation. Smaller organizations will face many difficulties in adapting this system, and implementation will take much time. To implement such a system in any organization, it is necessary for years or decades to build a high level of the safety culture of the team since there are very few adherents of safety in our Russian culture. Only in this case, this project will function. Leaders must become role models and force for progress and every day in different ways and ways to explain to people what is really important in their work. Their everyday task is to explain to people in different ways what is really important in their work.

Despite the difficulty of implementing such a project like that in other organizations, this goal is still achievable. It is necessary to competently adapt the system and include in the team executors interested in safety.