

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Отделение школы Отделение контроля и диагностики

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Совершенствование системы управления промышленной безопасностью в нефтегазовой отрасли

УДК 658.345:622.323.012

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM01	Король Виктор Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Верховская М.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин А.И.	д.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен структурировать знания, готов к решению сложных и проблемных вопросов;
ОПК(У)-2	Способен генерировать новые идеи, их отстаивать и целенаправленно реализовывать;
ОПК(У)-3	Способен акцентированно формулировать мысль в устной и письменной форме на государственном языке Российской Федерации и на иностранном языке;
ОПК(У)-4	Способен организовывать работу творческого коллектива в обстановке коллективизма и взаимопомощи;
ОПК(У)-5	Способен моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области;
ПК(У)-2	Способен создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания;
ПК(У)-3	Способен анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных задач;
ПК(У)-4	Способен 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)-5	Способен использовать современную измерительную технику, современные методы измерения;
ПК(У)-6	Способен применять методы анализа и оценки надежности и техногенного риска;
ПК(У)-7	Способен 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)-8	Способен осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях;
ПК(У)-9	Способен участвовать в разработке нормативно-правовых актов по вопросам техносферной безопасности;
ПК(У)-10	Способен к рациональному решению вопросов безопасного размещения и применения технических средств в регионах;
ПК(У)-11	Способен применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок.
ДПК(У)-12	Способен осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки
ДПК(У)-13	Способен осуществлять технико-экономические расчеты мероприятий по повышению безопасности
ДПК(У)-14	Способен проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов

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

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Отделение школы Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ю.А. Амелькович
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1EM01	Король Виктор Дмитриевич

Тема работы:

Совершенствование системы управления промышленной безопасностью в нефтегазовой отрасли	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ № 355–43/с от 27.12.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2022

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является система управления промышленной безопасностью. Анализ проводился на примере системы управления промышленной безопасности ООО «Газпромнефть-Восток».
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Изучение объекта исследования – ООО «Газпромнефть-Восток». Проведение расчета индивидуального риска. Выполнение расчета при помощи программного комплекса «Арбитр». Предложить мероприятия по поддержанию приемлемого риска.
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Верховская Марина Витальевна, доцент ОСГН, к.э.н.
«Социальная ответственность»	Сечин Александр Иванович, профессор ООД, д.т.н.
"Иностранный язык"	Ажель Юлия Петровна, старший преподаватель ОИЯ
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Теоретические основы управления промышленной безопасностью	
2. Актуальные тенденции развития промышленной безопасности	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.10.2020

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Юрий Викторович	к.т.н., доцент		05.10.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ01	Король Виктор Дмитриевич		05.10.2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Отделение школы Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения 2020/2021 – 2021/2022 учебные года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.11.2020	Обзор источников информации	10
29.11.2020	Формулирование целей и задач работы, формулирование предмета и объекта разработки	5
30.06.2021	Проведение оценки индивидуального риска классическим способом	15
25.12.2021	Проведение расчете индивидуального риска с помощью программного комплекса «Арбитр». Внедрение программного комплекса «Арбитр» для совершенствования управление промышленной безопасностью	25
14.05.2022	Анализ полученных результатов и выводы о достижении цели в основном разделе ВКР	10
14.05.2022	Разработка разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», "Иностранный язык"	15
25.05.2022	Оформление ВКР и презентационных материалов	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		29.10.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.04.01 «Техносферная безопасность»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	20.04.01 Техносферная безопасность

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей в соответствии со штатным расписанием НИ ТПУ.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 1,3% Районный коэффициент – 1,3.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Расчет инновационного потенциала НТИ</i>	1. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. 2. SWOT – анализ. 3. Оценка готовности проекта к коммерциализации
2. <i>Расчет сметы затрат на выполнение проекта</i>	– расчет материальных затрат; – расчет основной и дополнительной заработной платы; – расчет отчислений во внебюджетные фонды; – расчет бюджета проекта.
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Проведение оценки сравнительной эффективности проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. График проведения НТИ
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская М.В.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ01	Король В.Д.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1EM01		Король Виктор Дмитриевич	
Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	магистратура	Направление/ специальность	20.04.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

<i>Совершенствование системы управления промышленной безопасностью в нефтегазовой отрасли</i>	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования: Шингинское нефтяное месторождение ООО «Газпромнефть-Восток» ООО "Газпромнефть-Восток", должность работника: оператор по добыче нефти и газа</p> <p>Область применения: добыча нефти и газа Рабочая зона: производственное помещение Размеры помещения: 8*4 м.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: автоматическая групповая замерная установка, газоанализатор</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: введение технологического процесса, обслуживание оборудования и механизмов, поддержания режимы работы добывающих скважин, обеспечение работы групповых замерных установок, соблюдение регламентов безопасности</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 31844-2012 Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование буровое и эксплуатационное. Оборудование подъемное. Общие технические требования</p> <p>ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы.</p> <p>Классификация</p> <p>ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты</p> <p>ОСТ 39-064-78 ССБТ. Машины и оборудование для добычи нефти. Общие требования безопасности.</p> <p>СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных 	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; 2) электрический ток; 3) пожароопасность 4) работы с аппаратами под высоким давлением

<p>факторов</p> <p>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</p>	<p>Вредные факторы:</p> <p>1) повышенный уровень шума и уровень инфразвука;</p> <p>2) неблагоприятный микроклимат;</p> <p>3) загазованность рабочей зоны;</p> <p>4) недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>5) повреждения в результате контакта с насекомыми;</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: спецодежда и спецобувь, каски, наушники противошумные, защитные очки, респираторы, перчатки диэлектрические, диэлектрические галоши и боты, диэлектрический коврик,</p> <p>Расчет: расчет системы искусственного освещения</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на селитебную зону отсутствует</p> <p>Воздействие на литосферу: накопление и хранение нефтешламов на своей территории</p> <p>Воздействие на гидросферу: сброс сточных вод предприятий нефтегазовой отрасли в водный бассейн поступают нефтепродукты, хлориды, сульфиды, фенолы, соединения азота, соли тяжелых металлов, взвешенные вещества.</p> <p>Воздействие на атмосферу: факельные установки для сжигания попутного нефтяного газа,</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС :</p> <p>1) некатегорийные отказы на внутриплощадочных трубопроводах вследствие коррозии металла и воздействия низких температур</p> <p>2) преждевременный выход из строя оборудования фонтанной арматуры скважин из-за старения, коррозии металла, повышения давления в системе выше максимально допустимого и воздействия низких температур;</p> <p>Наиболее типичная ЧС: загорания на территории кустовой площадки скважин, в производственных помещениях по причине наличия легковоспламеняющихся веществ и неосторожного обращения с огнем</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ01	Король Виктор Дмитриевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 132 с., содержит 13 рис., 35 табл., 24 источников, 4 прил.

Ключевые слова: промышленная безопасность, система управления промышленной безопасностью, индивидуальный риск, программный комплекс «Арбитр», оценка риска.

Объектом исследования является система управления промышленной безопасностью.

Цель работы – совершенствование системы управления промышленной безопасностью ООО «Газпромнефть-Восток».

В процессе исследования проводился анализ системы управления промышленной безопасностью, произведены расчеты индивидуального риска классическим методом и с помощью применения программного комплекса «Арбитр», предложены мероприятия по поддержанию приемлемого риска.

В результате исследования были выявлены расхождения в расчетах индивидуального риска при помощи программного комплекса «Арбитр» и было выявлено расхождение в результатах, полученных при помощи ПК и при «ручном» расчете, которые обусловлены наличием ряда допущений и упрощений при ручном расчете показателей риска, ввиду сложности математического аппарата. ПК «Арбитр» позволяет рассчитывать показатели рисков с высокой точностью, без каких-либо упрощений.

Область применения: нефтегазовая отрасль.

ПК «Арбитр» позволяет определить величины отрицательных и положительных вкладов рассматриваемой системы в значение риска. Анализ вкладов позволяет увидеть наиболее уязвимые стороны объекта, а, следовательно, внедрить наиболее эффективные мероприятия и решения в области обеспечения промышленной безопасности.

Список сокращений

Пример оформления списка используемых обозначений и сокращений:

OSHA - Occupational Safety and Health Administration;

ТБ – техника безопасности;

ОПО – опасный производственный объект;

EHS – Environmental Health and Safety;

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость.

АЦ – автоцистерна;

ДТ – дизельное топливо;

РВС – резервуар вертикальный стальной;

ГЖ – горючая жидкость;

ТВС – топливно-воздушная смесь;

АБК – административно-бытовой комплекс;

ПК – программный комплекс;

СФЦ – схема функциональной целостности;

ДО – дерево отказов;

ДС – дерево событий;

ДНГ – добыча нефти и газа.

Оглавление

Введение.....	13
1. Литературный обзор	14
1.1 Теоретические основы управления промышленной безопасностью	14
1.2 Ключевые компоненты успешной программы управления безопасностью	21
1.3 Актуальные тенденции развития промышленной безопасности.....	27
2. Общая характеристика предприятия и методы исследования	32
2.1 Общие сведения об ООО «Газпромнефть-Восток»	32
2.2 Оценка опасности резервуарного парка	33
2.3 Оценка индивидуального риска	38
2.3.1 Расчет количества опасных веществ, участвующих в аварии	41
2.3.2 Расчет зон действий поражающих факторов	42
2.3.3 Расчёт вероятностей поражения человека	46
2.3.4 Определение индивидуального риска	49
3 Анализ техногенного риска с применением общего логико-вероятностного метода	53
3.1 Описание программного комплекса «Арбитр».....	53
3.2 Моделирование в программном комплексе «Арбитр»	55
3.3 Расчет индивидуального риска при помощи комплекса Арбитр.....	58
3.4 Разработка мероприятий	64
4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	66
4.1 Анализ конкурентных технических решений.....	66
4.2 SWOT-анализ.....	68
4.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	71
4.4 Структура работ в рамках научного исследования	73
4.5 Определение трудоемкости выполнения работ	74
4.6 Разработка графика проведения научного исследования.....	75
4.7 Расчет материальных затрат НТИ	78
4.7.1 Расчет амортизации оборудования для экспериментальных работ	79

4.7.2 Основная заработная плата исполнителей темы	80
4.7.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	82
4.7.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	83
4.7.5 Накладные расходы	83
4.8 Определение ресурсоэффективности исследования	84
5. Социальная ответственность	89
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации	89
5.2. Производственная безопасность	90
5.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	92
5.2.2 Расчёт системы искусственного освещения	99
5.3. Экологическая безопасность.....	102
5.3.1 Воздействие на литосферу	103
5.3.2 Воздействие на гидросферу	103
5.3.3 Воздействие на атмосферу	104
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	105
Заключение	109
Список используемых источников.....	110
Приложение А	113
Приложение Б	123
Приложение В.....	124
Приложение Г	130

Введение

Создание и обеспечение функционирования эффективной системы управления промышленной безопасностью является важной и актуальной задачей для каждого предприятия. Коксохимическое производство относится к опасному производственному объекту, таким образом, вопрос обеспечения безопасной деятельности является приоритетным.

В работе осуществляется совершенствование управления промышленной безопасностью на примере Шингинского месторождения ООО «Газпромнефть-Восток».

На работников Шингинского месторождения ООО «Газпромнефть-Восток» в процессе трудовой деятельности оказывают воздействие различные вредные и опасные производственные факторы, тем самым работники подвержены профессиональным рискам. Эффективная система управления промышленной безопасностью позволит снизить уровень профессиональных рисков, снизить уровень травматизма, профессиональной заболеваемости, повысить производительность предприятия.

Цель работы – совершенствование системы управления промышленной безопасности в нефтегазовой отрасли.

Задачи:

- изучить объект исследования – ООО «Газпромнефть-Восток»;
- произвести расчет индивидуального риска;
- рассмотреть программный комплекс «Арбитр»;
- произвести расчет при помощи программного комплекса «Арбитр»;
- предложить мероприятия по поддержанию приемлемого риска.

1. Литературный обзор

1.1 Теоретические основы управления промышленной безопасностью

Трудовое законодательство Российской Федерации одной из своих основных целей определяет создание благоприятных условий труда для работников, что, безусловно, подразумевает создание для всех заинтересованных сторон трудового процесса безопасных и комфортных условий труда. Законодательство в области промышленной безопасности, помимо сохранения жизни и здоровья людей, одной из основных своих целей ставит еще и не допущение разрушения оборудования, зданий и сооружений, минимизацию рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и катастроф, а также их локализацию и ликвидацию.

На одних рабочих местах больше угроз для безопасности сотрудников, чем на других, и одной из таких рабочих сред являются промышленные предприятия. На промышленных предприятиях сотрудники часто работают с тяжелым оборудованием и потенциально опасными материалами, подвергаясь воздействию яркого света, громких шумов и вредных паров. Понимание важности промышленной безопасности может буквально спасти жизни рабочих.

Возможно, самая важная причина, по которой промышленные работодатели должны ввести политику безопасности рабочих, заключается в том, что эта политика и практика предотвращают несчастные случаи, которые могут травмировать или убить рабочих. Не все смертельные случаи на рабочем месте происходят мгновенно; некоторые возникают в результате болезней или травм, полученных на работе, например, у работника развилась мезотелиома спустя годы после работы в среде, где он ежедневно подвергался воздействию асбеста.

Промышленная безопасность — это больше, чем соблюдение требований OSHA и использование оборудования и материалов в соответствии

с указаниями. Физическое и психическое здоровье работников является еще одним важным компонентом безопасности на рабочем месте. Когда рабочие истощены, они склонны совершать ошибки, которые могут подвергнуть опасности себя и своих коллег. Сотрудники, которые приходят на работу больными или неспособными четко следовать безопасным рабочим процедурам, также представляют опасность для себя и своих коллег.

Когда работодатель соблюдает правила промышленной безопасности, работники с большей вероятностью продолжают работу с этим работодателем, потому что они чувствуют себя в безопасности. OSHA предоставляет многочисленные средства защиты для сотрудников, в том числе право отказаться от выполнения работы, которую они сочтут опасной.

Работодатели могут продемонстрировать, что они ценят здоровье и безопасность своих работников, включив важность обучения технике безопасности в основные ценности своей компании. Хотя OSHA публикует общие и отраслевые правила безопасности, работодатели могут еще больше защитить своих сотрудников, выйдя за рамки этих требований. Вот несколько способов, которыми работодатели могут продемонстрировать свое понимание важности правил безопасности и сообщить о своей приверженности обеспечению безопасности работников:

- обеспечение сотрудников защитной одеждой и оборудованием от известных качественных брендов;
- сотрудникам будет проще сообщать о несчастных случаях и угрозах безопасности, которые они узнают на рабочем месте;
- внедрение политик безопасности в интересах работников, таких как обязательные перерывы на отдых и назначение двух или более работников для выполнения каждой задачи;
- быть в курсе последних достижений в области промышленной безопасности и внедрять новые технологии безопасности по мере их появления.

На промышленном рабочем месте соблюдение техники безопасности предотвращает несчастные случаи. Предотвращение несчастных случаев экономит деньги работодателя во многих отношениях, в том числе:

- как избежать снижения производительности;
- как избежать судебных исков за нарушение техники безопасности и прав работников;
- избегание страховых надбавок и повышенных премий;
- уклонение от требований компенсации работникам.

Помимо экономии денег работодателя, предотвращение несчастных случаев за счет подчеркивания важности правил безопасности на рабочем месте может фактически увеличить прибыль компании за счет формирования положительного общественного восприятия бренда. Травмы рабочих и небезопасные условия труда могут вызвать негативную реакцию общественности, что может привести к бойкотам, требованиям перемен и общему снижению покровительства.

Когда потребители знают, что продукты, которые они покупают, были произведены в безопасных условиях, они чувствуют себя уверенными в том, что продукты безопасны для их использования. Многие потребители также стремятся покупать продукты, произведенные на предприятиях, которые понимают важность промышленной безопасности и соответствующим образом защищают работников [1].

Практической целью промышленной безопасности является облегчение влияния на окружающую среду на производственное подразделение и каждого человека, а роль специалистов по промышленной безопасности заключается в поиске рычагов или возможностей для значительного улучшения с использованием практических усилий. Целями систем промышленной безопасности являются:

- промышленная безопасность необходима для проверки всех возможных шансов несчастных случаев, чтобы предотвратить гибель людей и

постоянную нетрудоспособность любого производственного работника, любой ущерб машине и материалам.

- для устранения несчастных случаев, приводящих к остановке работы и производственным потерям.

- для снижения компенсации работникам, страхового тарифа и всех расходов на несчастные случаи.

- для достижения лучшего морального духа среди промышленных работников.

- для увеличения производственных средств до более высокого уровня жизни.

- для предотвращения несчастных случаев в отрасли путем снижения любых опасностей.

Пожароопасность, аварии, промышленные катастрофы могут быть уменьшены путем тщательного планирования безопасности. Всех этих несчастных случаев можно избежать, эффективно планируя безопасность.

Некоторые важные аспекты для промышленной безопасности, следующие:

1. правильная планировка предприятия;
2. надлежащая противопожарная система;
3. здоровье и гигиена;
4. надлежащее обучение технике безопасности;
5. надлежащие системы сигнализации и оповещения;
6. соответствующие датчики и защитные механизмы для сотрудников;
7. достаточное освещение в рабочей зоне, а также на дорожках;
8. чистота и сухость цеха;
9. надлежащие манометры и другое оборудование для обеспечения безопасности;
10. электрическая изоляция;
11. правильные вывески для инструкций по ТБ [2].

К видам деятельности в области промышленной безопасности относятся:

- проектирование;
- строительство;
- эксплуатация;
- реконструкция;
- капитальный ремонт, техническое перевооружение;
- консервация и ликвидация опасного производственного объекта;
- изготовление, монтаж, наладка, обслуживание и ремонт технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте;
- проведение экспертизы промышленной безопасности;
- подготовка и переподготовка работников опасного производственного объекта [3].

Для удобства управления ОПО законодатель определил 4 класса опасности:

- 1 класс опасности - чрезвычайно высокой опасности;
- 2 класс опасности - высокой опасности;
- 3 класс опасности - средней опасности;
- 4 класс опасности - низкой опасности.

Предприятиям, правительствам, регулирующим органам и международному сообществу необходимо преодолеть ряд барьеров для обеспечения промышленной безопасности. На уровне предприятий эти барьеры включают:

- недостаточная осведомленность о рисках и издержках, связанных с несчастными случаями;
- отсутствие всеобъемлющей стратегии обеспечения промышленной безопасности, которая могла бы осуществляться на оперативном и управленческом уровнях, особенно для малых и средних предприятий (МСП) в развивающихся странах и наименее развитых странах;

- неправильная инфраструктура и оборудование для обеспечения безопасности, такие как средства индивидуальной защиты, особенно на МСП;
- ориентирование на краткосрочную перспективу и неспособность признать долгосрочную прибыльность, ставшую возможной благодаря инвестициям в промышленную инфраструктуру безопасности;
- самоуверенность в соблюдении норм промышленной безопасности;
- потеря акцента на оценке рисков и управлении;
- пренебрежение местными и национальными регулируемыми механизмами, обеспечивающими безопасность;
- неспособность выявить возникающие проблемы в области предотвращения несчастных случаев, обеспечения готовности и реагирования на них;
- невнимательность к более широким вопросам охраны труда и техники безопасности, таким как стресс и беспокойство на работе.

Для укрепления координации на национальном уровне правительствам необходимо:

- разработка специальных программ и протоколов по предотвращению стихийных бедствий и предварительному реагированию;
- укрепление механизмов восстановления, реконверсии и деятельности на промышленных объектах для своевременного реагирования в целях минимизации последствий промышленных опасностей;
- сделать промышленную безопасность политическим приоритетом и повысить осведомленность на более высоких уровнях политики о рисках и последствиях промышленных опасностей;
- бороться с опасными природными явлениями, которые могут вызвать технологические аварии, в частности, с помощью технического руководства по оценке риска;
- участие частного сектора в разработке политики в области предотвращения несчастных случаев, обеспечения готовности к ним и реагирования на них;

- изучить прошлые промышленные аварии и промахи, чтобы извлечь урок [4].

Каждый опасный производственный объект нужно идентифицировать и зарегистрировать в Государственном реестре опасных производственных объектов.

Класс опасности присваивается опасному производственному объекту в зависимости от вида его опасности. В приложении 1 Федерального закона от 20.06.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [3], перечислены 16 видов разнообразных опасных производственных объектов. Необходимо отметить, что к энергетике, как правило (речь о традиционной теплоэнергетике и электроэнергетике), имеют отношение следующие объекты, указанные ниже, в Таблице 1.

Таблица 1 – Опасные производственные объекты в нефтегазовой отрасли

Категория опасного производственного объекта	Характеристика опасного производственного объекта, относительно энергетики
Получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются в указанных в приложении 2 к указанному выше Федеральному закону количествах опасные вещества	1. воспламеняющиеся вещества – газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися, и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 градусов Цельсия или ниже; 2. горючие вещества – жидкости, газы, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления; 3. токсичные вещества – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики: – средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 миллиграммов на килограмм до 200 миллиграммов на килограмм включительно; – средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 миллиграммов на килограмм до 400 миллиграммов на килограмм включительно; – средняя смертельная концентрация в воздухе от 0,5 миллиграмма на литр до 2 миллиграммов на литр включительно.

Продолжение таблицы 1

Используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 МПа	1. пар, газ (в газообразном, сжиженном состоянии); 2. вода при температуре нагрева более 115 градусов Цельсия.
Используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы	Стационарно установленные грузоподъемные механизмы, в том числе мостовые краны и прочие.

После регистрации ОПО организация сможет получить лицензию в Ростехнадзоре, которая даёт право эксплуатировать опасные производственные объекты. Лицензия для 4 класса опасности ОПО не требуется, а требования к 1–3 классу опасности ОПО одинаковые. Для эксплуатации ОПО государство сформировало методы регулирования (приложение 1).

Государственный надзор постоянно контролирует опасные производственные объекты 1 класса, ежегодные проверки проходят объекты 2-го класса, 3 класс опасности объекта проверяют 1 раз в 3 года, а для 4-го класса опасности объекта проводят внеплановые проверки.

1.2 Ключевые компоненты успешной программы управления безопасностью

Важность хорошо разработанной программы управления безопасностью известна большинству, но, к сожалению, не всеми осуществляется. Способность организации обеспечить безопасность своих сотрудников зависит от ее способности разрабатывать, внедрять и совершенствовать процессы и программы управления безопасностью в своей компании.

Лучшие компании мира уделяют первоочередное внимание здоровью и безопасности сотрудников, чтобы сделать это общей ответственностью для всех. Эти компании делают это стратегически, что позволяет им эффективно практиковать предотвращение, а также дает им возможность эффективно справляться с любыми инцидентами, которые могут произойти. Согласно Национальному совету по безопасности, эффективная программа управления безопасностью должна:

- снижать риск несчастных случаев на рабочем месте, травм и смертельных случаев за счет измерений и улучшений на основе данных;
- привлекать людей из разных частей организации, чтобы сделать безопасность общей ответственностью;
- быть хорошо организованным и структурированным, чтобы обеспечить постоянный рост и производительность;
- быть активным, превентивным и интегрированным в культуру всей организации.

Учитывая эти требования, можно выделить важные компоненты, которые позволят создать качественную программу управления безопасностью.

1. Формализованная политика безопасности

Первым шагом на пути к успеху в области безопасности является определение политики безопасности организации – позиция организации в отношении важности управления безопасностью и общих ожиданий каждого сотрудника в отношении того, как действовать в определенных ситуациях.

Политика безопасности должна включать критически важную информацию об эксплуатации, которую сотрудники должны принять и соблюдать в течение своей повседневной трудовой деятельности. Эти правила должны включать в себя все: от общих операционных процедур (что делать в случае пожара, как часто проводятся противопожарные учения), до подробных инструкций по оказанию первой медицинской помощи, если кто-то пострадал на работе или в здании.

Политика безопасности должна быть не только написана, но и активно реализовываться каждый день. Это включает в себя последовательные упреждающие проверки безопасности, инспекции объектов, выявление опасностей и регулярное взаимодействие, чтобы гарантировать, что сотрудники знают и соблюдают безопасность, а риски обсуждаются и быстро устраняются в компании каждый день

2. Эффективное и регулярное информирование о безопасности и здоровье

Важно иметь политику безопасности, которая часто сообщается и доступна для всех. Очень важно, чтобы организации обсуждали политику безопасности с сотрудниками и менеджерами, чтобы обеспечить понимание и принятие.

Также полезно часто напоминать сотрудникам, что безопасность важнее производительности. Иногда происходит так, что работники забывают про безопасность из-за ежедневной нагрузки, связанной с выполнением обязательств по заказу.

Целенаправленные и последовательные сообщения о безопасности и здоровье могут создать лояльных, продуктивных и ответственных сотрудников, которые будут чувствовать уважение и ценность компании. Регулярная непрерывная коммуникация обучает сотрудников, помогает продемонстрировать ценности компании и укрепляет правильное поведение.

В результате будет снижение частоты и серьезности инцидентов и критических происшествий, что повысит общую эффективность программы управления безопасностью.

3. Поддержка поведенческой безопасности

Самые безопасные компании в мире признают важность создания привычек, связанных с безопасностью. Поэтому многие из них сосредоточены на безопасности, основанной на поведении - методологии безопасности, направленной на повышение безопасности путем создания привычки.

Небезопасное поведение естественно привычно для большинства сотрудников, и они не осознают этого. Часто деятельность выполнялась неправильно так долго, что во многих случаях сотрудники даже не осознают неправильного поведения. Компании могут создать хорошее поведение, формируя положительные привычки и отказываясь от старых. Вот где в игру вступает концепция изменения привычки.

По словам эксперта по поведению Джеймса Клира, в среднем требуется 66 дней, чтобы выработать новую привычку. Это означает, что организации

должны посвятить себя постоянному совершенствованию для достижения оптимальных результатов в области безопасности.

Чтобы изменить привычку, Клир использует структуру, называемую 3R изменения привычки:

1) Reminder (Напоминание - триггер, который инициирует поведение);

2) Routine (Рутина - само поведение; действие, которое вы предпринимаете);

3) Reward (Вознаграждение - выгода, которую вы получаете от поведения).

Можно использовать эти же принципы со своими сотрудниками на рабочем месте, регулярно проводить и фиксировать опасные ситуации, наблюдения за поведением и/или выборочные проверки.

4. Использование как опережающих, так и запаздывающих показателей

Организации с выдающимися показателями безопасности разрабатывают систематический метод измерения того, что происходит на протяжении всей их деятельности по обеспечению безопасности. Это позволяет им быстро и легко понять, почему что-то пошло не так, если это когда-либо произойдет. Тем не менее, большинство организаций далеки от такого рода возможностей систематической отчетности.

Многие организации в основном используют запаздывающие показатели - меру того, что произошло в прошлом, например, потерянные рабочие дни, затраты на оплату труда работников или частоту травм. Как известно лидерам в области безопасности, эти показатели очень мало помогают в предотвращении несчастных случаев и травм в будущем.

Способность быстро и точно определять ситуации с высоким риском - это то, что должно быть в контрольном списке каждого руководителя службы безопасности для обеспечения безопасности. Опережающие показатели могут предоставить информацию, чтобы организация могла предсказать, что может произойти, и принять меры, чтобы избежать несчастных случаев. Опережающие показатели включают в себя такие показатели, как частота

обучения технике безопасности, количество и результаты аудитов и проверок безопасности, а также поведение, отражающее операции, включая среднее время выполнения корректирующих действий, участие сотрудников в активной деятельности и даже участие руководства.

Получая информацию об опережающих и запаздывающих показателях, организации могут получить полную картину всей деятельности программы безопасности с конечной целью предотвращения несчастных случаев до того, как они произойдут.

5. Передовые инструменты и системы

Компании с низким уровнем травматизма готовят своих сотрудников к успеху, и они делают это не только с помощью процессов и программ управления безопасностью. Они используют передовые инструменты и системы, чтобы их сотрудники всегда были готовы справиться со всем, что им нужно.

Самая эффективная программа управления безопасностью — это та, которая позволяет любому сотруднику быстро получить доступ к необходимой информации и сообщить о проблеме. Независимо от того, является ли эта информация паспортom безопасности, записью обучения или результатом аудита безопасности, компании теперь используют мобильные решения для управления безопасностью, чтобы повысить своевременность реагирования и коммуникации.

Точно так же, как компании обеспечивают своих сотрудников средствами индивидуальной защиты, лучшие лидеры в области безопасности признают важность мобильного программного обеспечения безопасности для улучшения их общей программы управления безопасностью. Это становится еще более важным, поскольку молодые работники, которые выросли цифровым поколением, ищут работодателей, которые приспосабливаются к работе естественным и предпочтительным для них образом. Они не могут представить себе необходимость заполнять бумажную форму, отправлять ее кому-то по факсу, хранить копию для своего файла и т. д. Они ожидают, что работодатели

будут использовать инструменты, которые они используют в своей повседневной жизни, чтобы облегчить им внедрение организационных операций.

6. Частые тренинги по технике безопасности и обсуждения

Самые безопасные компании в мире осознают важность непрерывного обучения своих сотрудников и отдают ему приоритет.

Согласно Occupational Safety and Health Administration (United States), обучение технике безопасности дает менеджерам, сотрудникам и руководителям:

- знание правил безопасного выполнения своей работы;
- осведомленность о том, как устранить опасности для снижения риска;
- специализация, когда их конкретные роли требуют уникальной подготовки.

Эти три компонента имеют решающее значение для снижения частоты инцидентов при одновременном повышении общей безопасности. Одна из проблем, с которой сталкиваются работодатели, когда хотят проводить частое обучение, заключается в том, что учебные занятия могут быть длинными и скучными.

7. Уполномоченные и мотивированные сотрудники

Расширение возможностей сотрудников с помощью вашего подхода к управлению безопасностью может привести к отличным результатам для организации. Тем не менее, многие организации изо всех сил пытаются достичь надлежащего уровня вовлеченности сотрудников.

По словам отраслевого эксперта Джейка Вулфендена, «самая большая проблема с большинством программ управления безопасностью заключается в том, что они сосредоточены на предотвращении травм, подчеркивая, насколько плохими могут быть вещи - прямо пугая сотрудников. Хотя это в некоторой степени эффективно, это очень мало мотивирует сотрудников работать лучше». Это приводит к культуре, основанной на страхе, а не на успехе, что снижает моральный дух сотрудников.

Успешные программы и планы управления безопасностью последовательно способствуют надлежащей безопасности посредством непрерывного обучения, последовательного усиления и постоянных улучшений.

8. Удобство сообщения о проблемах, связанных с безопасностью

Вполне естественно хотеть закончить работу в срок или даже раньше срока, но с отношением «сделай это быстро» случаются несчастные случаи. Организации высшего уровня подчеркивают важность сообщения о потенциальных проблемах до их возникновения или сообщения об инцидентах безопасности в момент их возникновения.

Важно, чтобы работники понимали, что они не должны использовать ярлыки и что безопасность является приоритетной задачей. Несчастный случай влияет на производительность больше, чем что-либо еще в бизнесе, поэтому нужно убедиться, что взаимосвязь между безопасностью и производительностью понимается всеми, особенно теми менеджерами, которые оцениваются по производительности.

Сотрудники должны чувствовать заинтересованность и обязанность сообщать об опасности или потенциальной проблеме, когда они ее видят. Когда каждый почувствует ответственность за выполнение политики и процедур безопасности, вся организация повысит свою безопасность.

1.3 Актуальные тенденции развития промышленной безопасности

Сфера безопасности и гигиены труда постоянно меняется и развивается. Демография рабочей силы, ожидания сотрудников и другие факторы меняют наши методы обучения и инструменты, которые мы используем для улучшения безопасности на рабочем месте.

Чтобы снизить количество смертельных случаев на рабочем месте и свести к минимуму ответственность, организации должны найти инновационные способы повышения безопасности и гигиены труда. От

развития сильной культуры безопасности до растущего спроса на специалистов по безопасности.

Ниже представлены несколько актуальных тенденций развития промышленной безопасности.

Тенденция №1 «Умные» средства индивидуальной защиты

Растет использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) и рабочей одежды с датчиками, которые отслеживают, собирают и записывают биометрические данные, данные о местонахождении и перемещениях в режиме реального времени.

Это «умное» оборудование собирает те же данные, что и носимые устройства, включая частоту сердечных сокращений пользователя, сожженные калории, пройденные шаги и артериальное давление. Это оборудование также отслеживает расширенные показатели, такие как содержание алкоголя в крови пользователя, уровень кислорода в крови, уровень пота и жизненные показатели. Некоторые продукты могут даже обнаруживать изменения в условиях окружающей среды. Ожидается, что интеллектуальные средства индивидуальной защиты следующего поколения будут отслеживать усталость и бдительность работников, что может помочь менеджерам определить, кому и когда нужен перерыв.

Хотя существуют некоторые опасения относительно конфиденциальности того, как эти данные собираются и используются работодателями, мониторинг факторов, которые могут способствовать несчастным случаям, может значительно сократить количество несчастных случаев на рабочем месте.

Тенденция №2 СИЗ, отражающие личные предпочтения работников

Наряду с технологическими достижениями, позволяющими создавать «умные» средства индивидуальной защиты, существуют также средства защиты, учитывающие личные предпочтения работников. К ним могут относиться такие предметы, как:

- респираторы с более свободной посадкой, которые позволяют работникам носить растительность на лице;
- бесшовные перчатки тонкой вязки, обеспечивающие повышенный комфорт;
- более легкие ткани и специальные текстильные изделия, которые позволяют одежде соответствовать стандартам защиты, но при этом обеспечивают стиль, комфорт и более высокую степень удовлетворенности сотрудников.

Благодаря постоянному совершенствованию СИЗ развиваются, чтобы лучше отражать предпочтения работников.

Тенденция №3 Мобильные приложения и инструменты

Мобильные инструменты все чаще используются для выполнения задач и контроля за безопасностью сотрудников, использующих мобильные устройства на работе. В частности, ожидается, что инструменты безопасности на рабочем месте (такие как мобильные приложения для проверки и инцидентов) станут более распространенными, как и приложения, которые отключают мобильные устройства работников, когда они выполняют важные задачи.

Тенденция №4 Увеличение разнообразия специалистов по безопасности

Глобальные законы и правила в области безопасности повысили спрос на профессионалов в области безопасности и здоровья. Стремясь избежать финансовых последствий травм на рабочем месте, на рынок вышли несколько компаний, специализирующихся в нише безопасности. Используя свои знания и навыки для продвижения позитивной культуры и передового опыта в области безопасности на рабочем месте, специалисты по безопасности обеспечивают соблюдение организациями законодательства в области безопасности и создают соответствующие системы управления.

Тенденция №5 Смещение акцента с обнаружения на предотвращение

До недавнего времени программы охраны труда и техники безопасности в основном были сосредоточены на выявлении небезопасных условий, а это

означало, что компании тратили больше времени на снижение рисков после аварии, чем на их предотвращение. Теперь эксперты по безопасности рекомендуют компаниям перейти от программ поощрения и признания, которые сосредоточены на выявлении рисков, к программам, основанным на профилактике, которые делают упор на обучение, обучение и выявление проблем до того, как кто-то пострадает.

Тенденция №6 Повышение удержания работников

Наряду с переходом от обнаружения к предотвращению новый акцент делается на обучении и переподготовке работников для лучшего обеспечения соблюдения требований. Исследования показывают, что сотрудники получают пользу от постоянного обучения технике безопасности и регулярного повышения квалификации по технике безопасности.

Таким образом, все больше компаний реализуют ежегодные программы переподготовки по технике безопасности, предназначенные для обновления навыков безопасности сотрудников и обеспечения непрерывного обучения технике безопасности по конкретным темам. Часть этого обучения осуществляется посредством «микрообучения», которое позволяет сотрудникам проходить короткие учебные занятия на выбранном ими устройстве. По словам экспертов, постоянные тренировки обеспечивают максимальную осознанность и снижают травматизм.

Тенденция №7 Вовлеченное руководство для замены нисходящих стратегий безопасности

Чтобы внедрить целенаправленную культуру безопасности, лидеры должны убедиться, что сотрудники вовлечены и вдохновлены сегодня, завтра и в дальнейшем. Большинство экспертов согласны с тем, что произошел постепенный переход от традиционных нисходящих подходов к новым. Ключом к принятию и вовлечению является наличие старших менеджеров, которые практикуют подлинное и заметное лидерство в области безопасности.

Эксперты EHS предлагают компаниям использовать стратегию безопасности, основанную на поведении, которая поощряет эффективную,

межличностную, поддерживающую и корректирующую обратную связь на основе поведения во всей организации [5].

Тенденция №8 Совершенствование систем и технологий управления безопасностью

Технологии, ориентированные на безопасность и здоровье, получили распространение благодаря ужесточению законов и стандартов в области здравоохранения, безопасности и охраны окружающей среды. Хотя организации медленно внедряют цифровые технологии, такие как мобильные приложения и телематика, наблюдается рост числа высокоэффективных компаний, использующих облачные системы управления безопасностью. Эти оптимизированные платформы обеспечивают постоянное изучение условий на рабочем месте и немедленное решение проблем [6].

Чтобы учесть эти тенденции, специалисты по безопасности и гигиене труда должны будут обновлять текущие знания, приобретая новые знания и навыки. Образование и обучение играют важную роль в информировании рабочих и менеджеров об опасностях на рабочем месте и средствах контроля, обеспечивая при этом более глубокое понимание самой программы безопасности и гигиены труда.

2. Общая характеристика предприятия и методы исследования

2.1 Общие сведения об ООО «Газпромнефть-Восток»

ООО «Газпромнефть-Восток» является дочерним нефтедобывающим предприятием ПАО «Газпром нефть», созданная 14 сентября 2005 года. Основной вид деятельности эта добыча нефти и попутного нефтяного газа на территории Томской и Омской области.

ООО «Газпромнефть-Восток» работает в Юго-Западной части Крапивинского месторождения (Тарский район Омской области); Шингинском и Южно-Шингинском месторождениях (Томская область); Урманском месторождении (Томская область); Арчинском месторождении (Томская область); Западно-Лугинецком и Нижнелугинецком месторождениях (Томская область); Южно-Табаганском, Смолянском, Солоновском и Кулгинском месторождениях (Томская область), Восточно-Мыгинском месторождении (Томская область).

Помимо добычи нефти и газа предприятие также занимается такими видами деятельности как:

- капитальное строительство в части эксплуатационного бурения (эксплуатационное бурение скважин, освоение скважин, геофизические работы/услуги);
- капитальное строительство в части обустройства месторождения;
- геологоразведочные работы (сейсморазведочные работы, разведочное бурение);
- научно-исследовательские и опытно-промышленные работы;
- работы/услуги по добыче нефти (содержание и эксплуатация разведочных и эксплуатационных скважин, сбор, транспортировка, подготовка, сдача и отпуск нефти, ремонт скважин и операции по повышению нефтеотдачи пластов);
- работы/услуги по добыче общераспространённых полезных ископаемых;

- работы/услуги по добыче подземных вод;
- повышение операционной и экономической эффективности [7].

Одним из месторождений ООО «Газпромнефть-Восток» является Шингинское нефтяное месторождение.

Шингинское месторождение включает в себя следующий комплекс технических систем и объектов:

- 1) резервуарный парк;
- 2) система технологических трубопроводов;
- 3) технологические насосные станции;
- 4) площадку с системой налива нефтепродуктов в автоцистерны;
- 5) площадку для проведения огневых работ;
- 6) систему молниезащиты и защиту от статического электричества;
- 7) система канализации и очистных сооружений;
- 8) систему электроснабжения и освещения территории;
- 9) систему тепло- и водоснабжения;
- 10) лаборатория;
- 11) комплекс противопожарных сооружений;
- 12) административно-бытовой комплекс;
- 13) проходная.

2.2 Оценка опасности резервуарного парка

Значительный объем хранимых пожаровзрывоопасных веществ создает потенциальную опасность возникновения различных аварийных ситуаций на территории Шингинского месторождения. Основные причины для возникновения аварийных ситуаций могут такие как:

- 1) опасности, связанные с технологическими процессами;
- 2) температурные деформация оборудования и трубопроводов, коррозия, физический износ, механические повреждения;
- 3) отключение подачи электроэнергии, пара, воды, воздуха;
- 4) ошибки персонала при выполнении технологического процесса, при пуске и остановке оборудования;

- 5) ошибки экспертов при проверке технологического оборудования;
- б) внешние воздействия природного и техногенного характера.

Данные причины могут поспособствовать разгерметизации оборудования, резервуаров и трубопроводов и оказаться причиной возникновения в резервуарном парке аварийной ситуации различных масштабов.

Анализ составляющего резервуарного парка показывает, что на рассматриваемом объекте могут возникать следующие аварийные ситуации:

- 1) Разгерметизация (разрушение) резервуара хранения.
- 2) Разгерметизация автоцистерны.
- 3) Разлив нефтепродукта в результате переполнения резервуара.

Метод оценки риска включает в себя определение возможной причины аварии, для этого можно использовать метод построение дерева отказов.

Когда определены причины сбоя и не требуется дальнейший анализ, построение дерева завершается.

Деревья отказов для рассматриваемых аварийных ситуаций для резервуарного парка на Шингинском месторождении представлены на рисунках 1,2.

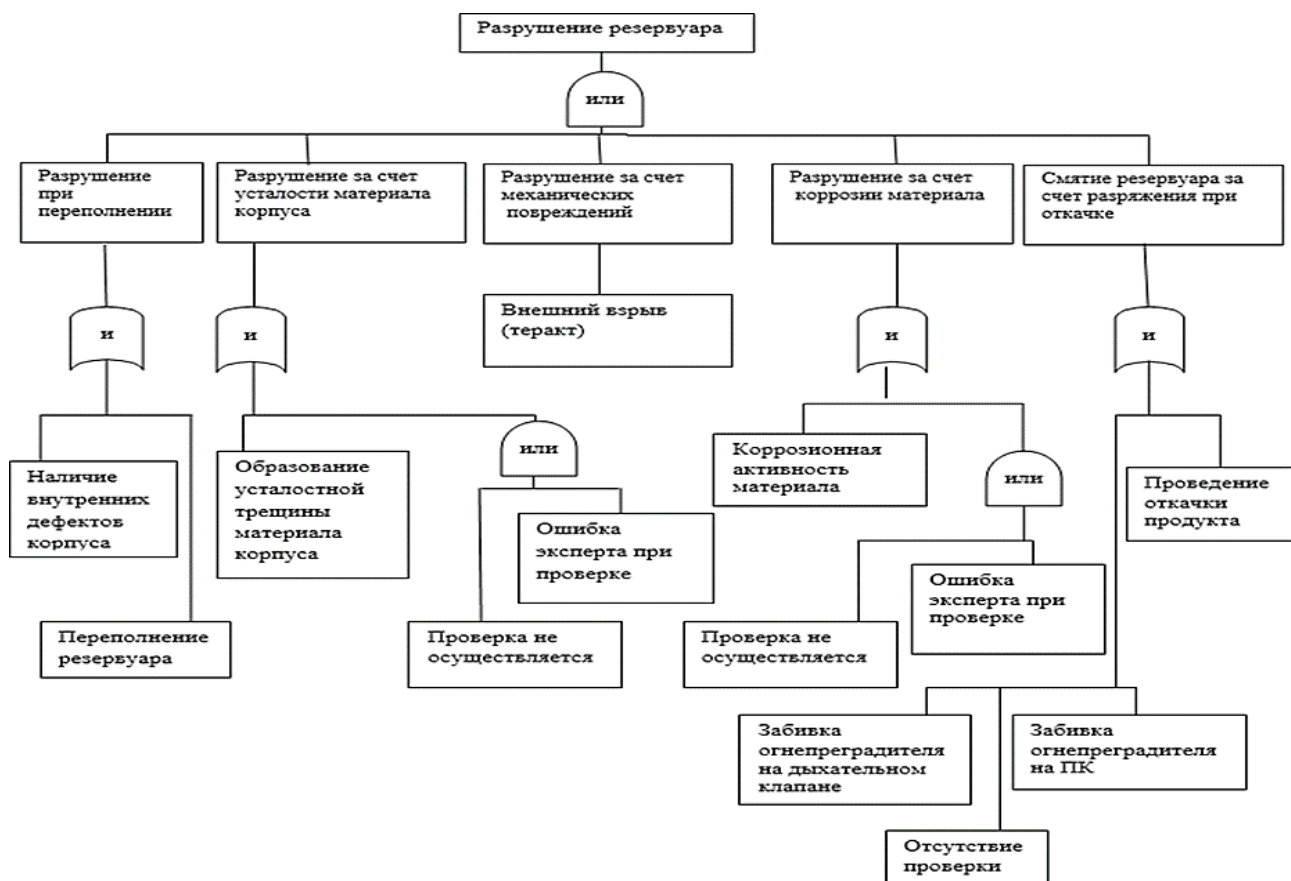


Рисунок 1 – Дерево отказов при разгерметизации резервуара с нефтепродуктом

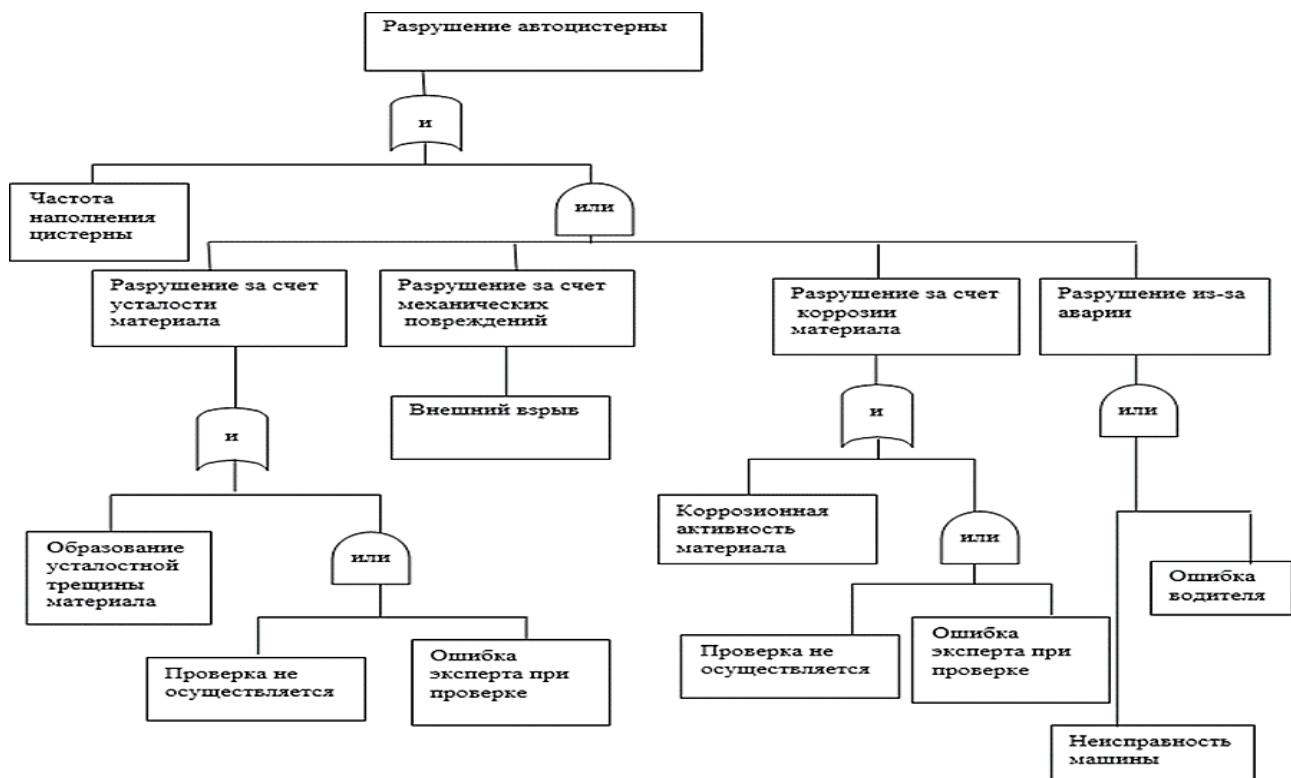


Рисунок 2 – Дерево отказов при разгерметизации автоцистерны с нефтепродуктом

Для выявления вероятных сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций применяется метод дерева событий.

На логическом дереве сценарии возникновения и развития аварийных ситуациях, изображены, как последовательность событий от исходного к конечному [8].

Для построения используют условную вероятность реализации различных ветвей и дальнейшее развитие аварийной ситуации, а также вероятность эффективности работы соответствующих средств ликвидации или локализации аварийной ситуации.

На рисунках 3,4 изображены деревья событий для выбранных иницирующих событий.

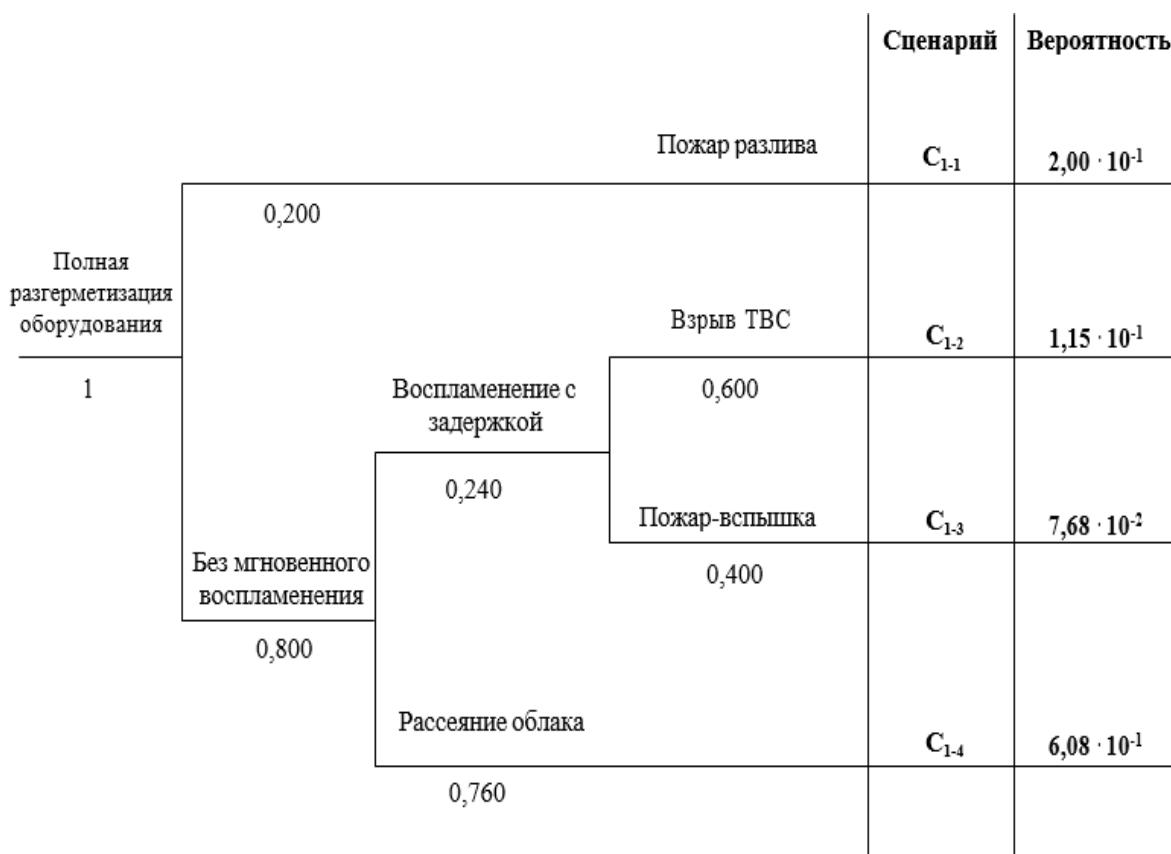


Рисунок 3 - Дерево событий при разгерметизации резервуара с ЛВЖ

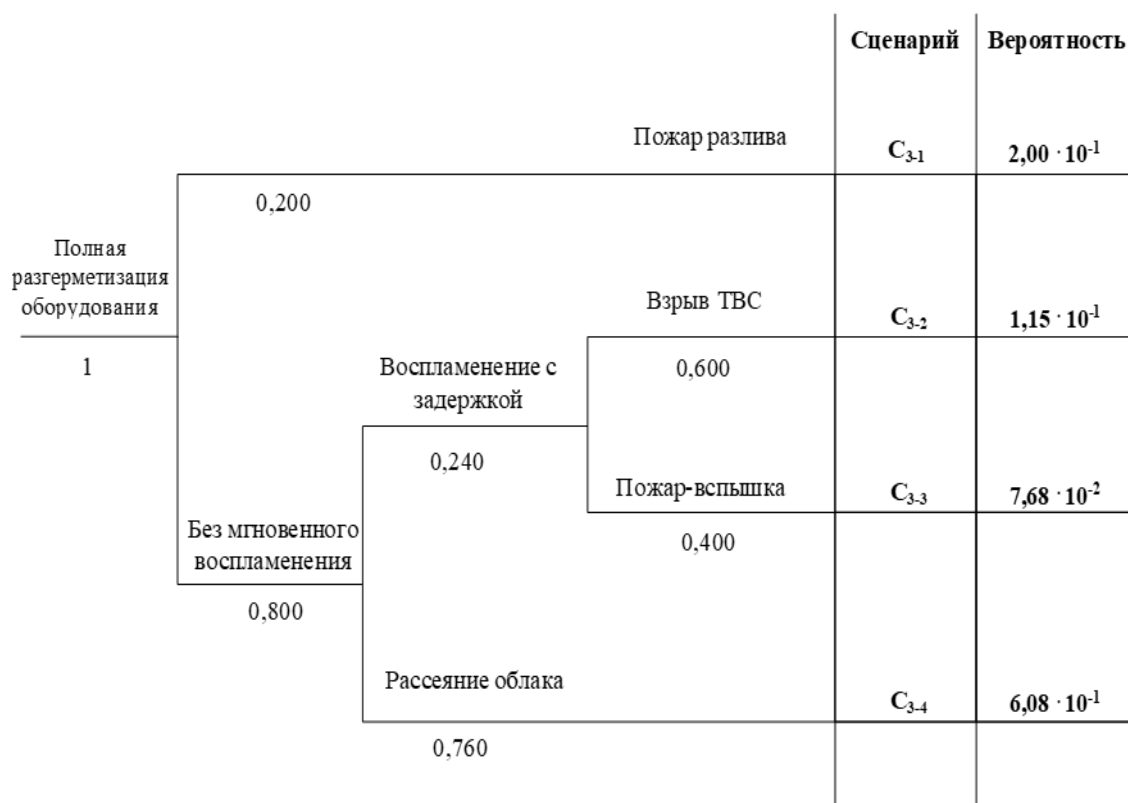


Рисунок 4 - Дерево событий при разгерметизации автоцистерны с ЛВЖ

Частоты инициирующих событий представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Частоты инициирующих событий

Иницирующее событие	Частота реализации, год ⁻¹
Разрушение оборудования (резервуара хранения нефтепродуктов)	5,00E-06
Разрушение автоцистерна (бензин))	2,08E-07
Разрушение оборудования (Автоцистерна (ДТ))	2,08E-07

Частота развития аварийной ситуации считается с помощью произведения частоты инициирующего события (таблица 2) на условную вероятность конечного события для однотипного оборудования, указанных в деревьях событий.

В таблице 3 указаны итоги выполнения расчетов вероятностей реализации взятых сценариев.

Таблица 3 - Результаты расчета вероятностей реализации выбранных сценариев

Иницирующее событие	Сценарий	Частота (1/год)
Разрушение оборудования (РВС-1000 № 1)	С 1-1	2,50E-07
	С 1-2	2,90E-08
	С 1-3	2,61E-07
	С 1-4	4,46E-06
Разрушение оборудования (РВС-700 № 2; 3)	С 1-1	2,00E-06
	С 1-2	1,15E-06
	С 1-3	7,68E-07
	С 1-4	6,08E-06
Разрушение оборудования (РВС-100 № 4)	С 1-1	1,00E-06
	С 1-2	5,76E-07
	С 1-3	3,84E-07
	С 1-4	3,04E-06
Разрушение оборудования (РВС № 5)	С 1-1	1,00E-06
	С 1-2	5,76E-07
	С 1-3	3,84E-07
	С 1-4	3,04E-06
Разрушение оборудования (РВС № 6,7)	С 1-1	2,00E-06
	С 1-2	1,15E-06
	С 1-3	7,68E-07
	С 1-4	6,08E-06
Разрушение оборудования (Автоцистерна (бензин))	С 3-1	4,17E-08
	С 3-2	2,40E-08
	С 3-3	1,60E-08
	С 3-4	1,27E-07
Разрушение оборудования (Автоцистерна (ДТ))	С 3-1	1,04E-08
	С 3-2	1,21E-09
	С 3-3	1,09E-08
	С 3-4	1,86E-07

Полученные вероятности реализации сценариев аварии послужат основой для расчетов показателей индивидуального риска.

2.3 Оценка индивидуального риска

Индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия совокупности исследуемых факторов опасности аварий.

Индивидуальный риск рассчитывается по формуле:

$$R = \sum_{i=1}^n Q_{ni} * Q_i * P_{при} \quad (1)$$

Где R - индивидуальный риск, 1/год;

Q_{ni} - условная вероятность поражения человека при реализации i -го сценария аварии;

Q_i – вероятность реализации i -го сценария аварии в течение года;

$P_{при i}$ – вероятность присутствия человека в зоне действия поражающих факторов i -го сценария аварии;

n – число сценариев аварий.

Условная вероятность поражения человека при воздействии поражающего фактора аварии может быть определена при помощи двух подходов: детерминированного и вероятностного.

Детерминированный подход (от лат. *determinans* – определяющий) в решении задачи определения условной вероятности поражения предполагает, что способ решения задачи определен однозначно в виде последовательности шагов. В данном методе не допускаются никакие неопределенности. Применительно к оценке вероятности поражения это означает, что определяются некоторые зоны с определенной степенью (или вероятностью) поражения, в зависимости от величины поражающих факторов опасного явления. К примеру, для случая пожара-вспышки принимается, что вероятность поражения человека, попавшего в зону открытого горения, равняется 1.

При оценке последствий техногенных ЧС следует учитывать два обстоятельства [9]:

- имеется объективно обусловленная неопределенность оценки последствий, т. к. условия взрыва могут характеризоваться случайными величинами;

- имеются существенные расхождения в экспериментальных данных, характеризующих действие поражающих факторов.

Эти два обстоятельства и являются основанием для применения вероятностной оценки эффекта поражения. Центральным понятием в вероятностных методах оценки поражения является понятие случайной величины, т.е. величины, принимающей в результате опыта то или иное значение.

Основное представление о случайной величине дает закон ее распределения. Законом распределения называют соотношение между значениями случайной величины и вероятностями их реализации.

Было разработано несколько методов оценки поражения, основанных на различных законах распределения случайной величины. Основные подходы к определению вероятности поражения основаны на применении нормального закона распределения случайной величины. К этим подходам относится метод пробит-анализа, в котором наиболее явно заложен принцип случайного характера эффекта поражения.

Было выявлено, что одно и то же значение поражающего показателя может вызвать последствия различной степени тяжести у разных людей [10]. Таким образом, применяют интенсивность воздействия поражающего фактора на реципиентов.

Вероятность поражения (P) описывается функцией Гаусса, так же называемой функцией ошибок

$$R_P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Pr-5} e^{-0,5t^2} dt \quad (2)$$

Верхний предел интегрирования — это зависимость от дозы, которую называют пробит-функцией.

Данная зависимость имеет выражение:

$$Pr = a + b * \ln(D) \quad (3)$$

Где коэффициенты a и b , представляют константу для каждого вещества или процесса, характеризующую особенность и меру опасности его воздействия. D — доза негативного воздействия.

Она показывает зависимость между вероятностью поражения и поражающим фактором.

Метод пробит-анализа применяется, в первую очередь, для определения вероятности поражения при взрывах, пожарах пролива, химическом и радиационном поражении.

Расчет индивидуального риска предполагает выполнение ряда действий:

- расчет вероятностей реализации сценариев (см. п. 2.2);
- расчет количества опасных веществ, участвующих в аварии;
- расчет зон действия поражающих факторов;
- расчет вероятностей поражения человека;
- расчет показателей риска.

2.3.1 Расчет количества опасных веществ, участвующих в аварии

Масса опасных веществ, способных участвовать в возможных сценариях аварий, оценивалась на основе анализа технологии, принятой на рассматриваемом опасном объекте, с использованием рекомендаций методических документов.

Предполагалось, что количество вредных веществ, вовлеченных в аварию и появление вредных факторов при полной разгерметизации оборудования, равно массе вещества, содержащегося в аварийном оборудовании.

Количество опасных веществ, причастных к аварии и возникновению вредных факторов при частичной разгерметизации оборудования, определялось методом расчета истечения жидкости (Приложение № 3 Приказа МЧС России) [8].

Диаметр отверстия принимался равным 100 мм, время истечения – 1 час, высота аварийного отверстия – 0 м.

Таблица 4 – Результаты расчета масс выбросов опасного вещества при реализации рассматриваемых аварийных ситуаций.

Иницирующее событие	Количество опасного вещества, участвующего в аварии, т
Разрушение оборудования (РВС-1000 № 1)	850,0
Разрушение оборудования (РВС-700 № 2; 3)	525,0
Разрушение оборудования (РВС-100 № 4)	75,0
Разрушение оборудования (РВС № 5)	180,0
Разрушение оборудования (РВС № 6,7)	90,0
Разрушение оборудования (Автоцистерна (бензин))	17,3
Разрушение оборудования (Автоцистерна (ДТ))	19,5

2.3.2 Расчет зон действий поражающих факторов

Зоны действия поражающих факторов при авариях, связанных с разливами нефтепродуктов, напрямую зависят от площадей разлива.

Принимали, что аварийная ситуация развивается в теплый период года.

Время года в момент разлива, объем разлива, наличие защитных сооружений от распространения разлива, рельеф, подстилающая поверхность и грунты в месте разлива, уровень обводненности местности, где произошел разлив, наличие растительности, метеорологические условия, время локализации разлива и физико-химические свойства опасного вещества, все это может повлиять на размер площади разлива и направление движения пятна ОВ.

Предполагается, что в случае разлива, жидкость имеет плоскую круглую форму лужи постоянной толщины.

Площадь разлива при свободном растекании нефти определяется по формуле:

$$S = f_p * V_{ж} \quad (4)$$

где $V_{ж}$ – объем жидкости, поступившей в окружающее пространство при разгерметизации оборудования, m^3 .

f_p – коэффициент разлития, m^{-1} .

При отсутствии данных коэффициента разлития допускается принимать значения равные:

- при проливе на неспланированную грунтовую поверхность $f_p = 5 m^{-1}$;
- при проливе на спланированное грунтовое покрытие $f_p = 20 m^{-1}$;
- при проливе на бетонное или асфальтовое покрытие $f_p = 150 m^{-1}$ [8].

На территории резервуарного парка Шингинского месторождения оборудовано обвалование для предотвращения разлития нефтепродуктов по территории. Высота обвалования обеспечивает удержание 100 % объема наибольшего резервуара при разгерметизации и разрушении резервуара.

Автомобильная эстакада налива обвалованы по периметру бордюрным камнем, обеспечивающим удержание в пределах площадки пролива нефтепродукта в пределах объема одной автомобильной цистерны.

Аварии, связанные с разрушением автоцистерн, ввиду возможности их передвижения по территории, рассматриваются без учета наличия обвалования на площадках слива.

Результаты расчета площадей разливов опасных веществ для различных сценариев представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчета площадей разлива опасных веществ

Иницирующее событие	Количество опасного вещества, участвующего в аварии, м ³	Площадь разлива, м ²	Количество нефтепродуктов в облаке, кг
Разрушение оборудования (РВС-1000 № 1)	1000,0	6420,0	112,4
Разрушение оборудования (РВС-700 № 2; 3)	700,0	5670,0	1077,3
Разрушение оборудования (РВС-100 № 4)	100,0	4170,0	792,3
Разрушение оборудования (РВС № 5)	240,0	4520,0	858,8
Разрушение оборудования (РВС № 6,7)	120,0	4220,0	801,8
Разрушение оборудования (Автоцистерна (бензин))	23,0	460,0	87,4
Разрушение оборудования (Автоцистерна (ДТ))	23,0	460,0	8,0

Расчет вероятных зон поражения избыточным давлением при взрыве ТВС

При взрыве ТВС расчёт размера зон поражения взрывной волной определялся при полном разрушении здания (100 кПа), 50% разрушении (53 кПа), среднем повреждении здания (28 кПа), умеренном повреждении (12 кПа), для нижнего порога повреждения человека волной давления – 5 кПа (рам, дверей и т.д.) и для малых повреждений (3 кПа).

Расчеты выполняли по методике приказа МЧС №404 [8].

В случаях пролива ГЖ, учитывая низкую вероятность возникновения взрыва ТВС для этих случаев, расчет этого сценария не производится.

Результаты расчета зон поражения взрывной волной при взрыве ТВС представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчета зон поражения взрывной волной при взрыве ТВС

Аварийная ситуация	Вещество	Расстояние (м), соответствующее давлению во фронте ударной волны, кПа					
		100	53	28	12	5	3
Разрушение оборудования (РВС-700 № 2; 3)	Бензин	-	-	13,3	50,3	131	223
Разрушение оборудования (РВС-100 № 4)	Бензин	-	-	12	45,4	118	201
Разрушение оборудования (РВС № 5)	Бензин	-	-	12,3	46,7	121	206
Разрушение оборудования (РВС № 6,7)	Бензин	-	-	12,1	45,6	119	202
Разрушение оборудования (Автоцистерна (бензин))	Бензин	-	-	5,76	21,8	56,7	96,4

Расчет избыточного давления, выполнялся на основе методики, указанной в ГОСТ Р 12.3.047-2012.

Расчет вероятных зон поражения при пожаре - вспышке

При реализации сценария, пожар-вспышка, горячая паровоздушная смесь горения в зоне поражения примерно равна максимальному размеру продуктов сгорания облака. Радиус действия горячих продуктов сгорания паровых облаков при пожаре-вспышке определяется по следующей формуле:

$$R_F = 1,2R_{\text{нкпр}} \quad (5)$$

где $R_{\text{нкпр}}$ – горизонтальный размер взрывоопасной зоны.

В таблице 7 представлены итоги расчетов зон поражения при пожаре-вспышке.

Таблица 7 – Результаты расчета зон поражения при пожаре-вспышке

Аварийная ситуация	Количество паров топлива, кг	Радиус зоны НКПР, м	Высота зоны НКПР, м	Радиус воздействия продуктов сгорания
Разрушение оборудования (РВС-1000 № 1) (ДТ)	112,3	15,0	0,5	18,0

Продолжение таблицы 7

Разрушение оборудования (РВС-700 № 2; 3) (бензин)	1077,3	48,0	1,6	57,6
Разрушение оборудования (РВС-100 № 4) (бензин)	792,3	43,3	1,4	52,0
Разрушение оборудования (РВС № 5) (бензин)	858,8	44,5	1,5	53,4
Разрушение оборудования (РВС № 6,7) (бензин)	801,8	43,5	1,5	52,2
Разрушение оборудования (Автоцистерна (бензин))	87,4	20,9	0,7	25,1
Разрушение оборудования (Автоцистерна (ДТ))	8,0	6,3	0,2	7,6

Расчет вероятных зон поражения тепловым излучением при пожаре – пролива

Под зоной поражения принималась зона поражения открытым пламенем и тепловым излучением.

Размер зоны, подверженной воздействию открытого пламени, определяется размером зоны, в которой возможно его возникновение. В зоне открытого огня люди получают смертельное поражение.

Размер поврежденной области открытого пламени ограничен геометрическими размерами вредного вещества в сумме с размером пламени, растягиваемого ветром.

Под зоной поражения теплового излучения понимается зона вдоль границы пожара с глубиной, соответствующей расстоянию, на котором наблюдается тепловой поток с заданной величиной.

Величина зоны поражения, на которую воздействует тепловое излучение от поверхности пламени, определяется уровнями излучения, таких как :воспламенение древесины при длительности облучения 15 мин ($12,9 \text{ кВт/м}^2$), расстояния, на которых человек испытывает непереносимую боль через 3-5 с, а

также может получить ожоги 1-й степени через 6-8 с, ожоги 2-й степени через 12-16 с ($10,5 \text{ кВт/м}^2$), расстояния, на которых человек испытывает непереносимую боль через 20-30 с, а также может получить ожоги 1-й степени через 15-20 с, ожоги 2-й степени через 30-40 с (7 кВт/м^2), расстояния, безопасные для человека без спецодежды ($1,4 \text{ кВт/м}^2$).

Расчеты проводились на основе методики, указанной в ГОСТ Р 12.3.047-2012.

Результаты расчета зон поражения тепловым излучением при возникновении пожара пролива представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты расчета зон поражения тепловым излучением

Аварийная ситуация	Вещество	Площадь пролива, м^2	Расстояние (м), соответствующее интенсивности теплового излучения, кВт/м^2		
			10,5	7,0	1,4
Разрушение оборудования (РВС-1000 № 1)	ДТ	6420,0	49,5	65,6	153,0
Разрушение оборудования (РВС-700 № 2; 3)	Бензин	5670,0	59,0	78,5	184,5
Разрушение оборудования (РВС-100 № 4)	Бензин	4170,0	50,8	67,9	162,2
Разрушение оборудования (РВС № 5)	Бензин	4520,0	52,9	70,5	167,7
Разрушение оборудования (РВС № 6,7)	Бензин	4220,0	51,1	68,3	163,0
Разрушение оборудования (Автоцистерна (бензин))	Бензин	460,0	25,7	33,9	81,6
Разрушение оборудования (Автоцистерна (ДТ))	ДТ	460,0	23,4	30,1	66,1

2.3.3 Расчёт вероятностей поражения человека

Вероятность поражения ($P_{\text{пор}}$) будет описываться функцией Гаусса [11].

$$R_p = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Pr-5} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (6)$$

Где верхним пределом является зависимость от дозы, получившая название пробит-функция. Эта зависимость имеет следующий вид:

$$Pr = a + b * \ln(D) \quad (7)$$

Где a , b – константы для каждого вещества или процесса, характеризующие специфику и меру опасности его воздействия.

D – поглощенная субъектом доза негативного воздействия, которая рассчитывается по эмпирическим зависимостям.

Оценка вероятности поражения человека тепловым излучением пожара пролива

Пробит-функции для оценки вероятности поражения:

$$Pr = -12,8 + 2,56 * \ln(t * q^{\frac{4}{3}}) \quad (8)$$

где t – эффективное время экспозиции, с;

q – интенсивность теплового излучения, кВт/м².

Величина эффективного времени для экспозиции t определяется по формуле:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} \quad (9)$$

t_0 – характерное время, за которое человек обнаруживает пожар и принимает решение о своих дальнейших действиях, с (может быть принято равным 5);

x – расстояние от места расположения человека до безопасной зоны (зона, где интенсивность теплового излучения меньше 4 кВт/м²);

u – средняя скорость движения человека к безопасной зоне, м/с (принимается равной 5 м/с) [11].

Оценка вероятности поражения человека воздушной ударной волной

Расчет вероятности поражения персонала в зданиях, ведется по следующей методике:

Определяются вероятности сильных ($P_{\text{сил}}$), средних ($P_{\text{ср}}$) и слабых ($P_{\text{слаб}}$) разрушений по следующим формулам:

$$P_{\text{сил}} = P(Pr_3), \quad (10)$$

$$P_{\text{ср}} = P(Pr_2) - P(Pr_3), \quad (11)$$

$$P_{\text{слаб}} = P(Pr_1) - P(Pr_2). \quad (12)$$

Где,

$$Pr_1 = 5 - 0,26 \ln D1; D_1 = \left(\frac{4600}{\Delta P_\phi} \right)^{3,9} + \left(\frac{110}{I} \right)^{5,0} \quad (13)$$

- пробит-функция для общих (сильных, средних, слабых) разрушений;

$$Pr_2 = 5 - 0,26 \ln D2; D_2 = \left(\frac{17500}{\Delta P_\phi} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{I} \right)^{9,3} \quad (14)$$

- пробит-функция для сильных и средних разрушений;

$$Pr_3 = 5 - 0,22 \ln D3; D_3 = \left(\frac{40000}{\Delta P_\phi} \right)^{7,4} + \left(\frac{460}{I} \right)^{11,3} \quad (15)$$

- пробит-функций для сильных разрушений.

Далее определяется:

- вероятность общих потерь персонала в зданиях:

$$P_{\text{общ}} = 0,15 * P_{\text{слаб}} + 0,6 * P_{\text{ср}} + P_{\text{сил}} \quad (16)$$

- вероятность безвозвратных потерь персонала в зданиях:

$$P_{\text{безв}} = 0,15 * P_{\text{ср}} + 0,6 * P_{\text{сил}} \quad (17)$$

- вероятность санитарных потерь:

$$P_{\text{сан}} = 0,15 * P_{\text{слаб}} + 0,45 * P_{\text{ср}} + 0,4 * P_{\text{сил}} \quad (18)$$

В случае воздушной ударной волны взрыва ТВС пораженная конструкция характеризуется степенью разрушения здания. Расчет условной вероятности поражения должен осуществляться из зависимости, указывающей вероятность поражения человека в зависимости от степени разрушения здания [12].

Оценка вероятности поражения человека при пожаре-вспышке

В связи с пожаром-вспышкой следует обратить внимание на то, чтобы условная вероятность поражения человека, попавшего в зону воздействия высокотемпературными продуктами сгорания газопаровоздушного облака, равнялась 1, условная вероятность поражения человека вне этой зоны равна 0 [12].

Результаты расчета вероятности поражения персонала в здании административного корпуса, площадке налива и слива автоцистерн представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты расчета вероятностей поражения в резервуарном парке

Иницирующее событие	Сценарий	Частота реализации сценария (1/год)	Вероятность поражения в здании(1/год)	Вероятность поражения на площадкеналива АЦ
Разрушение оборудования (РВС-1000 № 1)	С 1-1	2,50E-07	0	1
	С 1-2	2,90E-08	4,98E-03	0
	С 1-3	2,61E-07	0	0
	С 1-4	4,46E-06	0	0
Разрушение оборудования (РВС-700 № 2; 3)	С 1-1	2,00E-06	0	1
	С 1-2	1,15E-06	8,90E-02	0
	С 1-3	7,68E-07	0	0
	С 1-4	6,08E-06	0	0
Разрушение оборудования (РВС-100 № 4)	С 1-1	1,00E-06	0	1
	С 1-2	5,76E-07	6,90E-02	0
	С 1-3	3,84E-07	0	0
	С 1-4	3,04E-06	0	0
Разрушение оборудования(РВС № 5)	С 1-1	1,00E-06	0	1
	С 1-2	5,76E-07	7,40E-02	0
	С 1-3	3,84E-07	0	0
	С 1-4	3,04E-06	0	0
Разрушение оборудования(РВС № 6,7)	С 1-1	2,00E-06	0	1
	С 1-2	1,15E-06	7,00E-02	0
	С 1-3	7,68E-07	0	0
	С 1-4	6,08E-06	0	0
Разрушение оборудования (Автоцистерна (бензин))	С 3-1	4,17E-08	0	1
	С 3-2	2,40E-08	3,50E-02	0
	С 3-3	1,60E-08	0	1
	С 3-4	1,27E-07	0	0
Разрушение Оборудования (Автоцистерна (ДТ))	С 3-1	1,04E-08	0	1
	С 3-2	1,21E-09	3,28E-04	0
	С 3-3	1,09E-08	0	1
	С 3-4	1,86E-07	0	0

2.3.4 Определение индивидуального риска

Рассчитаем индивидуальный риск для административного здания и для площадки налива АЦ.

Потенциальный риск находим по формуле:

$$R_{п.т.} = \sum_{i=1}^n P_i * Q_i \quad (19)$$

где P_i – вероятность реализации выбранного сценария (табл. 3);

Q_i - человека в операторной или на территории склада (см. табл. 9).

Индивидуальный риск определяем по формуле:

$$R_{\text{инд}} = \sum_{i=1}^n R_{\text{п.т.}} * F_{\text{л.и.м}}$$

где $F_{\text{л.и.м}}$ – вероятность пребывания некоего индивидуума – представителя группы людей в характерной зоне i , определяемая исходя из вероятности нахождения человека в этой зоне;

n – число характерных зон пространства;

$R_{\text{п.т.}}$ – потенциальный территориальный риск в зоне i .

Результаты расчетов индивидуального риска приведены в таблицах 10, 11.

Таблица 10 – Результаты индивидуального риска для персонала в административном здании

Иницирующее событие	Сценарий	Частота реализации сценария (1/год)	Вероятность поражения в здании (1/год)	Вероятность пребывания человека	Индивидуальный риск
Разрушение оборудования (РВС-1000 №1)	C ₁₋₁	2,50E-07	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₂	2,90E-08	4,98E-03	0,218	3,15E-11
	C ₁₋₃	2,61E-07	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₄	4,46E-06	0	0,218	0,00E+00
Разрушение оборудования (РВС-700 №2; 3)	C ₁₋₁	2,00E-06	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₂	1,15E-06	8,90E-02	0,218	2,23E-08
	C ₁₋₃	7,68E-07	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₄	6,08E-06	0	0,218	0,00E+00
Разрушение оборудования (РВС-100 №4)	C ₁₋₁	1,00E-06	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₂	5,76E-07	6,90E-02	0,218	8,66E-09
	C ₁₋₃	3,84E-07	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₄	3,04E-06	0	0,218	0,00E+00
Разрушение оборудования (РВС № 5)	C ₁₋₁	1,00E-06	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₂	5,76E-07	7,40E-02	0,218	9,29E-09
	C ₁₋₃	3,84E-07	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₄	3,04E-06	0	0,218	0,00E+00
Разрушение оборудования (РВС № 6,7)	C ₁₋₁	2,00E-06	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₂	1,15E-06	7,00E-02	0,218	1,75E-08
	C ₁₋₃	7,68E-07	0	0,218	0,00E+00
	C ₁₋₄	6,08E-06	0	0,218	0,00E+00
Разрушение оборудования (Автоцистерна (бензин))	C ₃₋₁	4,17E-08	0	0,218	0,00E+00
	C ₃₋₂	2,40E-08	3,50E-02	0,218	1,83E-10
	C ₃₋₃	1,60E-08	0	0,218	0,00E+00
	C ₃₋₄	1,27E-07	0	0,218	0,00E+00
Разрушение оборудования (Автоцистерна (ДТ))	C ₃₋₁	1,04E-08	0	0,218	0,00E+00
	C ₃₋₂	1,21E-09	3,28E-04	0,218	8,65E-14
	C ₃₋₃	1,09E-08	0	0,218	0,00E+00
	C ₃₋₄	1,86E-07	0	0,218	0,00E+00
Суммарный индивидуальный риск в здании АБК					5,80E-08

Таблица 11 – Результаты расчета индивидуального риска для персонала на площадкеналива автоцистерн

Иницирующее событие	Сценарий	Частота реализации сценария (1/год)	Вероятность поражения на площадке налива АЦ (1/год)	Вероятность пребывания человека	Индивидуальный риск
Разрушение оборудования (РВС-1000 № 1)	С 1-1	2,50E-07	1	0,0818	2,05E-08
	С 1-2	2,90E-08	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-3	2,61E-07	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-4	4,46E-06	0	0,0818	0,00E+00
Разрушение оборудования (РВС-700 № 2; 3)	С 1-1	2,00E-06	1	0,0818	1,64E-07
	С 1-2	1,15E-06	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-3	7,68E-07	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-4	6,08E-06	0	0,0818	0,00E+00
Разрушение оборудования (РВС-100 № 4)	С 1-1	1,00E-06	1	0,0818	8,18E-08
	С 1-2	5,76E-07	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-3	3,84E-07	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-4	3,04E-06	0	0,0818	0,00E+00
Разрушение оборудования (РВС № 5)	С 1-1	1,00E-06	1	0,0818	8,18E-08
	С 1-2	5,76E-07	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-3	3,84E-07	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-4	3,04E-06	0	0,0818	0,00E+00
Разрушение оборудования (РВС № 6,7)	С 1-1	2,00E-06	1	0,0818	1,64E-07
	С 1-2	1,15E-06	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-3	7,68E-07	0	0,0818	0,00E+00
	С 1-4	6,08E-06	0	0,0818	0,00E+00
Разрушение оборудования (Автоцистерна (бензин))	С 3-1	4,17E-08	1	0,0818	3,41E-09
	С 3-2	2,40E-08	0	0,0818	0,00E+00
	С 3-3	1,60E-08	1	0,0818	1,31E-09
	С 3-4	1,27E-07	0	0,0818	0,00E+00
Разрушение оборудования (Автоцистерна (ДТ))	С 3-1	1,04E-08	1	0,0818	8,51E-10
	С 3-2	1,21E-09	0	0,0818	0,00E+00
	С 3-3	1,09E-08	1	0,0818	8,92E-10
	С 3-4	1,86E-07	0	0,0818	0,00E+00
Суммарный индивидуальный риск на площадке налива АЦ					5,18E-07

Суммарный индивидуальный риск на площадке Красносельской нефтебазы составляет:

- для здания АБК - 5,80E-08 1/год;
- на площадке налива АЦ - 5,18E-07 1/год;

Можно сделать вывод, что полученные значения находятся на уровне ниже приемлемого (10^{-4} 1/год).

Стоит отметить, что при расчетах индивидуального риска существующим подходом, ввиду сложности расчетов существует ряд

допущений, которые могут привести к неточностям. Поэтому имеет смысл произвести расчеты индивидуального риска при помощи программного комплекса «Арбитр».

3 Анализ техногенного риска с применением общего логико-вероятностного метода

3.1 Описание программного комплекса «Арбитр»

В современное время есть не мало разнообразных программных комплексов, такие как ПК «Барс», ПК «CRISS», программный продукт АСРН и ПК «Арбитр», которые позволяют рассчитать показатели техногенного риска. Программа, которая наиболее точно и достоверно дает получить информацию о рисках, проводить их анализ и контролировать правильность расчетов, является программный комплекс «Арбитр». Практическое применение комплекса «АРБИТР» основано на новой информационной технологии автоматизированного структурно-логического моделирования (АСМ), основные возможности представлены в приложении.

На основе комплекса этого программного обеспечения автоматически реализуются все основные средства моделирования устройств алгебры логики, что придает монотонным моделям и критическим новым типам немонотонных моделей надежность, жизнеспособность, безопасность и риск функциональных структурных и сложных систем различного типа задач. Программа "Арбитр" использует новые графические инструменты для описания структурных особенностей надежности, безопасности и технических рисков системы.

"Арбитр" сможет определить результаты коллективных и технических рисков, а также ожидаемый ущерб, методом дерева СФЦ, событий дерева СФЦ и блок-схемы СФЦ с дальнейшей оценкой работоспособности ожидаемой величины ущерба.

Одной из наиболее распространенных и часто используемых характеристик опасности является индивидуальный риск. Следует тщательно оценить индивидуальные риски персонала, объектов, населения или более узкой группы (работников различных специальностей) в окружающей местности. При создании деревьев СФЦ и деревьев событий СФЦ можно использовать логические вероятностные методы для более точного

определения отдельных рисков.

Блок-схема оценки индивидуального риска с применением программного комплекса «Арбитр» изображен на рисунке 5.

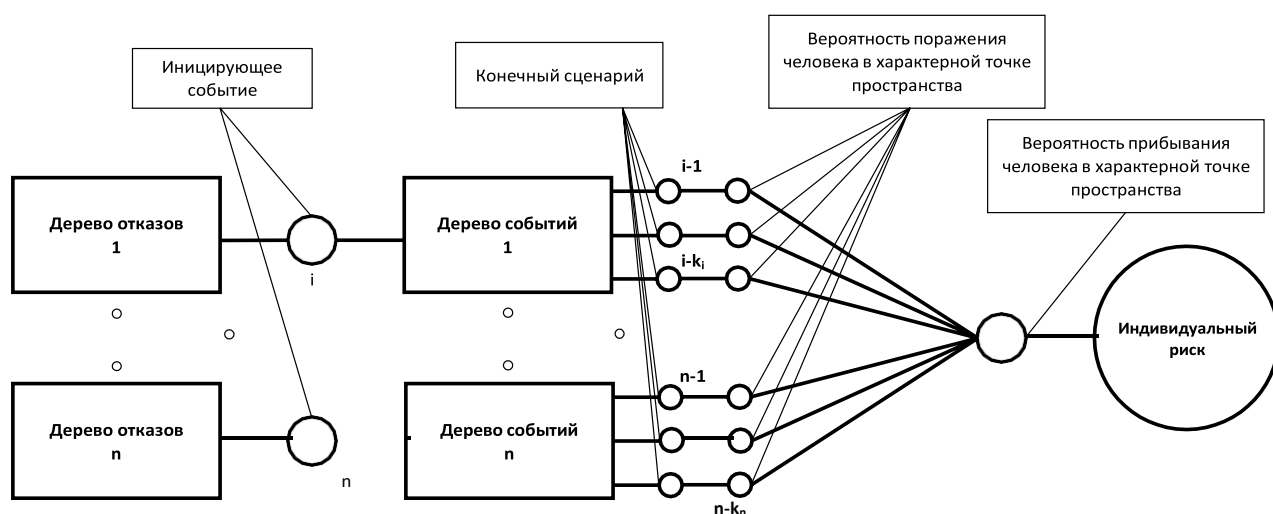


Рисунок 5 – Блок-схема оценки индивидуального риска в программном комплексе «АРБИТР»

Обзоры рекомендуемых методов показали, что результаты расчетов индивидуальных рисков, используемых в программном комплексе, не совпадают с результатами, полученными при использовании классического подхода.

Это связано с тем, что общий логико-вероятностный метод, выполняемый на ПК "Арбитр", функционально выполняет все методы логической алгебры множественных логических операций "И", "ИЛИ", "НЕ", тем самым структурно описывая свойства системы.

Кроме того, при моделировании аварийной ситуации в ПК позволит не только вычислить вероятность ее реализации, но и выявить наиболее важную часть системы, от которой в значительной степени зависит вероятность бесперебойной работы.

Автоматизированные расчеты рисков также могут сократить время вычислений и избежать ошибок оператора.

3.2 Моделирование в программном комплексе «Арбитр»

Для каждой рассмотренной аварии в ПК «Арбитр» строим схемы функциональной целостности деревьев отказов (СФЦ ДО) (рис. 6, 7).

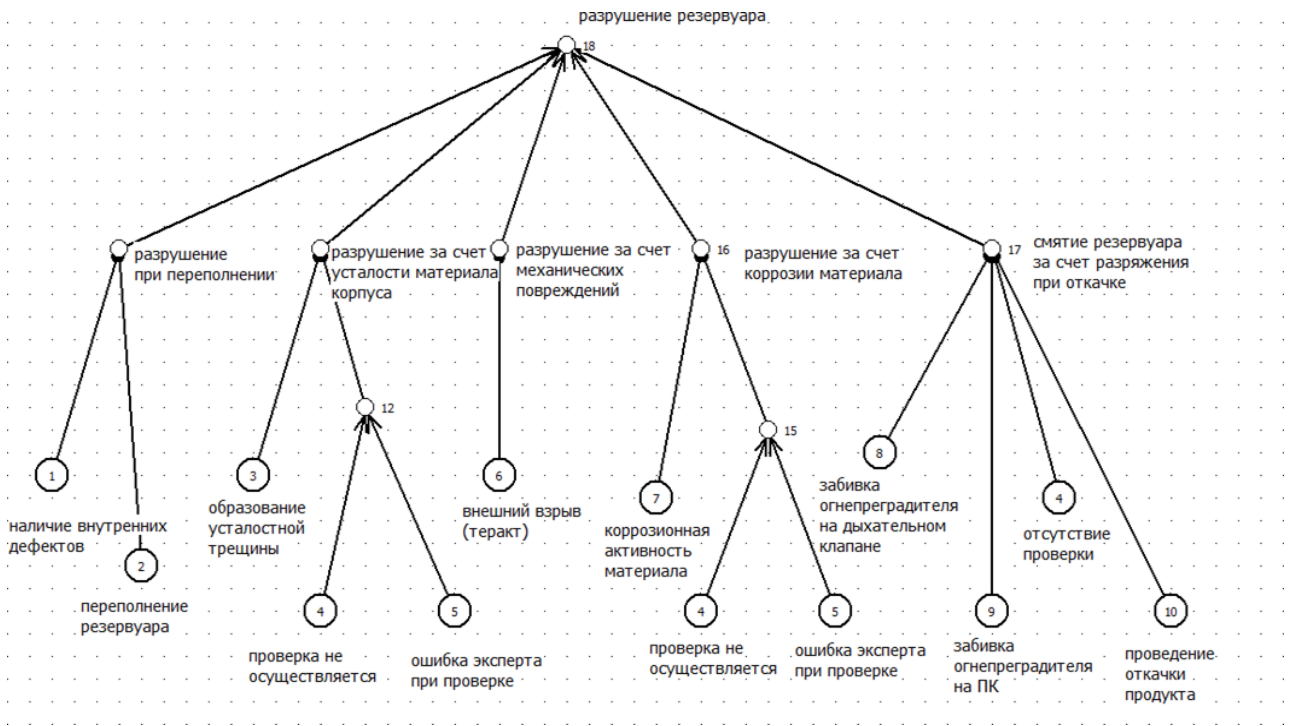


Рисунок 6 - СФЦ ДО при разгерметизации резервуара

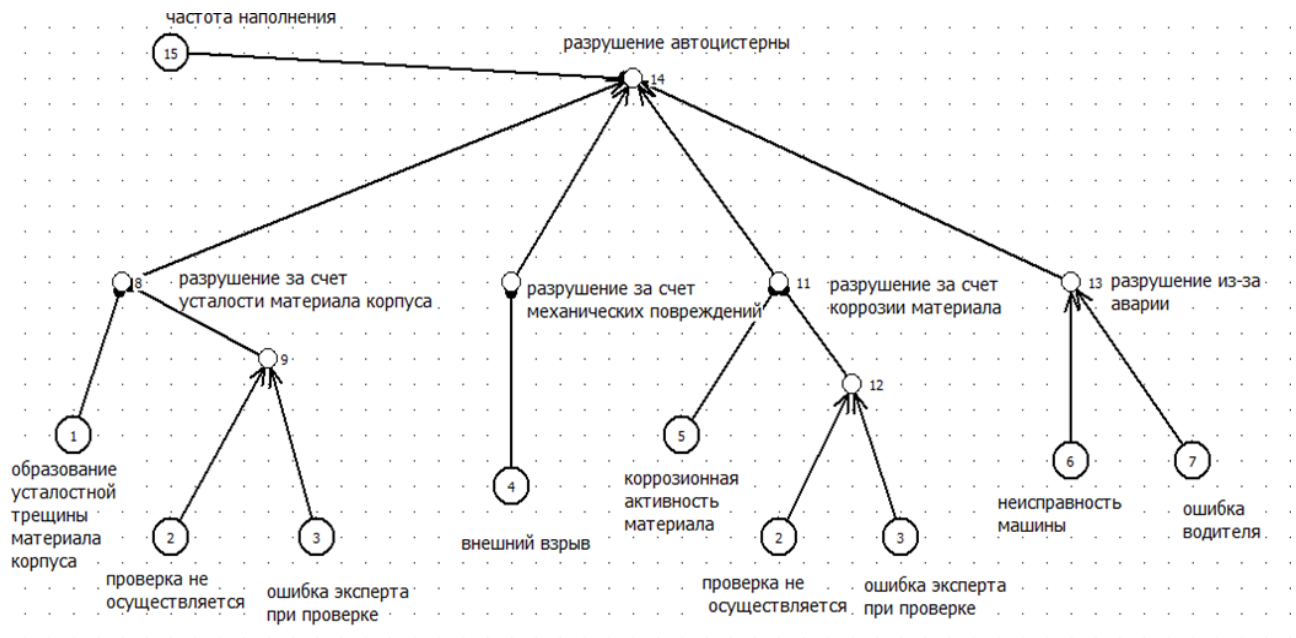


Рисунок 7 - СФЦ ДО при разгерметизации автоцистерны

Пользуясь статистическими данными и данными производителей применяемого на Шингинском месторождении технического оборудования (см. табл. 12) о частоте отказов, определяем при помощи ПК «Арбитр»

вероятности возникновения инициирующих событий (см. табл. 13).

Таблица 12 - Вероятности отказов для каждой аварийной ситуации

Событие	Вероятность отказа, 1/год
<i>Разгерметизация резервуара</i>	
Проверка не осуществляется	0,0000016
Ошибка эксперта при проверке	0,062
Образование усталостной трещины материала	0,000003
Перепополнение резервуара	0,000031
Наличие внутренних дефектов корпуса	0,0000893
Внешний взрыв (теракт)	0,000000148
Коррозионная активность материала	0,0000032
Проведение откачки продукта	0,2083
Забивка огнепреградителя на дыхательном клапане	0,2739
Забивка огнепреградителя на ПК	0,2739
<i>Разгерметизация автоцистерны</i>	
Коррозионная активность материала	0,0000032
Проверка не осуществляется	0,0000016
Ошибка эксперта при проверке	0,062
Образование усталостной трещины материала	0,0000018
Внешний взрыв	0,0000004
Ошибка водителя	0,00000744
Неисправность машины	0,000002
Частота наполнения цистерны	0,2083

Таблица 13 - Вероятности возникновения инициирующих событий

Иницирующее событие	Вероятность, 1/год
Разгерметизация резервуара хранения	5,602E-07
Разгерметизация автоцистерны	2,114E-06

Следующим этапом расчетов индивидуального риска является построение деревьев событий. Построенные при помощи ПК «Арбитр» деревья событий представлены на рисунках 8,9.

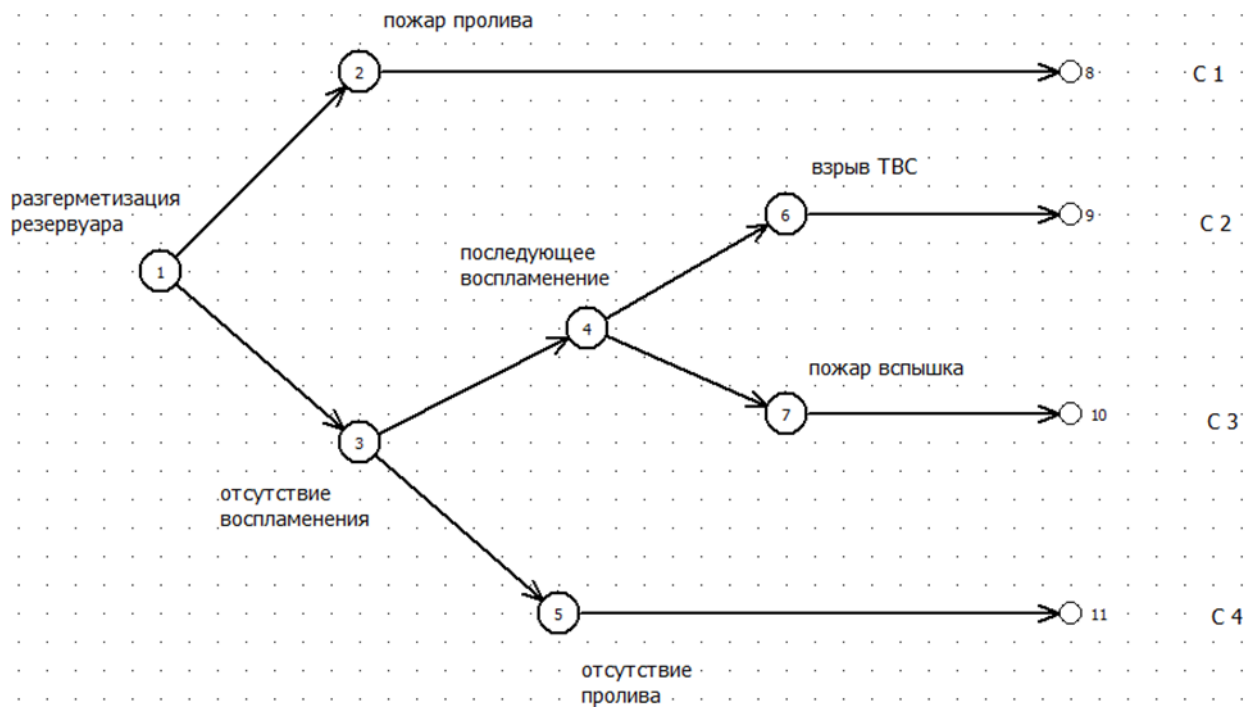


Рисунок 8 – СФЦ ДС при разгерметизации резервуара

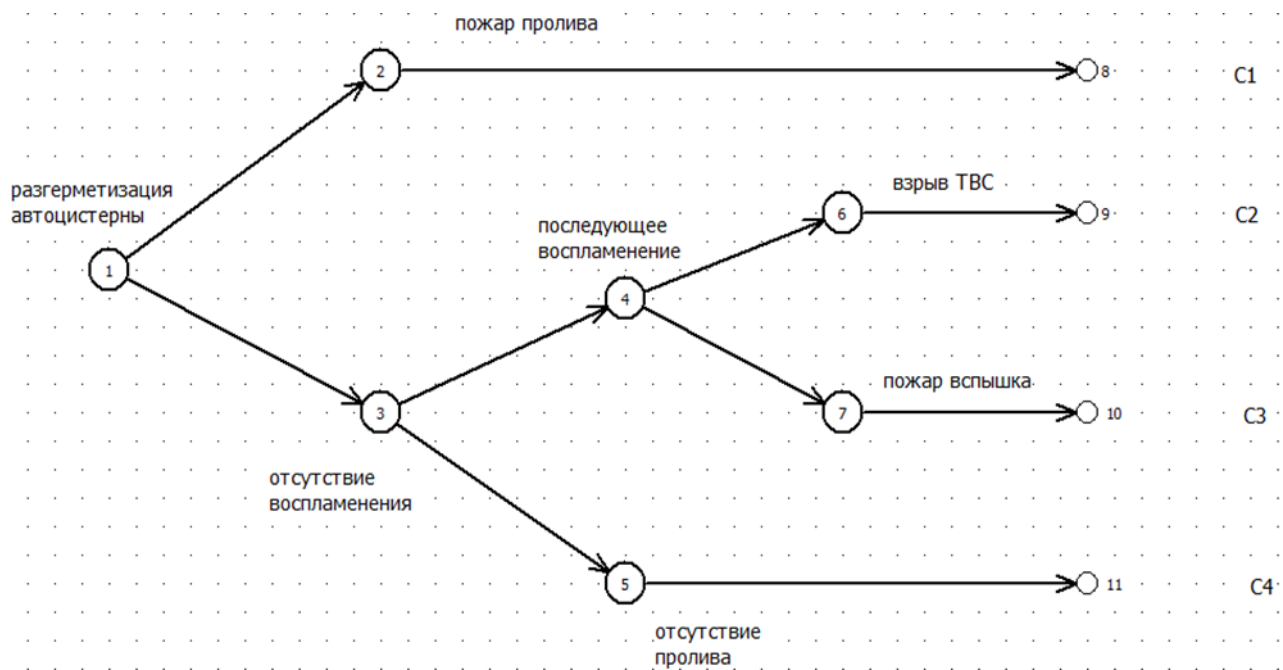


Рисунок 9 – СФЦ ДС при разгерметизации автоцистерны

Теперь можно рассчитать вероятности возможных сценариев аварий, после построения деревьев отказов и событий. Чтобы рассчитать частоту каждого аварийного события, нужно умножить частоту первоначального события (таблица 13) на условную вероятность конечного события, показанную на рисунке 8.9.

Частота каждого аварийного сценария рассчитывается путем умножения

частоты начального события, полученного с помощью деревьев отказов (таблица 13), на условную вероятность конечных событий, событий, показанных в деревьях (рис. 8,9). Результаты сведены в таблице 14.

Таблица 14 - Результаты расчета вероятностей реализации выбранных сценариев

Наименование оборудования	Сценарий	Частота (1/год)
Разгерметизация резервуара	C1-1	1,120E-07
	C1-2	6,453E-08
	C1-3	4,302E-08
	C1-4	3,406E-07
Разгерметизация автоцистерны	C3-1	4,228E-07
	C2-2	2,436E-07
	C3-3	1,624E-07
	C3-4	1,285E-06

3.3 Расчет индивидуального риска при помощи комплекса Арбитр

Индивидуальный риск для персонала Шингинской нефтебазы рассчитывается для резервуарного парка.

Потенциальный риск находим по формуле:

$$R_{п.т.} = \sum_{i=1}^n P_i * Q_i \quad (21)$$

где P_i – вероятность реализации выбранного сценария (табл. 3);

Q_i – человека в операторной или на территории склада (см. табл. 2.10).

Индивидуальный риск определяется по формуле:

$$R_{инд} = \sum_{i=1}^n R_{п.т.} * F_{л_i_m} \quad (22)$$

где $F_{л_i_m}$ – вероятность пребывания человека в рассматриваемой точке пространства (i);

n – число рассматриваемых точек пространства;

$R_{п.т.}$ – потенциальный территориальный риск в зоне i. Все значения

вносим в ПК «Арбитр» (рисунок 10).

В качестве характерных мест пребывания человека на базе, для которых рассчитывается индивидуальный риск в ПК «Арбитр», выбираем здание административно-бытового комплекса и площадки слива и налива автоцистерн.

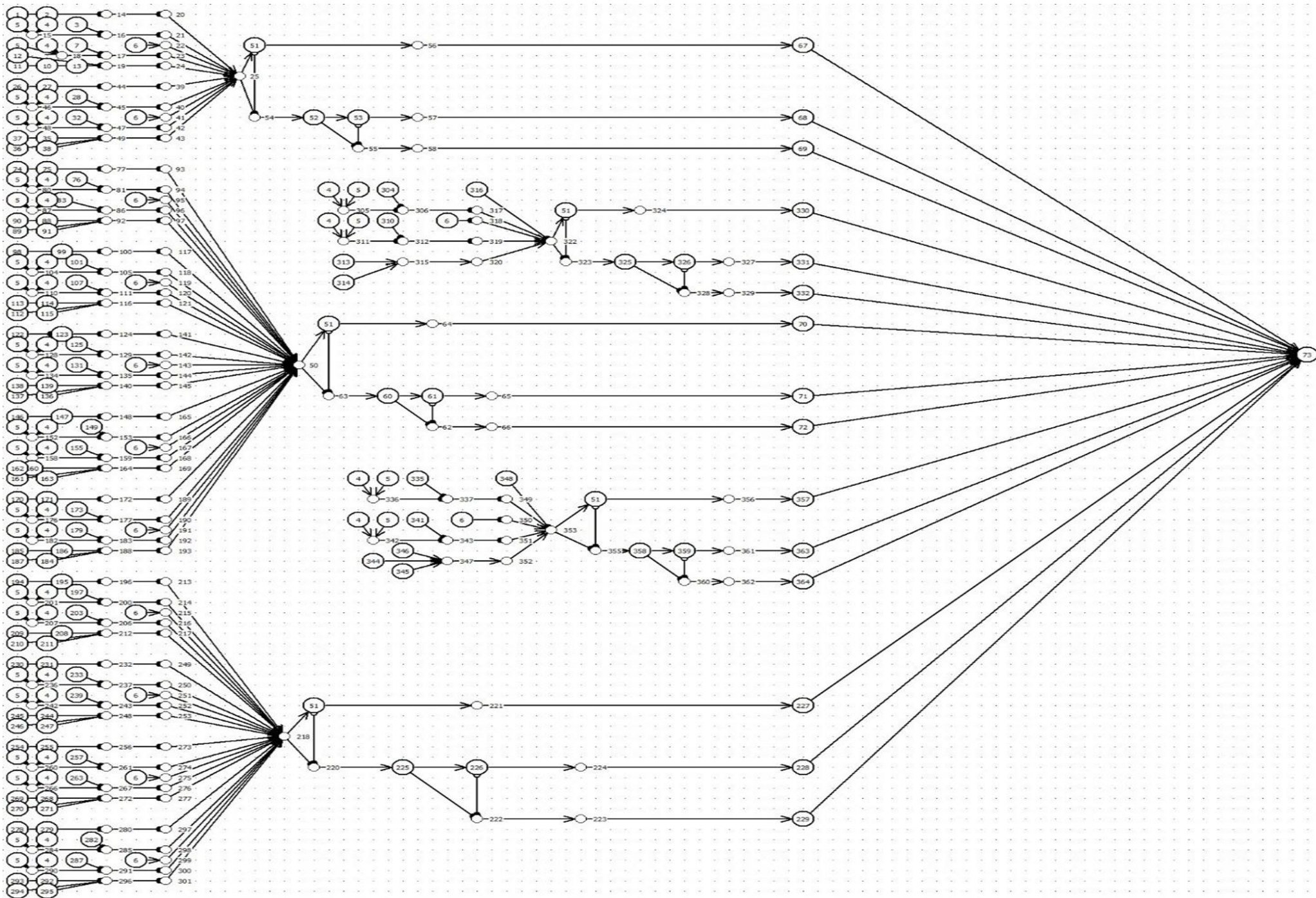


Рисунок 10 – Общая СФЦ индивидуального риска

Расчеты в ПК «Арбитр» дали следующие результаты:

- величина индивидуального риска для АБК Шингинского месторождения равняется $1,34 \cdot 10^{-10}$ 1/год;
- величина индивидуального риска для площадки налива АЦ Шингинской нефтебазы равняется $5,12 \cdot 10^{-9}$ 1/год;
- величина суммарного индивидуального риска для площадки Шингинского месторождения равняется $5,25 \cdot 10^{-9}$ 1/год.

Сравнивая результаты расчетов, полученных при помощи ПК «Арбитр» и при помощи ручного расчета, можно заметить, что они существенно различаются (ранее полученный результат – $5,8 \cdot 10^{-8}$ 1/год).

Одна из причин данного расхождения объясняется при помощи теории вероятности.

При этом в качестве выражения для определения индивидуального риска используется упрощенное выражение $R_{п.т.} = \sum_{i=1}^n P_i * Q_i$, которое является некорректным по отношению к теории вероятностей.

Рассмотрим пример, где два события А и В:

1. События А и В, произведения которых состоит в совместном выполнении:

$$P(AB) = P(A) * P(B) \quad (23)$$

2. Сумма 2 событий заключается в выполнении события А или события В или их одновременного выполнения.

$$P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB) \quad (24)$$

Если исходить из предположения, что события А и В заключаются в поражении человека в определенной точке пространства при условии реализации соответствующей аварии, а их вероятности - это вклады в потенциальный территориальный риск от двух событий А и В, то, применяя выражение $R_{п.т.} = \sum_{i=1}^n P_i * Q_i$, получим потенциальный риск: $P(A) + P(B)$. Что расходится с выражением $P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB)$. Очевидно, что слагаемое будет иметь достаточно маленькое значение в силу редкости событий А и В. Т. е. для инженерных расчетов допустимо применение

выражения потенциального риска несмотря на указанный недостаток [13].

Кроме того, при ручном расчете использовались вероятности возникновения инициирующих событий, взятые из открытых источников [8], тогда как при применении ПК «Арбитр» вероятность инициирующих событий определяется исходя из построения деревьев отказов, на основе статистических данных об отказах конкретного применяемого оборудования, что позволяет рассчитать вероятность наступления инициирующего события с более высокой точностью.

Применение ПК «Арбитр» позволяет определить величину вклада элементов в полученные показатели рисков. На рисунке 11 представлены диаграммы положительных и отрицательных вкладов элементов.

а) Положительные вклады элементов для индивидуального риска на АБК:



б) Отрицательные вклады элементов для индивидуального риска на АБК:



в) Положительные вклады элементов для индивидуального риска на площадке налива АЦ:



г) Отрицательные вклады элементов для индивидуального риска на площадке налива АЦ



Рисунок 11 – Диаграммы вкладов элементов в показатели риска

Под положительным вкладом элемента подразумевается степень изменения уровня безопасности при увеличении вероятности данного события до 1. Если положительный вклад со знаком «+» - то при абсолютной достоверности события уровень безопасности повысился, если вклад со знаком «-» - то уровень безопасности понизился.

Отрицательный вклад элемента означает степень изменения уровня безопасности, когда вероятность этого события снижается до 0.

Важность отдельного элемента исследуемой технической системы называется повышенной надежностью, когда вероятность реализации данного события изменяется от 0 до 1.

Если значение отрицательное, то это вредное воздействие, которое элемент оказывает на систему. В этом случае повышение надежности этого элемента снижает вероятность реализации рассматриваемого режима работы.

Положительное значение определяет максимальное увеличение значения характеристики системы, которое можно получить, если изменить вероятность отдельного элемента от 0.

При нулевом значении указывает на то, что этот элемент не важен для реализации рассматриваемого режима работы всей системы [13,14].

Приведенные диаграммы вкладов элементов с наибольшими отрицательными и положительными вкладами в показатели риска изображены на рисунке 11.

Таблица 15 - Результаты анализа диаграммы вкладов

Наименование элемента	Значимость	Положительный вклад	Отрицательный вклад
Здание АБК			
Ошибка эксперта при проверке	1,4504E-009	1,3605E-009	-8,9926E-011
Внешний взрыв (теракт)	5,0958E-005	5,0958E-005	-7,5418E-012
Коррозия материала	1,064E-006	1,064E-006	-3,4049 E-012
Неисправность машины	3,5748E-006	3,5748E-006	-7,1496E-012
Площадка налива автоцистерн			
Образование усталостной трещины материала корпуса	1,9804E-005	1,9804E-005	-5,9412E-011
Ошибка эксперта при проверке	5,0533E-008	4,74E-008	-3,133E-009
Внешний взрыв (теракт)	1,4926E-003	1,4926 E-003	-2,2091E-010
Коррозия материала	1,9804E-005	1,9804E-005	-6,3373E-011

Отрицательные вклады элементов показывают от уменьшения влияния, каких составляющих зависит надежность системы.

Анализ диаграммы показал, что наибольший отрицательный вклад в надежность системы вносит коррозия материала.

Анализ положительных и отрицательных вкладов позволяет разработать эффективные мероприятия по снижению риска.

3.4 Разработка мероприятий

Выявленный индивидуальный риск для сотрудников резервуарного парка на Шингинском месторождении является приемлемым. Чтобы сохранить приемлемый риск на имеющемся уровне, нужно проведение мероприятий по поддержанию риска. Необходимы такие мероприятия как:

- оснащение эффективными средствами охранной сигнализации периметрального ограждения резервуарного парка;
- установка по периметру резервуарного парка по линии обваловки средств охранной сигнализации;
- необходимо следить за общим комплексом мероприятий, направленных на повышение технической дисциплины и восстановление ресурса оборудования, проводить аварийные и ремонтные работы в

соответствии с правилами техники безопасности;

- поддержка работоспособности и постоянной готовности средств пожарной безопасности;

- проводить сертификацию качества используемого оборудования и материалов, пользуясь услугами независимых организаций;

- выполнять плановые и профилактические работы по обнаружению дефектов в оборудовании, по обнаружению коррозии, отдельных узлов и компонентов при ремонте или замене;

- заключение договора на оказание услуг по техническому обслуживанию оборудования в качестве ремонта от производителя;

- осуществлять необходимое хранение и ведение проектной и эксплуатационной документации;

- регулирование материально-технических ресурсов для ликвидации и локализации аварий;

- подготовка к совершенствованию мер по предотвращению несчастных случаев и несчастных случаев на производстве;

- совершенствование мер по профессиональному и чрезвычайному образованию и обучению сотрудников защитным и чрезвычайным мерам.

4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности внедрения программного комплекса «Арбитр» и планирование финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках НИ.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала разработки.
- планирование научно-исследовательской работы;
- расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель работы – оценка полных денежных затрат необходимых для внедрения программного комплекса «Арбитр», а также дать приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

4.1 Анализ конкурентных технических решений

В таблице 16 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений. В качестве конкурентного технического решения был рассмотрен программный комплекс «Арбитр». Преимуществами данного решения является простота и удобство в эксплуатации, а также относительно высокий показатель точности.

Конкурентами данного программного комплекса являются:

1. ПК «Барс» - анализ безопасности и оценка риска систем основан на технологии автоматизированного структурно логического моделирования;
2. ПК «CRISS» - в программе используется алгоритм расчета вероятностных показателей надежности.

Таблица 16 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	5	6	7	8	9
Показатели оценки качества разработки							
Современный интерфейс	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
Максимальная скорость потока	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
Компактность	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
Простота управления	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
Защиты от перегрузок	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Простота конструкции и ремонтпригодность	0,11	5	4	4	0,55	0,44	0,44
Простота производства	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56
Универсальность	0,15	5	4	2	0,75	0,6	0,3
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки							
Соответствие импортозамещающей политике	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
Цена конечного продукта	0,05	5	2	3	0,25	0,1	0,15
Признание компании на мировом рынке	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
Итого	1	53	39	39	4,85	3,69	3,2

Опираясь на приведённые данные в оценочной карте, можно сделать вывод, что предлагаемый программный комплекс имеет высокий уровень конкурентоспособности.

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (25)$$

где B_i – вес показателя,

B_i – балл i -го показателя.

Оценим коэффициент конкурентоспособности разработки относительно обоих конкурентов:

$$K_{\phi} / K_{\text{КК1}} = 1,32, \quad (26)$$

$$K_{\phi} / K_{\text{KK2}} = 1,52. \quad (27)$$

Показатель выше единицы говорит о том, что продукт конкурентоспособен по совокупности характеристик. Данная разработка является эффективной для производства.

4.2 SWOT-анализ

Следующим этапом является комплексный анализ внешней и внутренней среды проекта с помощью технологии SWOT, который проводится в несколько шагов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта.

Слабая сторона – это недостаток, упущение или ограниченность проекта, который препятствуют достижению его целей.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. Результаты проведенного первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 17.

Таблица 17 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Выявление всех возможных опасностей, в том числе скрытых</p> <p>С2. Потребность предприятий в проведении оценки рисков</p> <p>С3. Заявленная надежность и точность</p> <p>С4. Экологичность и безопасность программы</p> <p>С5. Аттестован для применения на объектах Ростехнадзора РФ</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров</p> <p>Сл.2 Недостаток финансирования на внедрение новых технологий</p> <p>Сл.3 Отсутствие заинтересованности руководителей организаций</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Привлечение дополнительных инвестиций для реализации проекта</p> <p>В2 Применение на объектах приоритетной отрасли (нефтегазовые компании)</p> <p>В3. Усовершенствование методики оценки рисков</p> <p>В4. Создание безопасных условий труда</p>	<p>Востребованность в разработке методик оценки рисков растет, так как процедура оценки рисков является обязательной на предприятиях различных отраслей, количество которых увеличивается. Высокая точность и уникальность результатов может вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров.</p>	<p>Методика может быть адаптирована под различные отрасли промышленности</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии.</p> <p>У2. Конкуренция с уже имеющимися решениями</p> <p>У3. Отсутствие финансирования</p>	<p>Разработка новых методик, должна заключаться в исключении неточностей при проведении оценки рисков.</p> <p>Большое внимание в организации безопасных условий труда</p>	<p>Снижение спроса на выбранную методику с появлением новых разработок.</p> <p>Появление конкурентов с лучшими предложениями.</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа была построена интерактивная матрица проекта (таблица 18). Ее использование

помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильным сторонам возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить – «+» или «-».

Таблица 18 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1.	C2.	C3.	C4.	C5.
	B1.	+	+	+	+	+
	B2.	+	-	+	+	+
	B3.	+	-	+	+	-
	B4.	+	+	+	+	+
Угрозы проекта	У1.	+	+	+	+	+
	У2.	+	-	-	+	+
	У3.	+	+	+	+	-
		Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1.	Сл2.	Сл3		
	B1.	-	+	-		
	B2.	+	+	+		
	B3.	+	+	+		
	B4.	-	+	+		
Угрозы проекта	У1.	+	+	+		
	У2.	-	+	+		
	У3.	+	+	+		

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в таблице 19.

Таблица 19 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>C1. Выявление всех возможных опасностей, в том числе скрытых</p> <p>C2. Потребность предприятий в проведении оценки рисков</p> <p>C3. Заявленная надежность и точность</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров</p> <p>Сл.2 Недостаток финансирования на внедрение новых технологий</p>
--	--	--

Продолжение таблицы 19

	С4. Экологичность и безопасность программы С5. Аттестован для применения на объектах Ростехнадзора РФ	Сл.3 Отсутствие заинтересованности руководителей организаций
Возможности: В1. Привлечение дополнительных инвестиций для реализации проекта В2. Применение на объектах приоритетной отрасли (нефтегазовые компании) В3. Усовершенствование методики оценки рисков В4. Создание безопасных условий труда	По результату анализа интерактивной матрицы проекта можно сделать вывод, что для реализации возможностей проекта основной упор нужно делать на С1, С2 и С3	Основными ограничениями при реализации возможностей проекта являются такие слабые стороны как Сл1 и Сл2.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии. У2. Конкуренция с уже имеющимися решениями У3. Отсутствие финансирования	Для борьбы с основными угрозами следует делать упор на сильные стороны: С1 и С4.	Чтобы минимизировать угрозы, необходимо сделать упор на уменьшение или устранение влияния слабых сторон: Сл2, Сл3.

4.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для оценки степени готовности проекта составим таблицу 20. В данной таблице оценивается степень проработанности проекта, а также то, на сколько знания разработчика удовлетворяют требованиям проекта.

Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта.

Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 - в объеме теоретических знаний, 3 - знаю теорию и практические примеры применения, 4 - знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 - знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 20 - 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	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	5
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	5
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	5
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	4
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	4
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	5
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	5
Итого баллов		55	68

Оценка готовности научного проекта определяется суммарным значением баллов каждого пункта. При оценке 55 проект обладает перспективностью на уровне выше среднего. Так же стоит привлечь сторонних специалистов в области коммерциализации проекта.

4.4 Структура работ в рамках научного исследования

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ. В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ и определяются их исполнители.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследований	1	Выбор направления исследований	Научный руководитель, Инженер
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, инженер
Разработка технического задания	4	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель

Продолжение таблицы 21

Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Внедрение программного комплекса «Арбитр» для совершенствования управление промышленной безопасностью	Инженер
	7	Оценивание правильности полученных данных путем сравнения их с существующими экспериментальными значениями	Научный руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Определение целесообразности проведения ОКР	Научный руководитель
Проведение ОКР			
Разработка технической документации и проектирование	9	Оценка эффективности	Научный руководитель, инженер
	10	Составление пояснительной записки	Инженер
	11	Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	Научный руководитель, инженер
Оформление отчета по работе	12	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Научный руководитель, инженер
	13	Подведение итогов, оформление работы	Научный руководитель, инженер

4.5 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т. к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (28)$$

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

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (29)$$

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

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

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

4.6 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта является наиболее удобным и наглядным способом представления графика проведения работ.

Диаграмма Ганта представляет собой отрезки, размещенные на горизонтальной шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельной

задаче или подзадаче. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи.

Для построения графика Ганта следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой, для каждого исполнителя расчеты производятся индивидуально:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (30)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (31)$$

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все значения, полученные при расчетах по вышеприведенным формулам, были сведены в таблице 22.

Таблица 22 – Временные показатели проведенного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ожг}}$, чел-дни					
	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР
1. Выбор направления исследований	1	1	2	1	1,4	1	0,7	0,5	1	0,7
2. Подбор и изучение материалов	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	9,2	-

Продолжение таблицы 22

3. Календарное планирование работ по теме	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,7	0,7
4. Составление и утверждение технического задания	-	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2,1
5. Внедрение программного комплекса «Арбитр» для совершенствования управление промышленной безопасностью	20	-	30	-	24	-	24	-	35,6	-
6. Оценивание правильности полученных путем сравнения их с существующим и экспериментальным и значениями	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
7. Определение целесообразности проведения ОКР	-	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2,1
8. Оценка эффективности	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1,3	1,3
9. Составление пояснительной записки	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	9,2	-
10. Согласование выполненной работы с научным руководителем	12	1	20	1	15,2	1	7,6	0,5	11	1
11. Подведение итогов, оформление работы	5	1	8	1	6,2	1	3,1	0,5	5	1
Итого	51	8	82	11	63,4	8,6	49,9	6,4	74	9,9

На основе таблицы 22 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта и представлен на рисунке 12 с разбивкой по месяцам и неделям за период времени дипломирования.

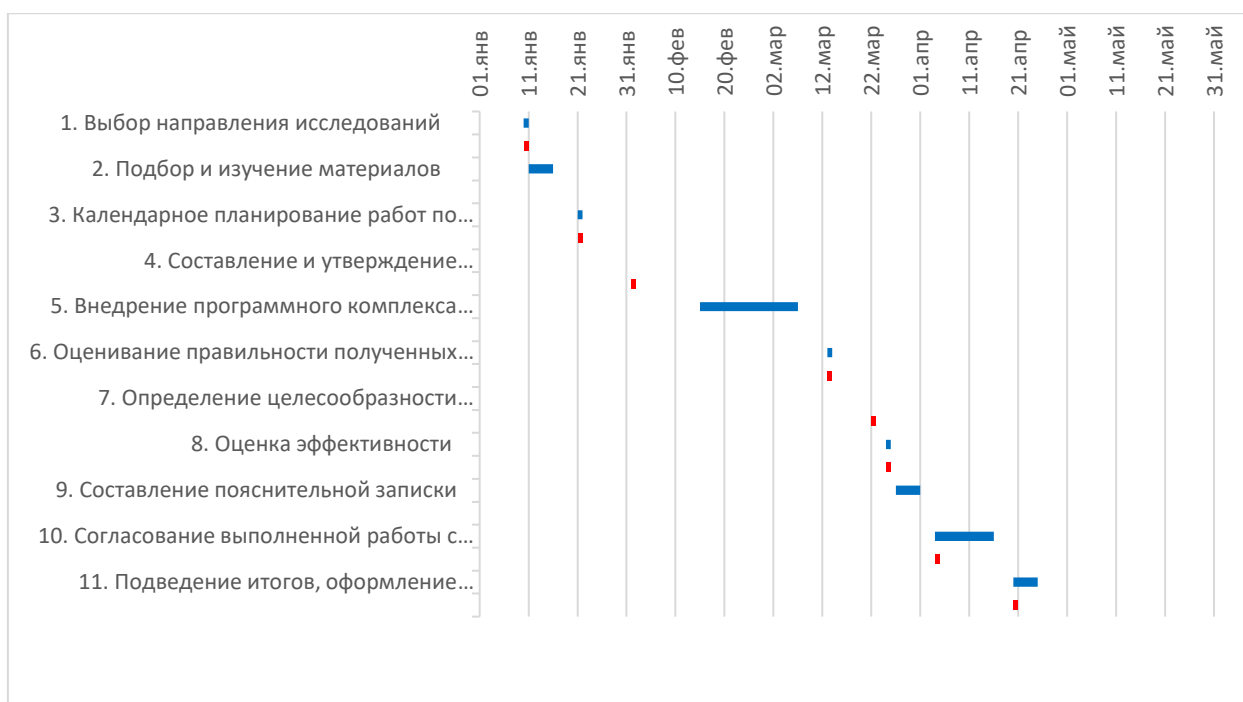


Рисунок 12 – Календарный план-график

4.7 Расчет материальных затрат НТИ

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расxi}, \quad (32)$$

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

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 23.

Таблица 23 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Печать на листе А4	шт.	150	3	450
Карандаш	шт.	2	10	20
Ластик	шт.	1	10	10
Ручка шариковая	шт.	3	15	45
Демоверсия программного комплекса «Арбитр»	Месячная подписка	1	5000	5000
Итого				5525

Допустим, что коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы составляет 15 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом коэффициента равны:

$$Z_m = 1,15 * 5525 = 6353,75 \text{ руб.}$$

4.7.1 Расчет амортизации оборудования для экспериментальных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Оборудование, которое было использовано при реализации проекта представлено в таблице 24.

Для проведения эксперимента был использован высокопроизводительный персональный компьютер (таблица 24).

Таблица 24 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Высокопроизводительный персональный компьютер	1	5	65	65
Итого:					65 тыс. руб.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (33)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{251} \cdot T_{об}, \quad (34)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

$T_{об}$ – время использования оборудования, дни.

Рассчитаем амортизацию для демоверсии программного комплекса «Арбитр», с учётом, что срок полезного использования 2 года:

$$H_A = \frac{1}{2} = 0,5$$

Находим общую сумму амортизационных отчислений:

Для высокопроизводительного компьютера, используемый в течение 90 дней:

$$A = \frac{0,5 \cdot 65000}{251} \cdot 90 = 11653,4 \text{ руб.}$$

4.7.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, в его роли выступает исполнитель проекта, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 26.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (35)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, студента) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (36)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 7);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (37)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

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

Таблица 25 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	66	118
Потери рабочего времени на отпуск	48	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{окл}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (38)$$

где $Z_{\text{окл}}$ – оклад, руб.;

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

Научный руководитель имеет должность доцента и степень кандидата технических наук оклад на весну 2022 год составлял 37700 руб.

Оклад инженера на 2022 год составил 13900 руб.

Таблица 26 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$k_{\text{т}}$	$Z_{\text{окл}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	–	–	37700	1,3	49010	2186,9	6,4	13996,16
Инженер	–	–	13900		18070	907,55	49,9	45286,74
Итого $Z_{\text{осн}}$								59282,9

4.7.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т. д.). Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (39)$$

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

Дополнительная заработная плата представлена в таблице 27.

Таблица 27 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	К _{доп}	З _{осн}	З _{доп}
Научный руководитель	0,12	13996,16	1679,54
Инженер		45286,74	5434,41
Итого			7113,95

4.7.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды, составляющий на сегодняшний день 30%.

Таблица 28 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Инженер
Основная заработная плата, руб.	13996,16	45286,74
Дополнительная заработная плата, руб.	1679,54	5434,41
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Сумма отчислений	4702,71	15216,34
Итого	19919,05	

4.7.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование

материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т. д.

Включают в себя прочие расходы организации, определяются по формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (41)$$

где $k_{\text{накл}}$ - коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

$$C_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (59282,9 + 7113,95) = 10623,49 \text{ (руб.)}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ по форме, приведенной в таблице 29.

Таблица 29 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	6353,75
2. Затраты на амортизацию оборудования.	11653,4
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	59282,9
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	7113,95
5. Отчисления во внебюджетные фонды	19919,05
6. Накладные расходы	10623,49
7. Бюджет затрат НТИ	173592,79

4.8 Определение ресурсоэффективности исследования

Определение эффективности НТИ происходит на основе расчета его интегрального показателя эффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета нескольких вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный

показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (42)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

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

Интегральный показатель эффективности разработки:

$$I_{\Phi}^{\text{и}} = \frac{173592,79}{220000} = 0,79$$

Интегральный показатель эффективности первого аналога:

$$I_{\Phi}^{\text{a1}} = \frac{190000}{220000} = 0,86$$

Интегральный показатель эффективности второго аналога:

$$I_{\Phi}^{\text{a2}} = \frac{200000}{220000} = 0,91$$

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования рассчитывается по формуле:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p, \quad (43)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

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 показан в таблице 30.

Таблица 1 Сравнительная оценка характеристик аналогов проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Максимальная скорость потока	0,1	5	3	4
2. Компактность	0,05	5	4	4
3. Простота управления	0,05	4	4	3
4. Простота конструкции и ремонтпригодность	0,11	5	4	4
5. Простота производства	0,14	5	5	4
6. Универсальность	0,15	5	4	2
7. Современный интерфейс	0,1	4	3	4
8. Защита от перегрузок	0,1	5	4	4
ИТОГО	1	38	31	29

$$I_{\text{ТП}} = 0,1 \cdot 5 + 0,05 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,11 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 = 3,85$$

$$I_{\text{аналог 1}} = 0,1 \cdot 3 + 0,05 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 + 0,11 \cdot 4 + 0,14 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 = 3,14$$

$$I_{\text{аналог 2}} = 0,1 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 + 0,05 \cdot 3 + 0,11 \cdot 4 + 0,14 \cdot 4 + 0,15 \cdot 2 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 = 2,85$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{\text{фин.р.}}^p$ и аналога $I_{\text{фин.р.}}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{фин.р.}}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{\text{фин.р.}}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}, \quad (44)$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{фин.р.}}^p}{I_{\text{фин.р.}}^a}, \quad (45)$$

Где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{фин.р.}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{фин.р.}}^a$ $I_{\text{тэ}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 31 - Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,79	0,86	0,91
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,38	3,56	3,32
3	Интегральный показатель эффективности	5,54	4,13	3,65
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,26	1,16	1,1

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

1. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера. Были определены: общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 50 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 6,4;
2. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 173592,79 руб.;
3. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

- значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,79, что уступает второму аналогу с показателем 0,86 и превосходит первый аналог с показателем 0,91;

- значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,38 по сравнению с 3,56 и 3,32 и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

5. Социальная ответственность

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации

Шингинское месторождение расположено в Кургасокском районе Томской области. Данный район относится к району Крайнего Севера. Работа сотрудниками осуществляется вахтовым методом. Согласно трудовому кодексу РФ (гл.47, ст.302), лица, работающие вахтовым методом в районах Крайнего Севера или местности, приравненной к району Крайнего Севера, имеют соответствующие компенсации и гарантии.

Размер и порядок выплаты надбавки за вахтовый метод работы у работодателей устанавливаются коллективным договором, локальным нормативным актом, принимаемым с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации, трудовым договором.

Так как нефтедобывающая промышленность связана со множеством вредных и опасных производственных факторов, избежать которых полностью не представляется возможным, рабочим, занятым в данном производстве, в соответствии с существующим законодательством, предоставляются:

- устанавливается районный коэффициент, и выплачиваются процентные надбавки к заработной плате в порядке и размерах, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях;

- ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск (ст.117 ТК РФ) в порядке и на условиях, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих (в районах Крайнего Севера - 24 календарных дня, в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера - 16 календарных дней);

- предусмотрены плановые бесплатные медосмотры, для выявления различных заболеваний, которые могут, возникнуть в результате трудовой деятельности работников, а также проведение лечебно-профилактических

мероприятий по предупреждению заболеваний работающих, находящихся под интенсивным воздействием вредных факторов;

- специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты;
- выплаты в результате производственных травм и профессиональных заболеваний.

- компенсации за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда, неустраняемыми при современном техническом уровне производства и организации труда;

- санитарно-бытовые помещения и устройства [15].

Помимо этого, предприятие организует безопасные условия труда для работников предприятия, обеспечивает режим труда и отдыха работников, регулярно проводятся инструктажи и обучение по охране труда на предприятии.

5.2. Производственная безопасность

В таблице 32 представлены возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте.

Таблица 32 - Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте оператора по добычи нефти и газа.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)	Нормативные документы
Опасные	
1. Движущиеся машины и механизмы, подвижные части промышленного оборудования	ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
2. Воздействие электрического тока	ГОСТ 12.1.030–81 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление» ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

Продолжение таблицы 32

3. Пожароопасность	<p>СНиП 2.01.02–85 «Противопожарные нормы»;</p> <p>СНиП 2.09.07–85 «Производственные помещения»;</p> <p>ГОСТ 12.1.004–76 «Пожарная безопасность. Общие требования»;</p> <p>НПБ 105–03 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной опасности»</p>
4. Работа с аппаратами под высоким давлением	<p>ГОСТ 12.2.085-2002 «Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности»</p> <p>ГОСТ 34347-2017 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия»</p>
Вредные	
1. Повышенный уровень шума и уровень инфразвука	СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
2. Неблагоприятный микроклимат	СанПиН 2.2.4.548–96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений"
3. Загазованность рабочей зоны	ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	ГОСТ Р 55710–2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений»
5. Повреждения в результате контакта с насекомыми	СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации».

5.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов

Анализ вредных производственных факторов

1) Повышенный уровень шума и уровень инфразвука

К числу наиболее значимого физического производственного фактора относится шум на рабочем месте. Шум на производстве способствует снижению внимания и увеличению числа ошибок при выполнении работы; исключительно сильное влияние оказывает шум и на быстроту реакции, сбор информации и аналитические процессы; из-за шума снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Он также способен вызывать изменения скорости дыхания и пульса, способствовать нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, может привести к профессиональным заболеваниям [16].

Сведения о классификации шумов, нормируемых параметрах и предельно допустимых уровни шума на рабочих местах, допустимые уровни шума в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки изложены в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

В таблице 33 представлены значения допустимых показателей звука на рабочем месте оператора ДНГ (относится к категории работ, требующих сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин).

Таблица 33 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для рабочего места оператора

Рабочее место	Уровни звукового давления (в Дб) в октановых полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ(А)
	31,5	63	125	200	500	1000	2000	4000	8000	
Оператор	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

2) Неблагоприятный микроклимат

Большое место при производственном контроле оператора по добыче нефти и газа уделяется и показателям микроклимата. Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения.

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.

Неблагоприятные показатели производственного микроклимата могут привести к ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Так, под влиянием низких и пониженных температур воздуха могут развиваться ознобления (припухлость, зуд и жжение кожи), радикулиты и др. При перегревании организма наблюдаются такие симптомы, как повышенное потоотделение, головные боли. При повышенной относительной влажности и снижении скорости воздуха интенсивность испарения влаги (пота) с поверхности тела снижается. Вредное воздействие оказывает также чрезмерная сухость воздуха.

Нормативные гигиенические требования к отдельным показателям микроклимата, их сочетаниям, разработанные на основе изучения теплообмена и теплового состояния организма человека в микроклиматических камерах и в

производственных условиях, а также на основе клинических и эпидемиологических исследований, изложены в [17].

Параметры микроклимата на рабочих местах должны не превышать величин, приведенных в таблице 34, применительно к выполнению работ оператора в холодный и теплый периоды года.

Работа оператора связана с ходьбой (перемещением по кустовой площадке, линии трубопроводов) и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением и поэтому относится к категории Пб, с интенсивностью энергозатрат в 201–250 ккал/ч (233 - 290 Вт).

Таблица 34 – Допустимые величины параметров микроклимата в производственных помещениях

Категория работа (по уровню энергозатрат, Вт)	Диапазон температур воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха (м/с) для диапазона температур воздуха	
	ниже	выше			ниже	выше
	оптимального				оптимального	
1	2	3	4	5	6	7
Холодный период года						
Пб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
Теплый период года						
Пб (233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75	0,2	0,5

Рабочие должны обеспечиваться необходимой спецодеждой, которая имеет или высокие теплозащитные свойства, или высокую воздухопроницаемость, в зависимости от времени года. Летом – роба х/б, сапоги, каска, солнцезащитные очки, рукавицы, а также средства защиты от

кровососущих насекомых. Зимой – шапка-ушанка, обувь, ватные штаны, ватные рукавицы [18].

3) Загазованность рабочей зоны

В процессе добычи нефти установками элетроцентробежных насосов, а также при работах в АГЗУ рабочие могут подвергаться воздействию вредных газов и паров нефти, источником которых являются нарушения герметичности фланцевых соединений, механической прочности фонтанной арматуры (свище, щели по шву) вследствие внутренней коррозии или износа, превышения максимально допустимого давления, отказы или выходы из строя регулирующих и предохранительных клапанов.

Пары нефти и газа при определенном содержании их в воздухе могут вызвать отравления и заболевания. При постоянном вдыхании нефтяного газа и паров нефти поражается центральная нервная система, снижается артериальное давление, становится реже пульс и дыхание, понижается температура тела. Особенно опасен сероводород – сильный яд, действующий на нервную систему. Он нарушает доставку тканям кислорода, раздражающе действует на слизистую оболочку глаз и дыхательных путей, вызывает острые и хронические заболевания, ПДК H₂S – 0,1 мг/м³ (ГОСТ 12.1.005–76.) [19].

Основные вредные вещества на кустах нефтяных и газовых скважин это метан и этилен.

Предельно допустимая концентрация содержания метана в воздухе рабочей зоны -7000 мг/м³. Класс опасности 4.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) этилена в воздухе рабочей зоны - 100 мг/м по ГОСТ 12.1.005. Класс опасности 4.

Обязательно должны быть предусмотрены средства индивидуальной защиты: респираторы противогазного типа и противогазы со специальными нейтрализующими данный газ насадками, очки закрытого типа, перчатки, рукавицы, спецобувь, изолирующие костюмы, мази и пасты.

4) Недостаточная освещенность рабочей зоны

Показатели естественного и искусственного освещения рабочего места оператора нефти и газа имеют немаловажное значение. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Нехватка естественного света оказывает пагубное влияние на нервную систему человека, в отдельных случаях может привести к психическим заболеваниям.

Недостаток освещенности рабочего места пагубно сказывается на зрении человека, его концентрации и т. д. В темных помещениях человек испытывает усталость и сонливость, так как организм стремится уйти в сон. Так же недостаточная освещенность ведет к развитию близорукости и дальнозоркости.

Основные требования и значения нормируемой освещенности рабочих поверхностей изложены в ГОСТ Р 55710–2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений» [20]. Нормы освещенности $E_{экс}$ и равномерности освещенности U_0 в зоне зрительной работы независимо от плоскости нормирования (горизонтальной, вертикальной или наклонной), коэффициента пульсации освещенности $K_{п}$, объединенного показателя дискомфорта UGR и общего индекса цветопередачи R_a ИС для помещения операторной приведены в таблице 35.

Таблица 35 – Нормы освещенности для помещений связи

Наименование помещения	$E_{экс}$, лк	U_0 , не менее	UGR, не более	R_a , не менее	$K_{п}$, %, не более
Комнаты оборудования, коммутаторные	200	0,40	25	60	20

5) Повреждения в результате контакта с насекомыми

Из-за работ, проводимых на открытом воздухе, оператор добычи нефти и газа подвержен повреждениям наносимыми насекомыми [21]. Наибольшую опасность представляет клещ. В данном случае к средствам индивидуальной

защиты относится защитный энцефалитный костюм; специальные спреи и репелленты.

Анализ опасных производственных факторов

1) Движущиеся машины и механизмы, подвижные части промышленного оборудования

При проведении работ используется автомобильный транспорт различного назначения. Также встречаются подвижные части промышленного оборудования, в связи с чем необходимо проводить мероприятия по устранению возможных механических травм. К числу которых относятся: проверка наличия защитных кожухов на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств; проверка состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [22] ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требования. Запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

В качестве профилактических мер планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов ГОСТ 12.2.003-91 [23].

2) Воздействие электрического тока

Эксплуатация скважин с УЭЦН характеризуется наличием высокого напряжения в силовом кабеле. Причем станция управления и скважина оборудования ЭЦН обычно не находятся в непосредственной близости друг от

друга и часть кабеля проходит по поверхности, что увеличивает зону поражения электротоком, а, следовательно, и вероятность несчастного случая. К монтажу (демонтажу) погружного агрегата УЭЦН и его обслуживанию допускается электротехнический персонал, знающий схемы, применяемые станций управления, трансформаторов, подстанций погружных насосов (КТПН), конструкции по их эксплуатации, прошедший производственное обучение и стажировку на рабочем месте, а также проверку знаний с присвоением квалификационной группы по электробезопасности.

На промысле предусмотрены следующие средства защиты: обеспечение недоступности токоведущих частей (кожухи), СИЗ (диэлектрические коврики, перчатки), заземление.

3) Пожароопасность

Опасными факторами пожара, воздействующими на людей и материальные ценности, помимо открытого пламени, повышенной температуры, являются также токсические продукты горения и термического разложения и их вторичные проявления:

- осколки;
- движущиеся части разрушившихся аппаратов;
- электрический ток;
- взрыв.

Пожарная профилактика на производстве достигается правильным проектированием, эксплуатации и обеспечением средствами пожаротушения.

Пожарный инвентарь:

- 1) мотопомпы;
- 2) огнетушители (ОП – 50, ОХП – 10, ОХ 13П – 10, ОПШ – 10, углекислотные);
- 3) пеногенератор (ГПС – 200, ГПС – 600);
- 4) рукава с гайками и без гаек;
- 5) запас воды;
- 6) пожарные щиты;

- 7) ящики с песком;
- 8) кошма, вёдра, лопаты.

При проведении работ по борьбе с гидратами к скважине запрещается использовать агрегаты и автоцистерны, не оборудованные искрогасителями на выхлопных трубах, пользоваться открытым огнём на расстоянии 25 м от устья скважины. При обвязке техники и технологических трубопроводов запрещается пользоваться инструментом, при работе с которым может возникнуть искра.

4) Работа с аппаратами под высоким давлением

Специфическая особенность условий эксплуатации нефтяных скважин – высокое давление на устье, которое доходит до 30 МПа. В связи с этим любое ошибочное действие оператора при выполнении работ на устье скважины может привести к опасной аварии. Для измерения буферного давления и давления в затрубном пространстве на скважинах, оборудованных УЭЦН должны быть установлены стационарные манометры с трехходовыми кранами.

Конструкция устьевого оборудования должна обеспечить возможность снижения давления в затрубном пространстве, а также закачку жидкости для глушения скважины. На случай превышения давления сверх предусмотренного технологическим режимом оборудование оснащено предохранительными клапанами. Вся принятая запорная арматура, устанавливаемая на трубопроводах, транспортирующих газ, конденсат, метанол, ДЭГ, соответствует 1 классу герметичности затвора, а предохранительная аппаратура по 1 классу по ГОСТ 12532–88.

5.2.2 Расчёт системы искусственного освещения

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – один из важнейших элементов благоприятных условий труда. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость.

Для освещения операторной используют естественный свет и свет от источников искусственного освещения.

Естественное освещение предусматривается, как правило, для помещений с постоянным пребыванием людей. При естественном освещении следует избегать попадания прямых солнечных лучей, особенно на рабочие поверхности пультов и щитов.

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света, или для освещения в часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

Так как помещение операторной используется в ночное время суток, далее будет произведен расчет искусственного освещения. На производстве в помещениях управления используется совмещенное освещение, включающее естественный и искусственный свет. Для освещения помещения применяют лампы накаливания. Согласно СНиП 23–05–95 для работ средней точности при среднем контрасте и среднем фоне, при одном общем освещении, освещенность рабочего места люминесцентными лампами принята равной $E_n = 300$ лк.

Световой поток одной лампы находится по формуле:

$$\Phi_{л} = \frac{E_n * S * K_3 * Z}{n * N} \quad (46)$$

где $\Phi_{л}$ – необходимый световой поток лампы, лм;

E_n – нормативная минимальная освещённость, лк;

S – площадь освещения, m^2 , $S = 32 m^2$;

K_3 – коэффициент запаса светильников, $K_3 = 1,3$;

Z – коэффициент минимальной освещённости, $Z = 1,1$;

n – коэффициент использования светового потока, $n = 0,53$;

N – количество ламп в помещении.

$$\Phi_{л} = \frac{300 * 32 * 1,3 * 1,1}{0,53 * 4} = 5068,5 \text{ лм}$$

Коэффициент светового потока вычисляется по следующим данным:

- коэффициент отражения потолка $\rho_{п} = 70 \%$;
- коэффициент отражения от стен $\rho_{с} = 50\%$;
- коэффициент отражения от пола $\rho_{пол} = 10 \%$.

Количество ламп в помещении:

$$N = \frac{S}{L^2} \quad (47)$$

где S – площадь освещения, м²;

L – расстояние между светильниками, м.

$$N = \frac{32}{2,87^2} = 4$$

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,4 * h \quad (48)$$

где h – высота подвеса светильника, м.

$$L = 1,4 * 2,05 = 2,87 \text{ м.}$$

Высота подвеса светильника считается по формуле:

$$h = H - h_{кр} - h_p \quad (49)$$

где H – высота помещения, м;

$h_{кр}$ – расстояние от потолка до нижней кромки светильника, м, $h_{кр} = 0,25$ м;

h_p – высота рабочей поверхности от пола, м, $h_p = 0,7$ м.

$$h = 3 - 0,25 - 0,7 = 2,05 \text{ м.}$$

Находим индекс помещения:

$$I = \frac{S}{h * (a + b)} \quad (50)$$

Где a – длина операторной, м, $a = 8$ м;

b – ширина операторной, м, $b = 4$ м.

$$I = \frac{32}{2,05 * (8 + 4)} = 1,3$$

Выбираем лампы ЛТБ 80, мощностью 80 Вт.

Уточняем необходимое количество ламп данного типа:

$$N_{ут} = \frac{N * \Phi_l}{\Phi} \quad (51)$$

Где Φ – световой поток выбранной лампы, равный 5200 лм.

$$N_{ут} = \frac{4 * 5068,5}{5200} = 3,89 \approx 4$$

Выбираем светильник типа ОД (2x80). Длина 1,53 м, ширина 0,26 м, высота 0,19 м.

Находим расстояние от крайних светильников до стены:

$$I_c = \frac{L}{3} \quad (52)$$

где L – расстояние между соседними светильниками, м.

$$I_c = \frac{2,87}{3} = 0,95 \text{ м}$$

Для освещения операторной будет достаточно 4 светильника. Располагаем их соответственно произведенным расчетам. В итоге получается два ряда, по два светильника в каждом. Общий поток от светильников составляет 10400 лм. Расположение ламп освещения изображено на рисунке 13.

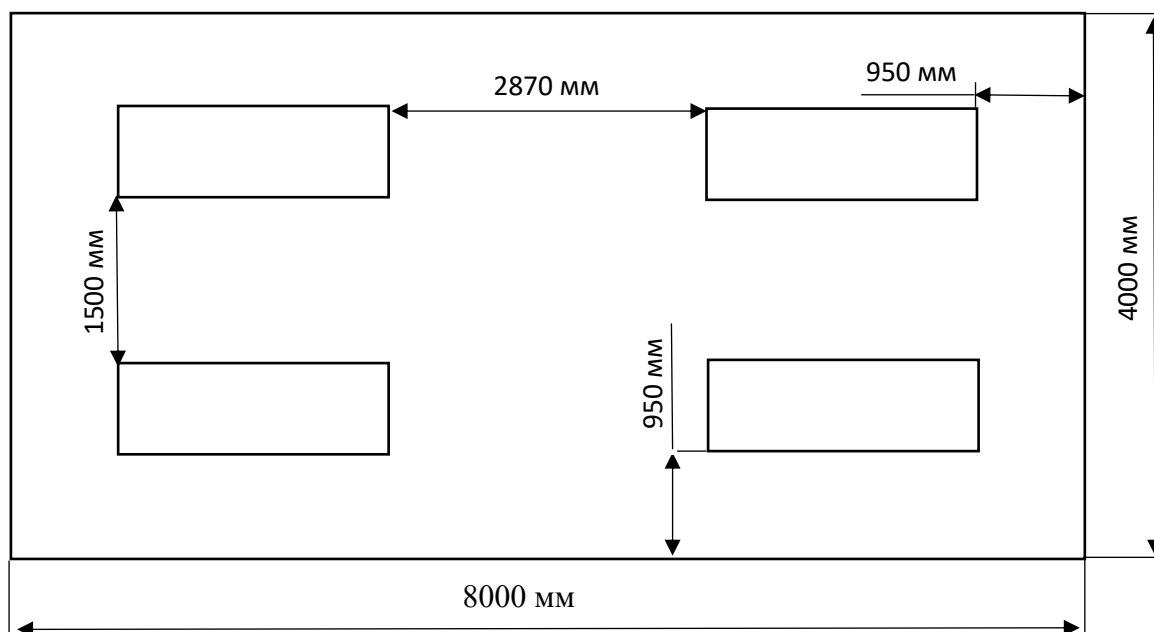


Рисунок 13 – Схема расположения освещения операторной

5.3. Экологическая безопасность

Согласно федеральному закону «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 г., экологическая безопасность – это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий.

Нефтедобывающая промышленность оказывает комплексное негативное влияние на окружающую среду. В рассматриваемой отрасли существуют ключевые проблемы, которые негативным образом влияют на экологию. Рассмотрим воздействие этих проблем на каждую сферу Земли по отдельности.

5.3.1 Воздействие на литосферу

Зачастую предприятия вынуждены накапливать и хранить нефтешламы на своей территории из-за недостаточного количества полигонов промышленных отходов, их принимающих, или из-за отсутствия установок по переработке нефтесодержащих отходов. Накопление таких отходов на производственных территориях может привести к интенсивному загрязнению почвы, воздуха и грунтовых вод.

Для обезвреживания нефтесодержащих шламов и грунтов в ООО «Газпромнефть-Восток» уже много лет успешно используются комплексы оборудования, состоящие из трехфазной центрифуги для эффективного разделения шлама и рециклинга полученной нефти и воды, линии отмывки твердой фазы, а также установок для термического обезвреживания отжатого шлама. Эксплуатация существующих специализированных площадок по утилизации нефтешлама (по одному на несколько месторождений) позволит обезвреживать до 100% от образующихся нефтешламов различной вязкости.

5.3.2 Воздействие на гидросферу

Со сточными водами предприятий нефтегазовой отрасли в водный бассейн поступают нефтепродукты, хлориды, сульфиды, фенолы, соединения азота, соли тяжелых металлов, взвешенные вещества и др. Углеводороды образуют пленку на поверхности воды, тем самым перекрывают доступ кислорода рыбам. Негативные последствия образования нефтяных пленок носят глобальный характер:

- снижение количества осадков над континентами приводит к увеличению пустынных участков суши;
- более частое возникновение циклонов, изменение метеобстановки;

- сокращение видов и численности морских и пресных рыб; • массовая гибель птиц и морских млекопитающих.

Предотвращению загрязнения гидросферы нефтепродуктами могут поспособствовать следующие мероприятия:

- совершенствование экологического законодательства;
- рациональное размещение предприятий нефтегазового комплекса с учетом особенностей природной экосистемы;
- увеличение инвестиций в инновационные технологии транспорта, добычи и переработки нефти;
- разработка новых способов и методов для очистки поверхности водных объектов;
- повышение эффективности систем очистки сточных вод на предприятиях нефтегазового комплекса.

5.3.3 Воздействие на атмосферу

В нефтегазодобывающем комплексе загрязнение окружающей среды начинается с поискового бурения нефтяных и газовых скважин. Основными источниками загрязнения при этом являются выхлопные газы буровых установок, дегазаторы бурового раствора, шламохранилища, циркуляционные системы и т. д. Основным загрязнителем при буровых работах является буровой раствор.

Основными загрязняющими веществами, выделяющимися в атмосферу при добыче нефти, являются: углеводороды, оксид углерода и различные твердые вещества.

Также есть проблема утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ). Попутный нефтяной газ, залегающий вместе с нефтью, на данный момент не осваивается, утилизация его производится путем сжигания в факелах. Сжигание ПНГ приводит к значительным выбросам в атмосферу целого спектра канцерогенных и токсичных продуктов сгорания и парниковых газов.

Снижение негативного воздействия на атмосферу осуществляется такими мероприятиями, как:

- установление предельно допустимых нормативов выбросов вредных веществ;
- пересмотр технологического процесса;
- использование продуктов горения газа на производственные нужды потребителей или самой компании;
- взаимодействие с иностранными партнерами с целью созданию усовершенствованного оборудования.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе производства работ могут возникнуть следующие аварийные ситуации:

- некатегорийные отказы на внутривысотных трубопроводах вследствие коррозии металла и воздействия низких температур;
- преждевременный выход из строя оборудования фонтанной арматуры скважин из-за старения, коррозии металла, повышения давления в системе выше максимально допустимого и воздействия низких температур;
- отключение электроэнергии.

Первоочередные действия обслуживающего персонала по ликвидации возможных аварийных ситуаций и спасению людей описаны в плане мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО (ПЛА/ПМЛЛА). В ПЛА предусмотрены:

- возможные аварии, места их возникновения и условия, опасные для жизни людей и окружающей природной среды;
- мероприятия по спасению людей, застигнутых аварией; мероприятия по локализации последствий аварии в начальной стадии их возникновения, а также первоочередные действия производственного персонала при возникновении аварий;

- места нахождения средств спасения людей и ликвидации аварий, порядок взаимодействия добровольных пожарных дружин со звеном пожарной части [24].

Все аварийно-спасательные работы должны выполняться с соблюдением требований действующих норм и правил промышленной и пожарной безопасности.

При внезапном отключении электроэнергии оператору следует немедленно отключить электродвигатель от сети и перекрыть задвижки на входных и выходных линиях насоса. В случае аварийного разлива деэмульгатора в помещении его смывают сильной струей воды. В виде эмульсии в воде реагент поступает в канализацию и затем в нефтеловушку, откуда вместе с нефтью направляется в технологический процесс. При появлении признаков отравления деэмульгатором нужно немедленно вынести пострадавшего на свежий воздух и сообщить в «Скорую помощь».

Наиболее типичное и частое ЧС в сфере работы оператором по добычи нефти и газа является загорания на территории кустовой площадки скважин, в производственных помещениях по причине наличия легковоспламеняющихся веществ и неосторожного обращения с огнем.

Причины возникновения аварии могут быть следующие:

- отступление от норм технологического регламента;
- нарушение инструкций безопасного производства работ;
- несвоевременное ревизия и ремонт трубопроводов, аппаратов, насосов, арматуры;
- коррозия аппаратов и трубопроводов;
- неосторожное обращение с огнем;
- короткое замыкание электрических проводов и перегрев электрооборудования.

Для предотвращения и быстрой ликвидации аварий, которые могут возникнуть на объектах нефтедобычи, составляются планы по ликвидации возможных аварий (ПЛВА). ПЛВА составляются в соответствии с Правилами

безопасности в нефтяной и газовой промышленности и должны содержать следующее:

- 1) перечень возможных аварий на объекте;
- 2) способы оповещения об аварии (сирена, световая сигнализация, громкоговорящая связь, телефон и др.), пути выхода людей из опасных мест и участков в зависимости от характера аварии;
- 3) действия лиц технического персонала, ответственных за эвакуацию людей и проведение предусмотренных мероприятий;
- 4) список и порядок оповещения должностных лиц при возникновении аварии;
- 5) способы ликвидации аварий в начальной стадии. Первоочередные действия технического персонала по ликвидации аварий (пожара), предупреждению увеличения их размеров и осложнений. Осуществление мероприятий по предупреждению тяжелых последствий аварий. Порядок взаимодействия с газоспасательными и другими специализированными службами;
- 6) список и местонахождение аварийной спецодежды, средств индивидуальной защиты и инструмента;
- 7) список пожарного инвентаря, находящегося на объекте;
- 8) акты испытания СИЗ, связи, заземления
- 9) график и схему по отбору проб газовой среды;
- 10) технологическая схема объекта;
- 11) годовой график проведения учебных занятий для предотвращения возможных аварий;

Навыки по действиям работника при ликвидации аварийных ситуаций отрабатываются в ходе учебно-тренировочных занятий, проводимых согласно утвержденного главным инженером графика. Темы практических занятий отрабатываются с периодичностью не реже одного раза в год, учитывая сезонность.

При возникновении аварийной ситуации, которая может привести к аварии, пожару на производстве, а также к ситуации, которая создает угрозу жизни и здоровью людей, оператор по добыче нефти и газа, должен незамедлительно поставить в известность своего непосредственного руководителя или в установленном порядке других должностных лиц и приступить к ликвидации и локализации последствий согласно ПЛА.

Кроме этого, оператор должен знать и уметь практически применять приемы и способы оказания первой (доврачебной) помощи при несчастном случае, а на рабочем месте должна находиться аптечка с медикаментами и средствами для оказания первой (доврачебной) помощи.

При несчастном случае необходимо оказать первую помощь пострадавшему, вызвать скорую помощь, сообщить об этом своему непосредственному начальнику.

План ликвидации аварий составляется и утверждается 1 раз в пять лет. Согласно графику с работниками предприятия, каждый месяц проводятся занятия по ликвидации возможных аварий. Результаты занятий заносятся в журнал с подписью ответственного лица из числа инженерно–технических работников.

Заключение

Выпускная квалификационная работа посвящена совершенствованию системы управления промышленной безопасностью в нефтегазовой отрасли.

В ходе выполнения работы были выполнены следующие задачи:

- произведен расчёт индивидуального риска, значение показателя которое равно $5,76 \cdot 10^{-7}$ 1/год, что является значением, не превышающем величину приемлемого риска (10^{-4} 1/год).

- рассмотрен программный комплекс «Арбитр», основанный на новой информационной технологии автоматизированного структурно-логического моделирования (АСМ) и являющийся надежным средством для расчета показателей рисков;

- при помощи ПК «Арбитр» были построены деревья событий и деревья отказов, которые были использованы в дальнейшем для построения схемы функциональной целостности;

- построена схема функциональной целостности, при помощи которой был посчитана величина индивидуального риска на территории резервуарного парка Шингинского месторождения;

- произведен расчёт индивидуального риска при помощи программного комплекса «Арбитр» и было выявлено расхождение в результатах, полученных при помощи ПК и при «ручном» расчете, которые обусловлены наличием ряда допущений и упрощений при ручном расчете показателей риска, ввиду сложности математического аппарата. ПК «Арбитр» позволяет рассчитывать показатели рисков с высокой точностью, без каких-либо упрощений.

ПК «Арбитр» позволяет определить величины отрицательных и положительных вкладов рассматриваемой системы в значение риска. Анализ вкладов позволяет увидеть наиболее уязвимые стороны объекта, а, следовательно, внедрить наиболее эффективные мероприятия и решения в области обеспечения промышленной безопасности.

Список используемых источников

1. Why Is Industrial Safety Important? [Электронный ресурс] / URL: https://wap.toptreesafety.com/new_detail/id/34806?gclid=EAIaIQobChMI9K0m0ZTr9wIVqYKDBx3DZgn2EAAAYAiAAEgKGrPD_VwE, режим доступа свободный, – Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 18.10.2020 г.

2. What is Industrial Safety? Importance, Objectives and planning [Электронный ресурс] / URL: <https://analyseameter.com/2019/10/industrial-safety.html>, режим доступа свободный, – Загл. с экрана. – Яз. англ. Дата обращения: 18.10.2020 г.

3. Российская Федерация. Законы. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон № 116-ФЗ: [принят Государственной думой 20 июня 1997 года].

4. United Nations Industrial Development Organization, 2019. International Conference on Ensuring Industrial Safety: The Role of Government, Regulations, Standards and New Technologies. Vienna.

5. Pie insurance : сайт : [10 safety trends you should be watching in 2021]. – Washington. – URL: <https://pieinsurance.com/blog/safety/safety-trends-this-year> (дата обращения: 20.10.2020)

6. Georgia Tech: сайт. – Atlanta, 2008. – URL: <https://pe.gatech.edu/blog/industry-trends/safety-and-health> (дата обращения: 19.10.2020)

7. Википедия : сайт : [Газпромнефть-Восток]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Газпромнефть-Восток> (дата обращения: 18.10.2020). – Режим доступа: свободный. – текст : электронный

8. Приказ МЧС "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах" от 10.07.2009 № 404 // МЧС России

9. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: учебное пособие / П.Г. Белов. – Москва : Академия, 2003. – 512 с.

10. Козлитин А.М. Развитие теории и методов оценки рисков для обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса: специальность 05.26.03. «Пожарная и промышленная безопасность» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Козлитин Анатолий Мефодьевич. – Уфа, 2006. – 44 с.

11. Бызов А.П. Методический аппарат оценки техногенного риска при взрывах и пожарах на объектах топливно- энергетического комплекса : специальность 05.26.02 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бызов Антон Прокопьевич. – Санкт-Петербург, 2011. – 22 с.

12. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное / В.А. Акимов, В.Л. Лапин, В.М. Попов [и др.]. – Москва : Деловой экспресс, 2002. – 367 с.

13. Вентцель Е.С. Теория вероятностей : учебное для вузов пособие / Е.С. Вентцель. – Москва : Высшая школа, 1999. – 576 с. – ISBN 5-06-003650-2

14. АРБИТР, «Программный комплекс автоматизированного структурно- логического моделирования и расчета надежности и безопасности систем (ПК АСМ СЗМА), базовая версия 1.0». Автор Можаяев А.С. Правообладатель ОАО «СПИК СЗМА». // Свидетельство об официальной регистрации № 2003611101. – М.: РОСПАТЕНТ РФ, 2003. Аттестационный паспорт программного средства № 222 от 21 февраля 2007 г. Совета по аттестации ПС НТЦ ЯРБ при Ростехнадзоре РФ.

15. Трудовой кодекс Российской Федерации №197-ФЗ (ред. от 25.02.2022): [принят Государственной думой 21 декабря 2001 года].- Москва, 2022. – глава 47 статья 297-302

16. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

17. СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений"

18. МР 2.2.7.2129-06 Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях.

19. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03: утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 27 апреля 2003 г // Постановление о введении –2003. – 30 апреля. – 201 с.

20. ГОСТ Р 55710–2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений»

21 СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации»

22 ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.

23. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" приказ Ростехнадзора от 12 марта 2013 г. N 101

24. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://menedzhment/pravovye_organizatsionnye_voprosy_obespecheniya_bezopasnosti, свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения: 12.05.2022 г

Приложение А

(справочное)

Theoretical foundations of industrial safety management and current trends in the development of industrial safety

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM01	Король В.Д.		

Руководитель ВКР

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

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Ажель Ю.П.	-		

1. Theoretical foundations of industrial safety management

The labor legislation of the Russian Federation determines one of its main goals to create favorable working conditions for employees, which, of course, implies the creation of safe and comfortable working conditions for all labor process participants. One of its main goals of legislation in the field of industrial safety, in addition to preserving the life and health of people, is also to prevent the destruction of equipment, buildings and structures, to minimize the risks of emergencies and disasters, as well as their localization and elimination.

Certain workplaces have more employee safety hazards than others, and one of those work environments is industrial environment. In an industrial workplace, employees often deal with heavy machinery and potentially harmful materials, while being exposed to bright lights, loud noises, and harmful fumes. Understanding the importance of industrial safety can literally save workers' lives.

Industrial safety saves lives

Perhaps the most important reason why industrial employers need to introduce workplace safety policies is that these policies and practices prevent accidents that can injure or kill workers. Not all workplace fatalities are instant; some result from illnesses or injuries sustained at work, e.g. an employee's mesothelioma developing years after working in an environment under the influence of asbestos every day.

Industrial safety is more than following OSHA's requirements and using equipment and material as directed. Workers' physical and mental health is another crucial component of workplace safety. When workers are exhausted, they are prone to making mistakes that can put themselves and their coworkers in danger. Employees who come to work sick or unable to clearly follow safe work procedures also pose risks to themselves and to their colleagues.

A safe workplace retains workers

When an employer follows industrial safety rules, workers are more likely to continue working with that employer as they feel safe doing so. OSHA provides

numerous protections for employees including the right to refuse to perform work they consider to be dangerous.

Employers can demonstrate that they value their workers' health and safety by including the importance of safety education in their company core values. Although OSHA publishes general and industry-specific safety regulations, employers can protect their employees even further by going beyond these requirements. A few ways employers can demonstrate their understanding of the importance of safety rules and communicate their commitment to worker safety are:

- supplying employees with protective clothing and equipment from well-recognized, quality brands;
- making it easy for employees to report on accidents and safety hazards they identify at the workplace;
- introducing pro-worker safety policies, such as mandatory rest breaks and assigning two or more workers to perform each task;
- staying up to date on the latest advancements in industrial safety and implementing new safety technologies as they become available.

Industrial safety saves money

In industrial workplace, following safe practices prevents accidents, which in turn saves employer's money in many ways including:

- avoiding reduced productivity;
- avoiding lawsuits for safety and workers' rights violations;
- avoiding insurance surcharges and increased premiums;
- avoiding workers' compensation claims.

Safe industrial practices have long-term benefits

In addition to saving employer's money, preventing accidents by emphasizing the importance of safety rules in the workplace can actually increase a company's profits by building a positive public perception of the brand. Worker injuries and unsafe working conditions can garner negative reactions from the public, which can lead to boycotts, demands for change and overall, decreased patronage.

When consumers know that the products they purchase were manufactured in safe environments, they feel assured that the products are safe for them to use. For many consumers, there is also a humanitarian drive to purchase products manufactured in facilities that understand the importance of industrial safety and protect workers accordingly [1].

Planning of industrial safety

A practical goal of industrial safety is to lighten the environmental impact on the manufacturing unit and each person and the role of the industrial safety professionals is to find leverage or opportunities for considerable improvement using practical effort. The objectives of industrial safety systems are as follows:

- industrial safety is needed to check all the possible chances of accidents for preventing loss of life and permanent disability of any industrial employee, any damage to machine and material;
- to eliminate accidents causing work stoppage and production loss;
- to reduce workman's compensation, insurance rate, and all the cost of accidents;
- to achieve better morale among industrial employees;
- to increase production means to a higher standard of living;
- to prevent accidents in the industry by reducing any hazards.

Fire hazards, accidents, industrial disasters can be reduced through careful safety planning. All these accidents can be avoided by effectively planning safety. Some important considerations for industrial safety are the following:

1. Proper Plant Layout;
2. Proper Fire Prevention system;
3. Health & Hygiene;
4. Proper Safety Training;
5. Proper Alarms and Warning Systems;
6. Appropriate sensors and safety gears for employees;
7. Sufficient lighting in the work area as well as the pathways;
8. Cleanliness & dryness of shop floor;

9. Proper pressure gauges and other safety equipment;
10. Electrically insulation;
11. Proper signboards for safety instructions [2].

The types of activities of industrial safety include:

- design;
- construction;
- exploitation;
- reconstruction;
- overhaul, technical re-equipment;
- conservation and liquidation of a hazardous production facility;
- manufacture, installation, commissioning, maintenance and repair of technical devices used at a hazardous production facility;
- conduct of an industrial safety examination;
- training and retraining of employees of a hazardous production facility [3].

For the convenience of DPF management, the legislator has defined 4 hazard classes:

- Hazard class 1 - extremely high hazard;
- Hazard class 2 - high hazard;
- Hazard class 3 - medium hazard;
- Hazard class 4 - low hazard.

Enterprises, governments, regulatory bodies and the international community need to overcome several barriers to ensure industrial safety. At the enterprise level, these barriers include:

- lack of awareness of the risks and costs of industrial accidents;
- absence of organizational support and leadership in risk management to ensure industrial safety;
- lack of a comprehensive strategy for achieving industrial safety and security that can be implemented at the operational and management levels, especially for small and medium-sized enterprises (SMEs) in developing countries and least developed countries;

- inadequate infrastructure and safety equipment, such as personal protection equipment, particularly in SMEs;
- a focus on the short term and the failure to recognize the long-term profitability made possible through investments in industrial safety infrastructure;
- complacency in maintaining industrial safety standards and norms;
- loss of emphasis on risk assessment and management;
- disregard for local and national regulatory mechanisms that ensure safety;
- failure to identify emerging issues in accident prevention, preparedness and response;
- inattention to broader occupational health and safety issues, such as work stress and anxiety.

To strengthen coordination at the national level, governments need to:

- craft dedicated disaster prevention and preparedness programmes and protocols;
- reinforce recovery and reconversion mechanisms and activities at industrial facilities for timely response to minimize consequences of industrial hazards;
- make industrial safety and security a political priority, and raise awareness at higher policy levels regarding the risks and consequences of industrial hazards;
- address natural hazards that can trigger technological accidents, in particular through technical guidance on risk assessment;
- support private sector involvement in policymaking for accident prevention, preparedness and response;
- examine past industrial accidents and near-misses to draw lessons [4].

Each hazardous production facility must be identified and registered in the State Register of Hazardous Production Facilities.

A hazard class is assigned to a hazardous production facility depending on the type of hazard. In appendix 1 of the Federal Law of 20.06.1997 No. 116-FL "On industrial safety of hazardous production facilities" [3], 16 types of various hazardous production facilities are listed. It should be noted that the following facilities are usually related to the energy sector, listed below in the Table 1.

Table 1- Hazardous production facilities in the energy sector

Category of hazardous production facility	Characteristics of a hazardous production facility, relative to energy
Dangerous substances are obtained, used, processed, formed, stored, transported, destroyed in the quantities specified in appendix 2 to the above Federal Law	1. flammable substances are gases that become flammable at normal pressure and in a mixture with air, and whose boiling point at normal pressure is 20 °C or lower 2. combustible substances – liquids, gases that can ignite themselves, as well as ignite from the ignition source and burn independently after its removal 3. toxic substances are substances that, when exposed to living organisms, can lead to their death and have the following characteristics: – the average lethal dose when injected into the stomach is from 15 mg / kg to 200 mg / kg inclusive.
	– the average lethal dose when applied to the skin is from 50 mg/kg to 400 mg/kg inclusive – the average lethal concentration in the air is from 0.5 mg/l to 2 mg/l inclusive.
Equipment operating under overpressure of more than 0.07 MPa is used	1. steam, gas (in gaseous, liquefied state); 2. water at a heating temperature of more than 115 °C
Permanently installed lifting mechanisms are used	Permanently installed lifting mechanisms, including bridge cranes and others

After registration of the DPF, the organization will be able to obtain a license from Rostekhnadzor, which gives the right to operate hazardous production facilities. A license for hazard class 4 of DPF is not required, and the requirements for hazard class 1-3 of DPF are the same. The state also defined the methods for regulation in the operation of hazardous production facilities (application 1).

Objects of the 1st hazard class are constantly monitored by state supervisory authorities, objects of the 2nd hazard class are subject to annual inspections for compliance with safety requirements, objects of the 3rd hazard class are checked no more than once every three years, and objects of the 4th class are carried out only during specialized unscheduled inspections by supervisory authorities.

2. Current trends in the development of industrial safety

The field of occupational safety and health is constantly changing and evolving. Workforce demographics, employee expectations and other influences are changing our training methods and the tools we use to improve workplace safety.

To help decrease workplace fatalities and minimize liability, organizations must find innovative ways to improve workplace safety and health. From developing a strong safety culture to the growing demand of safety professionals.

Below there are a few current trends in the development of industrial safety.

Trend №1 «Smart» personal protective equipment

The use of personal protective equipment (PPE) and worksite clothing with sensors that monitor, collect, and record biometric, location, and movement data in real time is on the rise.

This «smart» equipment collects the same data as wearable devices, including the user's heart rate, calories burned, steps walked, and blood pressure. This equipment also tracks advanced metrics like the user's blood alcohol content, blood oxygen levels, sweat levels, and vital signs. Some products may even detect changes in environmental conditions. Next-generation smart PPE is expected to monitor workers' fatigue and alertness, which may help managers determine who needs a break and when.

While there are some privacy concerns about how this data is collected and used by employers, monitoring factors that could contribute to accidents may significantly reduce the number of workplace accidents.

Trend №2 PPE that reflects workers' personal preferences

Along with technological advances that enable “smart” PPE, there are also protective items that respect workers' personal preferences. They may include such items, as:

- looser-fitting respirators that allow workers to wear facial hair;
- seamless, fine-knit gloves that provide increased comfort;
- lighter fabrics and special textiles that enable clothing to meet protective standards while still providing style, comfort, and higher employee satisfaction.

Through continued advancement, PPE is evolving to better reflect workers' preferences.

Trend №3 Mobile apps and tools

Mobile tools are increasingly being used to complete tasks and oversee the safety of employees who use mobile devices at work. In particular, workplace safety tools (such as mobile inspection and incident applications) are expected to become more prevalent, as well as apps that turn off workers' mobile devices when they are completing essential tasks.

Trend №4 Increased diversity of safety professionals

Global safety laws and regulations have increased the demand for safety and health professionals. In an effort to avoid the financial impact of workplace injuries, several roles have entered into the market specializing in the safety occupation niche. Using their knowledge and skills to promote a positive culture and best practices in the field of safety in workplace, security specialists ensure that organizations comply with safety legislation and create appropriate management systems.

Trend №5 Shifting focus from detection to prevention

Until recently, occupational health and safety programs have largely been focused on detecting unsafe conditions meaning companies have spent more time mitigating risks after an accident than preventing them. Now, safety experts recommend that companies shift away from reward and recognition programs focused on identifying risk to prevention-based programs emphasizing education, training, and identifying issues before someone gets hurt.

Trend №6 Increased retaining of workers

Hand-in-hand with the shift from detection to prevention is a renewed emphasis on training and retraining workers to better ensure compliance. The research has shown that employees benefit from ongoing safety training and regular safety skills refreshers.

As such, more companies are implementing annual safety retraining programs designed to refresh employee safety skills and provide ongoing safety training on specific topics. Some of this education is delivered via "micro-learning," which

allows employees to complete short training sessions on the chosen device. According to experts, ongoing training ensures top-of mind-awareness and reduces injuries.

Trend №7 Engaged leadership to replace top-down safety strategies

To implement a goal-oriented safety culture, leaders need to make sure employees are involved and inspired today, tomorrow, and beyond. Most experts agree that there's been a gradual shift away from traditional top-down approaches to newer ones. The key to adoption and engagement is having senior managers who practice genuine and visible safety leadership.

EHS experts suggest companies use a behavior-based safety strategy, which encourages effective, interpersonal, supportive, and corrective behavior-based feedback throughout the organization.

Trend №8 leadership to replace top-down safety strategies

Technology focused on safety and health has gained traction due to increased health, safety, and environmental laws and standards. Although organizations have been slow to implement digital technologies, such as mobile applications and telematics, there has been an increase in high performing companies using cloud-based safety management systems. These streamlined platforms ensure workplace conditions are consistently examined and issues can be addressed immediately.

In order to address these trends, safety and health professionals will be required to update current knowledge, while attaining new knowledge and skills. Education and training serves an important role in informing workers and managers about workplace hazards and controls while providing a greater understanding of the safety and health program itself.

Приложение Б
(справочное)

Методы регулирования при эксплуатации опасных производственных объектов

Метод регулирования	Класс опасности			
	I	II	III	IV
Лицензирование (для взрывопожароопасных и химически опасных ОПО)	+	+	+	
Федеральный государственный надзор: – режим постоянного надзора – плановые проверки не чаще чем один раз в течение года – плановые проверки не чаще чем один раз в течение трех лет – внеплановые проверки	+			
	+	+		
			+	
	+	+	+	+
Предоставление сведений об осуществлении производственного контроля в электронной форме	+	+	+	+
Разработка декларации промышленной безопасности (для ОПО, идентифицируемых по признаку наличия опасных веществ)	+	+		
Разработка систем управления промышленной безопасности	+	+		
Разработка планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий	+	+	+	
Создание вспомогательных горноспасательных команд (для ОПО, на которых ведутся горные работы)	+	+		

Приложение В

(справочное)

Предназначение комплекса «АРБИТР»

Программный комплекс «АРБИТР» предназначен для:

- автоматизированного моделирования и расчета показателей надежности структурно-сложных систем, включая объекты использования атомной энергии (ОИАЭ) и другие опасные производственные объекты (ОПО);
- автоматизированного моделирования и расчета вероятностей возникновения (невозникновения) аварийных ситуаций и аварий опасных производственных объектов, включая ОИАЭ.

Практическое применение комплекса «АРБИТР» основано на новой информационной технологии автоматизированного структурно-логического моделирования (АСМ), которая включает в себя следующие этапы.

1. Формализованной постановки задачи анализа надежности, живучести, безопасности (технического риска) исследуемой структурно-сложной системы осуществляется на основе ее исходной функциональной схемы и описания процесса функционирования. На этом этапе подготавливается структурная модель исследуемого свойства системы в виде, например, блок-схемы, графа связности, дерева отказов, дерева событий. Подготовленная структурная модель представляется в форме схемы функциональной целостности (СФЦ). Определяются параметры надежности элементов и исследуемые режимы.

2. Автоматизированного моделирования и расчетов вероятностных показателей исследуемых свойств системы, которые выполняются комплексом «АРБИТР» автоматически, на основе подготовленных на первом этапе исходных данных (СФЦ, параметров элементов и исследуемых режимов). На этом этапе комплекс обеспечивает:

- представление в исходной структурной схеме до 400 элементов (вершин) основного графа и до 100 элементов в каждой декомпозированной вершине основного графа исследуемой системы;
- автоматическое построение логических функций, представляющих

кратчайшие пути успешного функционирования, минимальные сечения отказов системы или их комбинации (размеры ограничиваются техническими характеристиками компьютера);

- автоматическое построение вероятностных функций (размеры ограничиваются техническими характеристиками компьютера), обеспечивающих точный расчет показателей надежности, безопасности и технического риска исследуемых систем;

- расчет вероятности реализации заданных критериев безотказности, отказа и технического риска функционирования системы;

- расчет вероятности безотказной работы или отказа и средние наработки до отказа невосстанавливаемых систем;

- расчет коэффициента готовности/неготовности, средней наработки на отказ, среднего времени восстановления и вероятности безотказной работы/отказа восстанавливаемой системы;

- расчет вероятности готовности смешанной системы, состоящей из восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов;

- расчет значимостей, положительных и отрицательных вкладов всех элементов системы;

- приближенный расчет вероятностных показателей (без построения вероятностной функции) без отсечки и с отсечкой малозначимых путей и сечений;

- расчет значимости и суммарной значимости сечений отказов по Fussell-Vesely;

- расчет значимости, коэффициентов уменьшения и увеличения риска элементов по Fussell-Vesely;

- приближенный расчет вероятностных характеристик системы с учетом трех типов отказов элементов (отказ на требование, отказ в режиме работы и скрытый отказ в режиме ожидания);

- структурный и автоматический учет отказов групп элементов по общей причине (модели альфа-фактора, бета-фактора и множественных греческих

букв);

- учет различных видов зависимостей элементов, представляемых группами несовместных событий;

- учет двухуровневой декомпозиции структурной схемы, дизъюнктивных и конъюнктивных кратностей сложных элементов (подсистем);

- учет неограниченного числа циклических (мостиковых) связей между элементами системы;

- учет различных комбинаторных отношений (K из N) между группами элементов и подсистем.

3. Использование результатов автоматизированного моделирования и расчетов для подготовки отчетной документации, выработки и обоснования управленческих решений в области надежности, живучести, безопасности и технического риска. Теоретическая основа комплекса «АРБИТР»

Теоретической основой комплекса «АРБИТР» является общий логико-вероятностный метод (ОЛВМ) анализа структурно-сложных системных объектов и процессов различных видов, классов и назначения, разработанный ведущим специалистом исследовательского отдела ОАО «СПИК СЗМА» д.т.н., профессором Можяевым А.С. Уникальность данной разработки заключается в следующем:

1. В ранее используемых классических логико-вероятностных методах применялся функционально неполный базис операций "И" и "ИЛИ", что позволяло строить только монотонные модели надежности и безопасности систем. В ОЛВМ впервые используется функционально полный базис логических операций "И", "ИЛИ", "НЕ". На этой основе в комплексе «АРБИТР» реализованы все возможности основного аппарата моделирования алгебры логики, что позволяет автоматически строить как все прежние виды монотонных моделей, так и принципиально новый класс немонотонных моделей надежности, живучести, безопасности и риска функционирования структурно-сложных системных объектов различного назначения.

2. В четырех ранее аттестованных программных средствах аналогичного

назначения (две версии "Risk Spectrum" (Швеция), "РИСК", "CRISS 4.0" (РФ)) реализована только технология "деревьев отказов". В комплексе «АРБИТР» для структурного описания свойств надежности, безопасности и технического риска систем применяется новое графическое средство – схемы функциональной целостности (СФЦ). С помощью аппарата СФЦ могут представляться как все типовые монотонные структурные модели (блок-схемы, графы связности, деревья отказов, деревья событий), так и новый класс немонотонных структурных моделей надежности и безопасности систем.

3. Все комплексы, реализующие технологию "деревьев отказов" позволяют пользователю применять только один обратный подход, для постановки задач анализа надежности и безопасности систем. Этот подход требует от разработчика точного представления и графического описания условий отказа, неработоспособности, возникновения аварии в исследуемой системе. Если система сложная, например, с множественными циклическими связями элементов, то безошибочное построение соответствующего дерева отказов часто превращается в трудно разрешимую проблему. Используемый в комплексе «АРБИТР» графический аппарат СФЦ предоставляет пользователю на выбор три вида подходов к постановке задачи:

- о традиционный обратный подход, в результате которого пользователь разрабатывает СФЦ дерева отказов исследуемой системы;

- о прямой подход, в результате которого пользователь разрабатывает СФЦ блок-схемы работоспособности (безотказности, не возникновения аварии), причем, с возможностью неограниченного представления циклических связей, существующих в системе;

- о комбинированный (смешанный) подход, позволяющий строить немонотонные СФЦ надежности, живучести, безопасности и риска функционирования сложных объектов.

Независимо от того, какой подход использовался при разработке СФЦ, с помощью комплекса «АРБИТР» далее могут автоматически определяться и кратчайшие пути успешного функционирования, и минимальные сечения

отказов, а также различные их немонотонные комбинации. Практика показала, что прямой и комбинированный подходы позволяют пользователю разрабатывать сложные и высокоразмерные структурные схемы систем, с последующим автоматическим определением сечений отказов (деревьев отказов).

4. Все ранее аттестованные программные средства аналогичного назначения (две версии "Risk Spectrum" (Швеция), "РИСК", "CRISS 4.0" (РФ)) позволяют вычислять только приближенные вероятностные показатели надежности и безопасности исследуемых систем, причем при условии задании вероятностей отказов элементов не более 0.01. Комплекс «АРБИТР» изначально разрабатывался как инструмент точного моделирования и расчетов вероятностных показателей (в рамках принятых допущений и ограничений). Основой точных вычислений является впервые разработанная в ОЛВМ и реализованная в комплексе «АРБИТР» процедура автоматического построения правильного многочлена расчетной вероятностной функции. Поэтому корректные расчеты вероятностных характеристик «АРБИТР» впервые выполняет во всем диапазоне возможных значений вероятностных параметров элементов, от 0.0 до 1.0 включительно.

5. В комплексе «АРБИТР» реализован дополнительный (вспомогательный) режим приближенного моделирования и расчета вероятностных показателей. В приближенном моделировании реализована возможность построения "усеченных" логических функций, из которых исключены маловероятные конъюнкции (пути и/или сечения). Приближенные расчеты выполняются по двум методикам: для независимых отказов элементов (аналог методики, используемой в комплексах "Risk Spectrum" и "Saphire-7"), и с учетом трех типов отказов элементов – "отказ на требование", "отказ в режиме работы" и "скрытый отказ в режиме ожидания" (аналог методики приближенных расчетов, реализованной в комплексе "CRISS 4.0").

Процедура аттестации комплекса «АРБИТР» Официальная аттестация проводилась в течение года. В работе по аттестации приняли участие эксперты

из ведущих проектных организаций: СПБАЭП, ВНИИАЭС, АЭП, НТЦ ЯРБ и ОКБМ им.Африкантова И.И. В Отчете о верификации, разработанном заявителем ОАО "СПИК СЗМА", были представлены экспертам 10 расчетно-аналитических Тестов, состоящих из 42 примеров, включающих 184 различные задачи. Тесты представляли следующие классы задач, которые может решать комплекс «АРБИТР»:

- вероятностный анализ надежности и возникновения аварийных ситуаций и аварий опасных объектов (Тест №1, 12 задач);
- надежность систем с множественными циклическими (мостиковыми) связями (Тесты № 2, Тест №10, 20 задач);
- моделирование и расчет надежности фрагментов ядерных энергетических установок (Тест №3, 9 задач);
- расчет вероятностей вариантов сценария развития аварии (Тест №4, 6 задач);
- вероятностный анализ безопасности систем на основе деревьев отказов (Тест №5, Тест №3, Тест №10, 9 задач);
- типовые и нетиповые модели отказов по общей причине (Тест ;6, Тест №7, 68 задач);
- модели надежности комбинаторных подсистем (Тест №8, Тест №4, 14 задач);
- моделирование систем большой размерности (Тест №9, Тест №10, 64 задачи).

В ходе аттестации было выдано задание на решение пяти Контрольных примеров "Моделирования и анализа систем безопасности и ядерной установки при выполнении вероятностного анализа безопасности" (201 стр. исходных данных, 20 задач), ранее решенных с помощью аттестованного комплекса "CRISS 4.0". При выполнении выданного задания с помощью комплекса «АРБИТР» были получены и представлены экспертам виды решений контрольных примеров.

Приложение Г (обязательное)

ОТЧЁТ О РАБОТЕ ПК «АРБИТР»

Индивидуальный риск в здании АБК.

Результаты моделирования всей системы:					

Параметры СФЦ:					
Число вершин - N=364					
Число элементов - N=195					
Логический критерий функционирования					
Ус= у73					
Логическая ФРС содержит 84/252 конъюнкций					
ПРИБЛИЖЕННАЯ вероятностная функция содержит 4754 одночленов					

Статистические расчеты :					
P=1.34597836267E-010 - вероятность реализации критерия					

Таблица характеристик элементов системы в целом					
Номер Эл-та	Pi Эл-та.	Значимость Эл-та	Отрицательн. вклад	Положительн. вклад	
:1	:6.2E-005	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:2	:8.93E-005	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:3	:3E-006	:0	:0	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:4	:1.6E-006	:-3.8019E-011	:6.0831E-017	:-3.8019E-011	проверка не осуществляется
:5	:0.062	:1.4504E-009	:-8.9926E-011	:1.3605E-009	ошибка эксперта при проверке
:7	:3.2E-006	:0	:0	:0	коррозия активности материала
:10	:0.2739	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:11	:0.2739	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:12	:1.6E-006	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:13	:0.2083	:0	:0	:0	проведение откочки продукта
:26	:3.1E-005	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:27	:8.93E-005	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:28	:3E-006	:0	:0	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:32	:3.2E-006	:0	:0	:0	коррозия активности материала
:35	:0.2739	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:36	:0.2739	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:37	:1.6E-006	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:38	:0.2083	:0	:0	:0	проведение откочки продукта
:51	:0.2	:-1.6825E-010	:3.3649E-011	:-1.346E-010	мгновенное воспламенение
:52	:0.24	:0	:0	:0	
:53	:0.6	:0	:0	:0	
:60	:0.24	:3.0589E-010	:-7.3413E-011	:2.3247E-010	
:61	:0.6	:1.2236E-010	:-7.3413E-011	:4.8942E-011	
:67	:0	:0	:0	:0	вероятность прибываение человека в характерной точке пространства
:68	:0.001086	:0	:0	:0	вероятность прибываение человека в характерной точке пространства
:69	:0	:0	:0	:0	вероятность прибываение человека в характерной точке пространства
:70	:0	:0	:0	:0	вероятность прибываение человека в характерной точке пространства

:72	:0	:0	:0	:0	вероятность прибываение человека в характерной точке пространства
:73	:0.019525	:6.8936E-009	:-1.346E-010	:6.759E-009	индивидуальный риск
:6	:1.48E-007	:5.0958E-005	:-7.5418E-012	:5.0958E-005	внешний взрыв (теракт)
:74	:3.1E-005	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:75	:8.93E-005	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:76	:3E-006	:2.0976E-006	:-6.2929E-012	:2.0976E-006	образование усталостной трещины материала корпуса
:83	:3.2E-006	:2.0976E-006	:-6.7124E-012	:2.0976E-006	коррозия активности материала
:88	:0.2739	:3.0885E-012	:-8.4594E-013	:2.2426E-012	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:89	:0.2739	:3.0885E-012	:-8.4594E-013	:2.2426E-012	забивка огнепреградителя на ПК
:90	:1.6E-006	:5.2871E-007	:-8.4594E-013	:5.2871E-007	отсутствие проверки
:91	:0.2083	:4.0612E-012	:-8.4594E-013	:3.2152E-012	проведение откочки продукта
:98	:3.1E-005	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:99	:8.93E-005	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:101	:3E-006	:2.0976E-006	:-6.2929E-012	:2.0976E-006	образование усталостной трещины материала корпуса
:107	:3.2E-006	:2.0976E-006	:-6.7124E-012	:2.0976E-006	коррозия активности материала
:112	:0.2739	:3.0885E-012	:-8.4594E-013	:2.2426E-012	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:113	:0.2739	:3.0885E-012	:-8.4594E-013	:2.2426E-012	забивка огнепреградителя на ПК
:114	:1.6E-006	:5.2871E-007	:-8.4594E-013	:5.2871E-007	отсутствие проверки
:115	:0.2083	:4.0612E-012	:-8.4594E-013	:3.2152E-012	проведение откочки продукта
:122	:3.1E-005	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:123	:8.93E-005	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:125	:3E-006	:2.0976E-006	:-6.2929E-012	:2.0976E-006	образование усталостной трещины материала корпуса
:131	:3.2E-006	:2.0976E-006	:-6.7124E-012	:2.0976E-006	коррозия активности материала
:136	:0.2739	:3.0885E-012	:-8.4594E-013	:2.2426E-012	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:137	:0.2739	:3.0885E-012	:-8.4594E-013	:2.2426E-012	забивка огнепреградителя на ПК
:138	:1.6E-006	:5.2871E-007	:-8.4594E-013	:5.2871E-007	отсутствие проверки
:139	:0.2083	:4.0612E-012	:-8.4594E-013	:3.2152E-012	проведение откочки продукта
:146	:3.1E-005	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:147	:8.93E-005	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:149	:3E-006	:2.0976E-006	:-6.2929E-012	:2.0976E-006	образование усталостной трещины материала корпуса
:155	:3.2E-006	:2.0976E-006	:-6.7124E-012	:2.0976E-006	коррозия активности материала
:160	:0.2739	:3.0885E-012	:-8.4594E-013	:2.2426E-012	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:161	:0.2739	:3.0885E-012	:-8.4594E-013	:2.2426E-012	забивка огнепреградителя на ПК
:162	:1.6E-006	:5.2871E-007	:-8.4594E-013	:5.2871E-007	отсутствие проверки
:163	:0.2083	:4.0612E-012	:-8.4594E-013	:3.2152E-012	проведение откочки продукта
:170	:3.1E-005	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:171	:8.93E-005	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:173	:3E-006	:2.0976E-006	:-6.2929E-012	:2.0976E-006	образование усталостной трещины материала корпуса
:179	:3.2E-006	:2.0976E-006	:-6.7124E-012	:2.0976E-006	коррозия активности материала
:184	:0.2739	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:185	:0.2739	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:186	:1.6E-006	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:187	:0.2083	:0	:0	:0	проведение откочки продукта
:194	:3.1E-005	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:195	:8.93E-005	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:197	:3E-006	:1.064E-006	:-3.1921E-012	:1.064E-006	образование усталостной трещины материала корпуса
:203	:3.2E-006	:1.064E-006	:-3.4049E-012	:1.064E-006	коррозия активности материала
:208	:0.2739	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:209	:0.2739	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:210	:1.6E-006	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:211	:0.2083	:0	:0	:0	проведение откочки продукта
:225	:0.24	:1.143E-010	:-2.7433E-011	:8.6871E-011	

:226	:0.6	:4.5721E-011	:-2.7433E-011	:1.8289E-011	:	
:227	:0	:0	:0	:0	:	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:228	:0.00763	:3.5954E-009	:-2.7433E-011	:3.568E-009	:	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:229	:0	:0	:0	:0	:	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:230	:3.1E-005	:0	:0	:0	:	переполнение резервуара
:231	:8.93E-005	:0	:0	:0	:	наличие внутренних дефектов корпуса
:233	:3E-006	:1.064E-006	:-3.1921E-012	:1.064E-006	:	образование усталостной трещины материала корпуса
:239	:3.2E-006	:1.064E-006	:-3.4049E-012	:1.064E-006	:	коррозия активности материала
:244	:0.2739	:0	:0	:0	:	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:245	:0.2739	:0	:0	:0	:	забивка огнепреградителя на ПК
:246	:1.6E-006	:0	:0	:0	:	отсутствие проверки
:247	:0.2083	:0	:0	:0	:	проведение откачки продукта
:254	:3.1E-005	:0	:0	:0	:	переполнение резервуара
:255	:8.93E-005	:0	:0	:0	:	наличие внутренних дефектов корпуса
:257	:3E-006	:1.064E-006	:-3.1921E-012	:1.064E-006	:	образование усталостной трещины материала корпуса
:263	:3.2E-006	:1.064E-006	:-3.4049E-012	:1.064E-006	:	коррозия активности материала
:268	:0.2739	:0	:0	:0	:	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:269	:0.2739	:0	:0	:0	:	забивка огнепреградителя на ПК
:270	:1.6E-006	:0	:0	:0	:	отсутствие проверки
:271	:0.2083	:0	:0	:0	:	проведение откачки продукта
:278	:3.1E-005	:0	:0	:0	:	переполнение резервуара
:279	:8.93E-005	:0	:0	:0	:	наличие внутренних дефектов корпуса
:282	:1.6E-006	:1.064E-006	:-1.7024E-012	:1.064E-006	:	проверка не осуществляется
:287	:3.2E-006	:1.064E-006	:-3.4049E-012	:1.064E-006	:	коррозия активности материала
:292	:0.2739	:0	:0	:0	:	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:293	:0.2739	:0	:0	:0	:	забивка огнепреградителя на ПК
:294	:1.6E-006	:0	:0	:0	:	отсутствие проверки
:295	:0.2083	:0	:0	:0	:	проведение откачки продукта
:304	:1.8E-006	:0	:0	:0	:	образование усталостной трещины материала
:310	:3.2E-006	:0	:0	:0	:	коррозионная активность материала
:313	:2E-006	:3.5748E-006	:-7.1496E-012	:3.5748E-006	:	неисправность машины
:314	:7.44E-006	:3.5748E-006	:-2.6597E-011	:3.5748E-006	:	ошибка водителя
:316	:0.2083	:1.6201E-010	:-3.3746E-011	:1.2826E-010	:	частота наполнения цистерны
:325	:0.24	:1.4061E-010	:-3.3746E-011	:1.0686E-010	:	
:326	:0.6	:5.6244E-011	:-3.3746E-011	:2.2498E-011	:	
:330	:0	:0	:0	:0	:	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:331	:0.00763	:4.4229E-009	:-3.3746E-011	:4.3891E-009	:	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:332	:0	:0	:0	:0	:	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:335	:1.8E-006	:0	:0	:0	:	образование усталостной трещины материала
:341	:3.2E-006	:0	:0	:0	:	коррозионная активность материала
:344	:5.95E-007	:0	:0	:0	:	неисправность поезда
:345	:4.5E-007	:0	:0	:0	:	излом рельсов
:346	:3E-007	:0	:0	:0	:	ошибка машиниста
:348	:0.09434	:0	:0	:0	:	частота наполнения цистерны
:357	:0	:0	:0	:0	:	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:358	:0.24	:0	:0	:0	:	
:359	:0.6	:0	:0	:0	:	
:363	:0.000155	:0	:0	:0	:	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:364	:0	:0	:0	:0	:	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства

Индивидуальный риск на площадке налива АЦ.

===== результаты моделирования всей системы: =====

Параметры СФЦ:
Число вершин - N=364
Число элементов - N=195

Логический критерий функционирования
Ус= у73

Логическая ФРС содержит 83/252 конъюнкций
ПРИБЛИЖЕННАЯ вероятностная функция содержит 2643 одночленов

Статистические расчеты :
P=5.12449765423E-009 - вероятность реализации критерия

Таблица характеристик элементов системы в целом

: Номер : : Эл-та :	Pi : Эл-та :	: Значимость : Эл-та :	:Отрицательн. : вклад :	:Положительн. : вклад :	:
:1	:6.2E-005	:0	:0	:0	:
:2	:8.93E-005	:0	:0	:0	:
:3	:3E-006	:1.9804E-005	:-5.9412E-011	:1.9804E-005	:
:4	:1.6E-006	:-1.0536E-009	:1.6857E-015	:-1.0536E-009	:
:5	:0.062	:5.0533E-008	:-3.133E-009	:4.74E-008	:
:7	:3.2E-006	:1.9804E-005	:-6.3373E-011	:1.9804E-005	:
:10	:0.2739	:0	:0	:0	:
:11	:0.2739	:0	:0	:0	:
:12	:1.6E-006	:0	:0	:0	:
:13	:0.2083	:0	:0	:0	:
:26	:3.1E-005	:0	:0	:0	:
:27	:8.93E-005	:0	:0	:0	:
:28	:3E-006	:1.9804E-005	:-5.9412E-011	:1.9804E-005	:
:32	:3.2E-006	:1.9804E-005	:-6.3373E-011	:1.9804E-005	:
:35	:0.2739	:0	:0	:0	:
:36	:0.2739	:0	:0	:0	:
:37	:1.6E-006	:0	:0	:0	:
:38	:0.2083	:0	:0	:0	:
:51	:0.2	:2.2608E-008	:-4.5215E-009	:1.8086E-008	:
:52	:0.24	:0	:0	:0	:
:53	:0.6	:0	:0	:0	:
:60	:0.24	:0	:0	:0	:
:61	:0.6	:0	:0	:0	:
:67	:0.0818	:3.0021E-009	:-2.4557E-010	:2.7565E-009	:
:68	:0	:0	:0	:0	:
:69	:0	:0	:0	:0	:
:70	:0.3272	:8.1336E-009	:-2.6613E-009	:5.4723E-009	:

переполнение резервуара
наличие внутренних дефектов корпуса
образование усталостной трещины материала корпуса
проверка не осуществляется
ошибка эксперта при проверке
коррозия активности материала
забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
забивка огнепреградителя на ПК
отсутствие проверки
проведение откачки продукта
переполнение резервуара
наличие внутренних дефектов корпуса
образование усталостной трещины материала корпуса
коррозия активности материала
забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
забивка огнепреградителя на ПК
отсутствие проверки
проведение откачки продукта
мгновенное воспламенение

вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
вероятность прибывание человека в характерной точке пространства

:71	:0	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:72	:0	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:73	:0.019525	:2.6246E-007	:-5.1245E-009	:2.5733E-007	:0	индивидуальный риск
:6	:1.48E-007	:0.0014926	:-2.2091E-010	:0.0014926	:0	внешний взрыв (теракт)
:74	:3.1E-005	:0	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:75	:8.93E-005	:0	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:76	:3E-006	:7.9216E-005	:-2.3765E-010	:7.9216E-005	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:83	:3.2E-006	:7.9216E-005	:-2.5349E-010	:7.9216E-005	:0	коррозия активности материала
:88	:0.2739	:1.1664E-010	:-3.1947E-011	:8.469E-011	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:89	:0.2739	:1.1664E-010	:-3.1947E-011	:8.469E-011	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:90	:1.6E-006	:1.9967E-005	:-3.1947E-011	:1.9967E-005	:0	отсутствие проверки
:91	:0.2083	:1.5337E-010	:-3.1947E-011	:1.2142E-010	:0	проведение откачки продукта
:98	:3.1E-005	:0	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:99	:8.93E-005	:0	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:101	:3E-006	:7.9216E-005	:-2.3765E-010	:7.9216E-005	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:107	:3.2E-006	:7.9216E-005	:-2.5349E-010	:7.9216E-005	:0	коррозия активности материала
:112	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:113	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:114	:1.6E-006	:0	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:115	:0.2083	:0	:0	:0	:0	проведение откачки продукта
:122	:3.1E-005	:0	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:123	:8.93E-005	:0	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:125	:3E-006	:7.9216E-005	:-2.3765E-010	:7.9216E-005	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:131	:3.2E-006	:7.9216E-005	:-2.5349E-010	:7.9216E-005	:0	коррозия активности материала
:136	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:137	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:138	:1.6E-006	:0	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:139	:0.2083	:0	:0	:0	:0	проведение откачки продукта
:146	:3.1E-005	:0	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:147	:8.93E-005	:0	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:149	:3E-006	:7.9216E-005	:-2.3765E-010	:7.9216E-005	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:155	:3.2E-006	:7.9216E-005	:-2.5349E-010	:7.9216E-005	:0	коррозия активности материала
:160	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:161	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:162	:1.6E-006	:0	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:163	:0.2083	:0	:0	:0	:0	проведение откачки продукта
:170	:3.1E-005	:0	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:171	:8.93E-005	:0	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:173	:3E-006	:7.9216E-005	:-2.3765E-010	:7.9216E-005	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:179	:3.2E-006	:7.9216E-005	:-2.5349E-010	:7.9216E-005	:0	коррозия активности материала
:184	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:185	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:186	:1.6E-006	:0	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:187	:0.2083	:0	:0	:0	:0	проведение откачки продукта
:194	:3.1E-005	:0	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:195	:8.93E-005	:0	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:197	:3E-006	:1.9804E-005	:-5.9412E-011	:1.9804E-005	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:203	:3.2E-006	:1.9804E-005	:-6.3373E-011	:1.9804E-005	:0	коррозия активности материала
:208	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:209	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:210	:1.6E-006	:0	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:211	:0.2083	:0	:0	:0	:0	проведение откачки продукта

:225	:0.24	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:226	:0.6	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:227	:0.0818	:5.6667E-009	:-4.6354E-010	:5.2032E-009	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:228	:0	:0	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:229	:0	:0	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:230	:3.1E-005	:0	:0	:0	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:231	:8.93E-005	:0	:0	:0	:0	коррозия активности материала
:233	:3E-006	:1.9804E-005	:-5.9412E-011	:1.9804E-005	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:239	:3.2E-006	:1.9804E-005	:-6.3373E-011	:1.9804E-005	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:244	:0.2739	:0	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:245	:0.2739	:0	:0	:0	:0	проведение откачки продукта
:246	:1.6E-006	:0	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:247	:0.2083	:0	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:254	:3.1E-005	:0	:0	:0	:0	образование усталостной трещины материала корпуса
:255	:8.93E-005	:0	:0	:0	:0	коррозия активности материала
:257	:3E-006	:1.9804E-005	:-5.9412E-011	:1.9804E-005	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:263	:3.2E-006	:1.9804E-005	:-6.3373E-011	:1.9804E-005	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:268	:0.2739	:0	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:269	:0.2739	:0	:0	:0	:0	проведение откачки продукта
:270	:1.6E-006	:0	:0	:0	:0	переполнение резервуара
:271	:0.2083	:0	:0	:0	:0	наличие внутренних дефектов корпуса
:278	:3.1E-005	:0	:0	:0	:0	образование усталостной трещины материала
:279	:8.93E-005	:0	:0	:0	:0	коррозийная активность материала
:282	:1.6E-006	:-3.6836E-010	:5.8937E-016	:-3.6836E-010	:0	проверка не осуществляется
:287	:3.2E-006	:1.9804E-005	:-6.3373E-011	:1.9804E-005	:0	коррозия активности материала
:292	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на дыхательном клапане
:293	:0.2739	:0	:0	:0	:0	забивка огнепреградителя на ПК
:294	:1.6E-006	:0	:0	:0	:0	отсутствие проверки
:295	:0.2083	:0	:0	:0	:0	проведение откачки продукта
:304	:1.8E-006	:0	:0	:0	:0	образование усталостной трещины материала
:310	:3.2E-006	:0	:0	:0	:0	коррозийная активность материала
:313	:2E-006	:0.00018417	:-3.6835E-010	:0.00018417	:0	неисправность машины
:314	:7.44E-006	:0.00018417	:-1.3703E-009	:0.00018417	:0	ошибка водителя
:316	:0.2083	:8.3466E-009	:-1.7386E-009	:6.608E-009	:0	частота наполнения цистерны
:325	:0.24	:2.0099E-009	:-4.8239E-010	:1.5276E-009	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:326	:0.6	:-1.206E-009	:7.2358E-010	:-4.8239E-010	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:330	:0.1636	:7.6786E-009	:-1.2562E-009	:6.4224E-009	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:331	:0	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:332	:0.1636	:2.9486E-009	:-4.8239E-010	:2.4662E-009	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:335	:1.8E-006	:0	:0	:0	:0	образование усталостной трещины материала
:341	:3.2E-006	:0	:0	:0	:0	коррозийная активность материала
:344	:5.95E-007	:0	:0	:0	:0	неисправность поезда
:345	:4.5E-007	:0	:0	:0	:0	излом рельсов
:346	:3E-007	:0	:0	:0	:0	ошибка машиниста
:348	:0.09434	:0	:0	:0	:0	частота наполнения цистерны
:357	:0	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:358	:0.24	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:359	:0.6	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:363	:0	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства
:364	:0	:0	:0	:0	:0	вероятность прибывание человека в характерной точке пространства