



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефтепродуктов на ООО «Юргаус» г. Гурьевск

УДК 614.8:622.692.2(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
317Г20	Бондарев Максим Рафаильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Лизунков В.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. БЖДЭиФВ	Филонов А.В.	-		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. БЖДЭиФВ	Филонов А.В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.			

Юрга – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 280700 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой БЖДЭиФВ

_____ С.А. Солодский
« » 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г20	Бондареву Максиму Рафаильевичу

Тема работы:

Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефтепродуктов на ООО «Юргаус» г. Гурьевск

Утверждена приказом директора (дата, номер) 29.01.2017 г. № 26/с

Срок сдачи студентами выполненной работы: 14.06.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Парк хранения нефтепродуктов представлен четырьмя резервуарами РВС объемом 1000 м ³ и шесть РВС объемом 75 м ³ Хранимое вещество – нефть. Плотность ОВ – 920 кг/м ³ . Масса ОВ – 920 кг. Площадка хранения нефтепродуктов оборудовано обвалованием. Разлив ОВ происходит в поддон с бетонным материалом поверхности, размер поддона – 16,5 × 16,5 × 1 м. Соответственно площадь – 260,85 м ² . Объем – 260,85 м ³ .
---------------------------------	--

	<p>Метеоусловия характерны для летних месяцев: температура окружающей среды – 0,8 °С, скорость ветра – 3,3 м/с, направление ветра в диапазоне [0°...360°] – 135°;</p> <p>Масса горючего в облаке – 75,00 кг.</p> <p>Количество ОБ по объему которого 10 % составляет газовая фаза</p>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов, провести анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтепереработки; 2. Провести анализ аварийных ситуаций возникновения ЧС при полном разрушении РВС-1000 с нефтью. 3. Рассчитать индивидуальный, коллективный и пожарный риск, а также последствия разрушения резервуара для опасных исходов, выявленных на основе анализа дерева событий.
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Филонов А.В.
Нормоконтроль	Филонов А.В.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г20	Бондарев М.Р.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 93 страниц, 4 рисунка, 14 таблиц, 50 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: АВАРИЯ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ, НЕФТЕПРОДУКТЫ, РЕЗЕРВУАРНЫЙ ПАРК, РАЗРУШЕНИЕ РЕЗЕРВУАРА, ОЦЕНКА РИСКА И РАСЧЕТ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗРУШЕНИЯ.

Объектом исследования является резервуар для хранения нефтепродуктов на нефтеперерабатывающем предприятии ООО «Юргаус».

Цель работы – оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефтепродуктов на нефтеперерабатывающем предприятии ООО «Юргаус», для своевременной локализации и ликвидации аварии.

В процессе исследования проводились анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтепереработки и причины способные привести к возникновению чрезвычайной ситуации.

В результате исследования по древу событий полного разрушения РВС-1000 выявлены опасные исходы и рассчитаны коллективный и индивидуальный риск.

Abstract

Final qualifying work of the 93 page, 4 drawing, 14 tables, 50 sources, 1 application.

Keywords: FAILURE AT OIL REFINING ENTERPRISES, OIL PRODUCTS, RESERVOIR PARK, DESTRUCTION OF TANK, RISK ASSESSMENT AND CALCULATION OF CONSEQUENCES OF DESTRUCTION.

The object of the study is a tank for storing oil products at the refinery of OOO Yurgaus.

The purpose of the work is to assess the risk and calculate the consequences of the destruction of the oil storage tank at the oil refinery of OOOYurgaus for timely localization and elimination of the accident.

In the course of the study, an analysis was made of emergencies at oil refineries and the causes that could lead to an emergency situation.

As a result of research into the tree of events of complete destruction of RVS-1000, hazardous outcomes were identified and collective and individual risks were calculated.

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе были использованы следующие нормативные ссылки:

ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности и санитарными нормами.

ГОСТ 12.1.004 «Система стандартов безопасности труда»

ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с изм. от 28.03.1990 № 625).

ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.020-76 Система стандартов безопасности труда. Электрооборудование взрывозащитное

ГОСТ 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов.

ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

ГОСТ Р 22.1.02-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование.

СанПиН 2.2.2.540-96 Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ.

СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21)

ГОСТ 2609 8-84 Межгосударственный стандарт. Нефтепродукты.

ГОСТ Р 52910-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия

Список условных сокращений:

АБК – административно бытовой комплекс;

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы;

АСФ «СЭБ» – аварийно-спасательное формирование ООО «Служба Экологической Безопасности»;

АЦ – автоцистерна;
ГЖ – горючая жидкость;
ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;
НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;
НТД – нормативно-техническая документация;
ОПФ – основные производственные фонды;
ПЧ – пожарная часть;
РГС – резервуар горизонтальный стальной;
РВС – резервуар вертикальный стальной;
РП – резервуарный парк;
СИЗ – средства индивидуальной защиты;
ТВС – топливо-воздушная смесь.

Оглавление

Введение	11
1 Нефтеперерабатывающие предприятия	12
1.1 Нефтеперерабатывающие предприятия как потенциально опасные объекты	12
1.2 Опасности технологических установок нефтеперерабатывающих предприятий	13
1.3 Статистика по аварийным ситуациям на нефтеперерабатывающих предприятиях	15
1.4 Потенциальные поражающие факторы	17
1.5 Опасное вещество	21
1.5.1 Пожарная опасность нефтепродуктов	21
1.6 Анализ нормативных документов	22
2 Описание нефтеперерабатывающего предприятия ООО «Юргаус»	23
2.1 Структура современных нефтеперерабатывающих предприятий	23
2.2 Краткое описание предприятия и продукция образующаяся на конечном этапе переработки	24
2.3 Краткое географическое, гидрометеорологическое и экологическое описание района расположения нефтеперерабатывающего предприятия	25
2.4 Описание резервуаров для хранения нефтепродуктов.	26
2.4.1 Классификации резервуаров для хранения нефти	26
2.4.2 Дополнительное оборудование резервуаров	28
2.4.3 Пример резервуара для хранения нефтепродуктов на рассматриваемом предприятии	29
2.5 Пожарная безопасность при эксплуатации резервуаров	29
3 Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефти	30
3.1 Исходные данные для расчета	30
3.2 Расчет последствий разрушения	31
3.2.1 Описание сценария аварии рассеяние без воспламенения	33
3.2.2 Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива	33
3.2.3 Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка	36
3.2.4 Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС)	37
3.3 Оценка риска и расчет последствий разрушения	40
4 Финансовый менеджмент	43
4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на НПЗ ООО «Юргаус» при разрушении РВС-1000 для хранения нефти. Расчет прямого ущерба	44
4.2 Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) и расследование причин аварии	45
4.2.1 Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии	46
4.2.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии	46

4.2.1.2	Затраты на оплату труда ликвидаторов аварии	48
4.2.1.3	Затраты на горюче-смазочные материалы	49
4.2.1.4	Затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств	51
4.2.1.5	Затраты на материалы и спецодежду, израсходованных при ликвидации ЧС	52
4.2.2	Расходы на расследование причин аварии	52
4.3	Косвенный ущерб	53
4.4	Экологический ущерб	54
5	Социальная ответственность	56
5.1	Описание рабочего места оператора технологических установок на НПЗ ООО «Юргаус»	56
5.2	Анализ выявленных вредных факторов производственной среды оператора технологических установок	57
5.2.1	Метеоусловия	58
5.2.2	Производственный шум	59
5.2.3	Производственное освещение	60
5.2.4	Опасное вещество	61
5.3	Анализ выявленных опасных факторов производственной среды оператора товарного	63
5.3.1	Механические опасности	63
5.3.2	Электроопасность	63
5.3.3	Пожаровзрывоопасность	64
5.4	Охрана окружающей среды	65
5.5	Заключение по разделу социальная ответственность	66
	Заключение	67
	Список использованных источников	69
	Приложение	75

Введение

Нефтеперерабатывающая промышленность сегодня является одной из самых важных в промышленности страны и во всем мире. Постоянно увеличивается количество нефтеперерабатывающих заводов. Наиболее хорошо отрасль нефтепереработки развита в центральной части страны, а также в Челябинской и Тюменской областях. Как правило основным видом продукции нефтеперерабатывающих заводов являются бензин, дизельное топливо, авиационный керосин, моторные масла, а также битум и мазут.

Нефтеперерабатывающие предприятия подразделяются по способу переработки сырья на: топливные, топливно-масляные и топливно-нефтехимические.

Цель работы – оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефтепродуктов на нефтеперерабатывающем предприятии ООО «Юргаус».

Для достижения цели:

- Изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов, провести анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтепереработки;
- Провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС при полном разрушении РВС-1000 с нефтью.
- Рассчитать индивидуальный, коллективный и пожарный риск, а также последствия разрушения резервуара для опасных исходов, выявленных на основе анализа дерева событий.
- Произвести расчет полного ущерба при ликвидации последствий аварии частичного разрушения РВС-1000.

1 Нефтеперерабатывающие предприятия

1.1 Нефтеперерабатывающие предприятия как потенциально опасные объекты

Нефтеперерабатывающие заводы – одни из опаснейших производственных промышленных объектов, на которых получают, используют, перерабатывают, хранят и транспортируют взрывопожароопасные вещества. Обычно подобные промышленные объекты располагаются около больших населенных пунктов.

На нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятиях ведется переработка больших объемов нефти и нефтепродуктов, которые представляют собой взрывоопасные, легковоспламеняющиеся и горячие газы и жидкости.

В процессе работы на установках нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий и в технологических цехах могут возникнуть взрывы и пожары во время разгерметизации трубопроводов и оборудования.

Различные травмы, в том числе и смертельные, способны нанести человеку воздушная ударная волна и продукты взрыва, образовавшаяся в результате ее воздействия. Повышение давления воздуха, при воздействии ударной волны, воспринимается человеком как резкий удар. Возможные повреждения при этом: различные переломы, повреждения внутренних органов, сотрясение мозга, разрыв кровеносных сосудов, разрыв барабанных перепонок.

1.2 Опасности технологических установок нефтеперерабатывающих предприятий

Сегодня в мире функционирует более 700 нефтеперерабатывающих заводов, общая мощность которых в год более 3,8 млрд. тонн. Для технологических установок подобных заводов характерен большой объем

углеводородов, который достигает сотни тонн, давление, в несколько раз превышающее атмосферное, и температуры, которые превышают температуры кипения и достигают до 525 градусов.

На территориях нефтеперерабатывающих заводов кроме технологических установок находятся также склады реагентов, товарные парки и парки промежуточных продуктов, с запасом сырья. В таком случае опасность данного объекта определяется количеством вещества и его физико-химическими особенностями, определяющими класс опасности вещества. Резервуарные парки и склады где хранятся легковоспламеняющиеся и горючие жидкости опасны возможностью возгорания, так как при нарушении герметизации на территорию произойдет разлив части или всего объема резервуара.

С точки зрения надежности этой сложной системы является опасным наличие запорно-регулирующей арматуры и фланцевых соединений на значительной протяженности технологических трубопроводов, соединяющие парки и цеха. Вследствие большой протяженности трубопроводов при аварии, объем разлившегося нефтепродукта, может достигнуть значительных значений.

Состояние основных фондов является одной из главных технических проблем, влияющих на безопасность эксплуатации опасных производственных объектов.

Помимо этого, плохая трудовая и низкая технологическая дисциплины, а также перебои могут вызывать нарушения установленных эксплуатационных режимов техники. Из-за этого снижается надежность и долговечность оборудования, а также повышается аварийность на производстве. В складывающихся в настоящее время экономических условиях предприятиях приходится использовать оборудование до их полного или частичного выхода из строя.

Одним из основных факторов производственной дестабилизации является критический износ основных фондов производства. Одна из причин заключается в нерегулярном мониторинге и прогнозе технического состояния техники, исчерпавшего нормативный ресурс.

По информации Ростехнадзора, на предприятиях нефтепереработки, в основном аварийные ситуации связаны с разгерметизацией технологического оборудования, проливом и выбросом взрывоопасных веществ.

Промежуточные и перерабатываемые продукты нефтепереработки – это горячие жидкости в перегретом, жидком и парообразном состоянии, воспламеняющиеся газы, при разгерметизации технологического оборудования жидкие углеводороды мгновенно переходят в парообразное состояние, образуя взрывоопасное облако, которое при наличии источника воспламенения может приводить к взрыву, и к пожару пролива при разливе жидкой фазы. Нефтепродукты – это потенциально опасные вещества, определяющие своими химическими, токсикологическими, физическими или биологическими свойствами опасность для человеческого здоровья и жизни.

Характеристики и технологические условия применения веществ, используемых на технологической установке, в существенной степени определяют возможные сценарии развития аварий и возникающие при этом поражающие факторы.

1.3 Статистика по аварийным ситуациям на нефтеперерабатывающих предприятиях

Согласно анализу причин и характера аварий в нефтегазовой промышленности, многие из них в последнее 10-летие происходят из-за взрывов. По статистике ЧС, в 42,5 % случаев из всех взрываются сжиженные углеводородные газы.

Самые крупные техногенные катастрофы и аварии, произошедшие при пожарах и взрывах в результате образования взрыво- и пожароопасных облаков газопаровоздушных смесей в России, Европе и США, забрали сотни жизней, нанеся огромный ущерб окружающей среде.

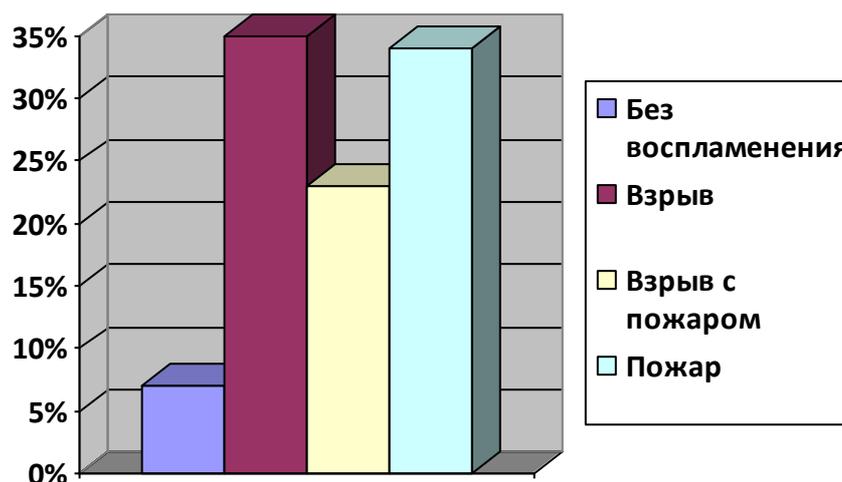


Рисунок 1 – Статистика ЧС при выбросах горючих смесей

Достаточно назвать аварии: 28 июля 1948 г. в Людвигсхафене (Германия), 4 декабря 1966 г. в Фейзене (Франция), 1 июня 1974 г. в Фликсборо (Великобритания), 19 ноября 1984 г. в пригороде г. Сан-Хуан-Иксуатепек (Мехико), 10 апреля 1999 г. в ОАО «Нижнекамскнефтехим», 23 декабря 1996 г. в Самаре на Куйбышевском НПЗ, 04 января 2002 г. на установке риформинга ЛЧ 35-11/1000 ОАО «Московский НПЗ».

По статистике Федеральной службы по атомному, технологическому и экологическому надзору были проанализированы выбросы, взрывы и пожары опасных веществ на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности за 2011–2015 гг. Согласно результатам анализа, каждый год число аварий, взрывов и пожаров увеличивается. Также повышаются и показатели последствий от подобных событий. Анализ показал, что за 2011–2015 гг. случилось 84 опасных события, включая 41 взрыв, 13 аварий с выбросом опасных продуктов и 30 пожаров. Лишь за 2015 год общий материальный ущерб превысил миллиард рублей.

Существенное число аварий на оборудовании были спровоцированы образованием взрывоопасных веществ из-за нарушения герметичности оборудования и технологического режима. Герметичность может нарушаться из-за резких температурных перепадов в технике или температурных перенапряжений, разрывов технологических трубопроводов из-за эрозии и

коррозии материала, разрушения прокладок, износа оборудования, неправильного расположения и отказа запорной арматуры, ошибок в проектировании оборудования.

В последнее время аварии возникают из-за перекачки токсичных и горючих вещества в технологических системах на больших скоростях, а так же из-за высокого давления и температуры взрывоопасных сред.

Большое количество пожаров и взрывов происходит из-за неудовлетворительного разделения несмешиваемых жидкостей и водных эмульсий с разными органическими веществами. Примерно 20 % от всего числа аварий происходит из-за нарушения герметичности из-за коррозии и эрозии трубопроводов и аппаратов.

Согласно статистике, наибольшее количество случаев разгерметизации технологических систем происходит из-за разных нарушений технологических процессов и режимов, которые провоцируют разрыв мембран и срабатывание предохранительных клапанов. Наиболее частые случаи разгерметизации оборудования обуславливаются коррозией металла и износом трубопроводов и оборудования. Это можно объяснить различными типами коррозионных сред, эксплуатационных условий, характером и неравномерностью разрушений, которые затрудняют определение оптимального времени службы трубопроводов и аппаратов. Зачастую коррозионное разрушение имеет локальный характер при нормальной прочности всей системы трубопроводов или конструкции аппаратов. Большинство аварий (81 %) связывается с химико-технологическими процессами, 13 % с подготовкой техники к ремонту и 6 % - по иным причинам. Согласно анализу аварий, каждая 7-я авария происходит из-за неисправности или отсутствия запорной арматуры с дистанционным управлением на трубопроводах, которые подводят в аппараты и отводят из них взрывоопасные и горячие материальные среды. Отверстия в стенках оборудования могут появляться из-за эрозионного износа, коррозионного растрескивания, механических повреждений и усталости металла.

1.4 Потенциальные поражающие факторы

Нефтеперерабатывающие заводы – это пожаро- и взрывоопасные производства, именно поэтому безопасность имеет огромное значение.

Для нефтеперерабатывающих заводов в качестве сырья применяется нефть – горючая масляная жидкость, имеющая токсичные свойства и оказывающая вредное влияние, попадая на человеческую кожу и дыхательные органы. При вдыхании большого количества таких веществ происходит острое отравление, которое может вызывать потерю сознания и смерти.

Продукты нефтяной переработки: керосин, газойль, технологическое топливо, бензины, дизельное топливо, мазут, битум, бытовой газ. Продукты и сырье нефтепереработки – пожаро- и взрывоопасные горючие вещества. Также в технологическом процессе принимают участие такие опасные и вредные вещества, как щелочи, хлор, сероводород, водяной пар, кислоты, аммиак, сжиженные газы, горячая вода.

Технологические процессы имеют следующие особенности: повышенная температура и давление, использование вредных и опасных химических веществ.

Все нефтепродукты – горючие и легко воспламеняемые жидкости. Открытый огонь и искры могут вызывать взрыв, пожар и возгорание.

В технологическом процессе применяется различное оборудование: накопительные емкости, трубопроводы, компрессоры, холодильные установки, ректификационные колонны, реакторы, насосы, сепараторы, передаточные механизмы.

При работе на заводских установках, могут возникать такие опасности:

- термические ожоги во время работы с нагретыми трубопроводами, оборудованием, водяным паром и водой;
- возникновение взрыва и пожара при разгерметизации трубопроводов, оборудования и при нарушениях технологических процессов;
- выделение из резервуаров углеводородных паров и возникновение местной взрывоопасности;

- обугливание горючих материалов с дальнейшим возгоранием;
- возникновение взрывоопасной ситуации и пожара при разливе нефтепродуктов при разгерметизации оборудования.

Причинами аварий могут быть нарушения режима нормального использования технологических линий, повреждение технологического оборудования, нарушение герметичности резервуаров хранения.

Авария на производстве – это опасное событие на промышленных объектах, транспорте, объектах связи, на транспортных магистралях и коммунально-энергетических сетях, которые угрожают здоровью и жизни людей и могут привести к разрушению производственных строений и помещений, уничтожению или повреждению механизмов и оборудования, готовой продукции и сырья, нарушению производственных процессов и нанести ущерб окружающей среде.

Обычно, воздействие поражающих факторов, крупных аварий на производстве, выходят за границы места аварии, а во время возникновения и развития могут стать причиной гибели и поражения людей.

Пожар в строениях и зданиях, на коммунально-энергетических системах и транспортных средствах является неконтролируемым горением, который сопровождается задымлением, загазованностью, уничтожением материальных средств и появлением опасности для человеческой жизни. Пожары – это самые распространенные опасные техногенные явления.

Крупномасштабные пожары – это следствия нарушений и упущений при интенсивном производстве, изменений компактности застройки, усложнений технологических процессов. Опасность пожаров, в особенности на объектах по хранению и переработке легковоспламеняющихся веществ и горючих жидкостей, заключается в расположении предприятий на территории городов или около них.

Основным поражающими факторами пожара являются: влияние огня; газовая среда; повышенное теплоизлучение и температура; загазованность и задымление территорий и помещений токсичными продуктами горения. Как правило, на людей, которые пребывают в зоне горения, одновременно

оказывают влияние несколько факторов. Из-за теплового воздействия открытым пламенем и повышенной температурой, возможны травмы и поражения разной сложности.

Зачастую пожары выступают источниками вторичных факторов поражения, которые по опасности и силе не уступают пожару; к ним причисляются взрывы газо- и нефтепроводов, емкостей с химически опасными и горючими веществами, обрушения строительных конструкций, замыкания электросетей. Пожары в жилых секторах или на предприятиях, располагающихся около лесных массивов, могут становиться причиной лесных пожаров.

Взрыв является кратковременным процессом превращения вещества, при котором выделяется большое количество энергии в ограниченном объеме.

Поражающее действие взрывов на строения, здания и людей характеризуется ударной воздушной волной, сейсмозрывными волнами и скоростным напором. Масштабы последствий взрывов зависят от среды и мощности, при этом радиусы поражения достигают несколько километров.

Вторичные поражающие факторы взрывов – это воздействие обломков и осколков, заражение местности и атмосферы, затопления, разрушения строений и зданий.

Ударная волна является одним из основных поражающих факторов ЧС.

Поражающее действие ударной волны зависит прежде всего от ее скорости, времени воздействия и положения человека или объекта по отношению к фронту ее распространения, степени давления сжатой среды.

К числу вторичных поражающих факторов относятся: стеклянные осколки, обрушившие элементы и конструкции зданий, установок, разрушенные линии электропроводки и электропередач.

В зоне ЧС могут появляться вторичные поражающие факторы, которые опасны для спасателей, пострадавших и иных лиц.

1.5 Опасное вещество

1.5.1 Пожарная опасность нефтепродуктов

От способности к самовозгоранию, самовоспламенению и поддержанию процессов горения, зависит пожарная опасность нефтепродуктов. Что самовозгорания и самовоспламенения, то они имеют некоторые различия. При самовоспламенении происходит воспламенение нефтепродукта без участия открытого огня. А при самовозгорании происходит процесс окисления, то есть горючие вещества самопроизвольно загораются в результате реакции с кислородом. Смазочные масла больше всего подвержены к процессам окисления. Опасность нефтепродуктов данного типа обуславливает максимальную осторожность при обращении с ними. Это касается не только нефтепродуктов, но и промасленных материалов, ветоши, спецодежды и т.п. Оставленные без присмотра или на хранение при несоблюдении требований безопасности они могут служить источником пожара.

Пожароопасность повышается при достижении разлившегося продукта или его паров в месте складирования или приготовления к источнику возгорания. На упаковочных и смесительных объектах должны функционировать системы допуска к огневым работам. Строительство, защита и вентиляция резервуаров-хранилищ, располагающихся в помещениях, должны выполняться согласно политике компании и государственным нормативам. Продукция, которая хранится в штабелях и на полках, не должна препятствовать доступу к эвакуационным выходам и средствам пожарной безопасности.

Пожароопасность повышается от раскаленных огарков электродов и искр расплавленного металла при выполнении высотных сварочных работ. При попадании огарков и искр на леса и перекрытия, находящиеся ниже места сварки, возможно возгорание конструкций и горючих материалов.

Также высокую пожароопасность предприятий химической промышленности можно объяснить большим объемом легко воспламеняемых лаков, растворителей, жидкостей, красок, широким использованием технологических процессов при высоких температурах и давлении.

Возникновение пожара – это очень опасный фактор. Одна из особенностей пожара в нефтеперерабатывающей промышленности заключается в горении паровоздушных смесей углеводородов, из-за чего образуется огневой шар. Опасный фактор огневого шара заключается в тепловом импульсе.

Размеры огневого шара, величина теплового импульса и время его существования зависят от объема сгораемого вещества.

2 Описание нефтеперерабатывающего предприятия ООО «Юргаус»

2.1 Структура современных нефтеперерабатывающих предприятий

Современные предприятия нефтехимии и нефтепереработки представляет собой сложный комплекс, состоящий из технологических установок, предназначенных для выполнения конкретных технологических операций. На них производят большое количество нефтепродуктов и перерабатывают углеводородное сырье различных видов. Продуктами и сырьем установок нефтеперерабатывающих предприятий являются смеси углеводородов, которые обладают взрывопожароопасными свойствами. Взрывопожароопасность технологических установок нефтеперерабатывающих предприятий заключается не только в физико-химических свойствах углеводородов, но также в параметрах технологического процесса.

В последние годы выявлено значительное возрастание аварийности в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Основная проблема обеспечения промышленной безопасности нефтеперерабатывающих объектов является недостаточный темп обновления оборудования с истекшим сроком эксплуатации.

2.2 Краткое описание предприятия и продукция образующаяся на конечном этапе переработки

ООО «Юргаус» расположен на территории Кемеровской области на северо-востоке города Гурьевск.

Промышленная площадка предприятия вытянута в меридиональном направлении, протяженность территории предприятия с юга на север составляет 220 м, с востока на запад 415 м, по периметру 1,19 км, общая площадь – 9,13 га, коэффициент застройки 0,47.

Нефтеперерабатывающий мини-завод, мощностью 15 тыс. тонн в год, является дочерним предприятием дорожно-строительной компании ООО "Юргаус".

Основная отрасль компании – «Нефтеперерабатывающая промышленность».

Основным видом деятельности является «Производство нефтепродуктов». НПЗ ООО «Юргаус» предназначен не только для самообеспечения фирмы топливными ресурсами, но и оптовой торговлей твердым, жидким и газообразным топливом и подобными продуктами.

На территории НПЗ хранятся, перерабатывается и транспортируется нефтепродукты. Предприятие имеет парк, состоящий из:

- резервуаров вертикальных стальных в количестве 4 шт, вместимостью 1000 м³;
- резервуаров горизонтальных стальных в количестве 6 шт, вместимостью 75 м³;
- технологического оборудования в виде ректификационной колонны, холодильных установок, сепараторов, компрессорных и насосных станций, технологических трубопроводов и продуктопроводы.

2.3 Краткое географическое, гидрометеорологическое и экологическое описание района расположения нефтеперерабатывающего предприятия

Сейсмичность района – 6 баллов. Район расположен в умеренном климатическом поясе. Местность холмистая.

Лето короткое, умеренно-теплое, дождливое. Температура на Июль в среднем 18,8 °С, зима длинная и холодная с устойчивым снеговым покровом, средняя температура на Январь минус 19,9 °С. Особенностью климата является частая смена воздушных масс, связанная с прохождением циклонов. Преимущественное направление ветра - юго-западное, средняя скорость 3,1 м/с. Среднегодовая температура воздуха равна плюс 0,3 °С, абсолютно

максимальная температура плюс 38 °С, абсолютно минимальная температура минус 50 °С.

По количеству выпадающих осадков, принимаем что территория находится в зоне умеренной влажности. Среднегодовое количество осадков составляет 597 мм, из них 60 % приходится на холодный период года, 40 % – на теплый. Разность между количеством выпадающих осадков и испарением положительная. Относительная влажность воздуха составляет 50,9 %.

2.4 Описание резервуаров для хранения нефтепродуктов

2.4.1 Классификации резервуаров

В настоящее время крайне широко распространено использование резервуарного оборудования для хранения нефти и нефтепродуктов и присутствие его на всех этапах нефтепереработки и нефтедобычи. Резервуары для хранения нефтепродуктов используют на нефтехимических предприятиях и предприятиях нефтепереработки, на промежуточных станциях по перекачиванию нефти, устанавливаются непосредственно на месторождении нефти, а также на местах аварийного разлива нефтепродуктов. Поскольку состав, химические и физические свойства нефтепродуктов могут меняться в зависимости от этапа, это требует применения резервуаров различной конструкции и назначения.

Классификация резервуаров для хранения нефтепродуктов может проводиться по различным критериям, таким как основной конструкционный материал, конструкция крыши и т.д. Из наиболее общих классификаций, отражающих основные различия этих сооружений, можно выделить следующее, представленные на рисунке 2.



Рисунок 2 – Классификация резервуаров

При проектировании резервуаров, согласно ГОСТ Р 52910-2008 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия», их подразделяют на четыре класса в зависимости от объема и места расположения [21]:

- 1 класс – включает особо опасные резервуары объемом $\geq 50\,000\text{ м}^3$.
- 2 класс – включает резервуары повышенной опасности объемом $20\,000\text{--}50\,000\text{ м}^3$;
- 3 класс – включает опасные резервуары объемом $1\,000\text{--}20\,000\text{ м}^3$;
- 4 класс менее $1\,000\text{ м}^3$.

К основным конструктивным элементам резервуаров для хранения нефтепродуктов относятся: основание, корпус, крыша, и различные вспомогательные элементы, такие как лестницы, люки, ограждения, и т.д.

Основной конструкционный материал резервуара определяется следующими требованиями: непроницаемость, неподверженность химическим воздействиям со стороны продукта и коррозионная стойкость. Поэтому основным материалом, который идет на изготовление резервуаров, является сталь (листовой прокат) углеродистых и низколегированных сортов, для

которых характерны хорошая свариваемость, устойчивость к деформации и хорошие характеристики пластичности. В отдельных случаях используется алюминий.

Наиболее распространенным по форме являются цилиндрические резервуары. Они экономичны по металлоемкости, достаточно просты в производстве и монтаже, а также обладают хорошей прочностью и надежностью. Изготавливаются вертикальные резервуары могут как листовым способом, так и из рулонных заготовок.

2.4.2 Дополнительное оборудование резервуаров

Нормальным режим эксплуатации резервуаров обычно подразумевает дооснащение их дополнительным оборудованием технологического плана, к которому относится дыхательная и защитная аппаратура. «Дыхание» резервуара подразделяют на большое и малое. Первое связано с суточным колебанием температуры и, как следствие, последовательным испарением и конденсацией паров нефтепродуктов, приводящих к увеличению и уменьшению давления в резервуаре. Большое «дыхание» наблюдается в моменты опорожнения и залива. К системе безопасности относят различные люки для доступа обслуживающего персонала и снятия замеров.

Также дополнительно могут устанавливаться приборы для измерения уровня продукта, датчики температуры, пробоотборные устройства, противомолниевая защита и защита от статического электричества, а также препятствующие отложению нефтепродуктов устройства. При хранении нефтепродуктов, имеющих повышенную вязкость, резервуары оборудуются обогревательными устройствами. Снаружи резервуар может быть дополнительно покрыт слоем диэлектрической краски, защищающей корпус от воздействий щелочного и кислотного характера, которые оказывают грунт и грунтовые воды.

2.4.3 Пример резервуара для хранения нефтепродуктов на рассматриваемом предприятии

Наземные вертикальные резервуары для хранения занимают лидирующее положение в области хранения больших объемов воспламеняющихся или горючих жидкостей. Простая конструкция обеспечивает экономически выгодные, многофункциональные опции хранения в соответствии с областью применения.

Вертикальные резервуары, цилиндрической формы, предназначены для накопления и хранения в разных климатических зонах светлых и темных нефтепродуктов плотностью до $1,0 \text{ т / м}^3$ при давлении не более $0,00025 \text{ МПа}$ и температурой окружающей среды от минус 40 до плюс $90 \text{ }^\circ\text{C}$.

Вся конструкция выполнена из износостойкой стали, вертикальное размещение, обеспечивающее экономию пространства. Изготовлено из углеродистой стали. Высокое качество сварных швов гарантируется благодаря большому объему работ дуговой сварки в течение всего производственного процесса. Расположение и размер всех отверстий в соответствии со всеми надлежащими стандартами. Для фланцевых соединений используются стальные трубные фланцы. Кованные стальные фланцы или стальные трубные муфты используются в качестве резьбовых соединений. Каждый резервуар проходит испытание сжатым воздухом, в целях обеспечения целостности проводится проверка швов. Защита от образования влаги. Внешняя отделка может включать дробеструйную очистку резервуара, нанесение грунтовки и затем отделочного покрытия из белого уретана.

2.5 Пожарная безопасность при эксплуатации резервуаров

Пожарная безопасность резервуаров и резервуарных парков в соответствии и с требованиями ГОСТ 12.1.004 «Система стандартов безопасности труда», обеспечивается за счет [22]:

- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего резервуарный парк, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и загораний;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход нефти из резервуаров, оборудования, трубопроводов;
- предотвращения образования на территории резервуарных парков горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- предотвращения разлива и растекания нефти.

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности резервуаров и резервуарных парков несут первый руководитель эксплуатирующей организации и лица, на которых возложена ответственность за пожарную безопасность на рабочих местах в соответствии с должностной инструкцией.

Резервуарные парки и отдельно стоящие резервуары оснащены системами пенного пожаротушения и водяного охлаждения. Системы пожаротушения, сигнализации, связи и первичные средства пожаротушения находятся в исправном состоянии и постоянной готовности к действиям.

Для обеспечения пожарной безопасности была создана пожарная охрана согласно ВМПБ 2000 «Пожарная охрана объектов хранения нефти», которые определяют численность пожарной охраны и ее оснащение пожарной техникой.

Резервуарные парки и отдельно стоящие резервуары обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами. На территории резервуарного парка установлены знаки пожарной безопасности для обозначения места расположения пожарного инвентаря, оборудования, гидрантов, колодцев и т.д., проходов к нему, а также для обозначения запретов на действия, нарушающие пожарную безопасность.

Состояние оборудования резервуаров систематически проверяется в соответствии с инструкциями по эксплуатации. Электротехническое оборудование и его элементы, располагаемые во взрывоопасной зоне резервуара, взрывозащищенного исполнения согласно ГОСТ 12.2.020-76 [23].

Электробезопасность средств измерения уровня и отбора проб, имеющих электрическое питание, обеспечивается по ГОСТ 12997 [24].

Электрическая часть средств измерения уровня и отбора проб не допускается устанавливать внутри резервуара. Пожарная безопасность территории резервуарного парка соответствует требованиям «Правил пожарной безопасности при эксплуатации резервуаров».

Подготовительные работы к ремонту и ремонтные работы ведутся с соблюдением требований «Инструкции по пожаровзрывобезопасной технологии очистки нефтяных резервуаров», «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», «Типовой инструкции по организации безопасного проведения газоопасных работ» и др. НТД. Огневые работы на территории резервуарного парка и в резервуарах выполняются в соответствии с действующими НТД: «Правилами пожарной безопасности при эксплуатации резервуаров для хранения нефти, «Типовой инструкцией о порядке ведения сварочных и других огневых работ на взрывоопасных, взрывопожароопасных и пожароопасных объектах».

3 Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефти

Метод вычисления выполнен при помощи программы ТОКСИ+^{Risk}4.3.2, предназначенной для проведения расчетов зон поражения опасного вещества, за счет широкого использования справочников в программном модуле, реализующем расчетные методики.

Оценка последствий аварийных выбросов ОВ является одним из этапов анализа риска аварий, выполняемым при проектировании, декларировании промышленной и пожарной безопасности.

С помощью программы ТОКСИ+^{Risk}, был проведен анализ риска аварий:

- организация работ по анализу риска;
- идентификация опасностей;
- оценка риска (включая оценку последствий и показателей риска).

Задачи и цели проведенного расчета являются количественные характеристики вредного воздействия источника опасности:

- величина возможных безвозвратных людских потерь, определяемая количеством смертельных случаев в результате аварии;
- величина возможных санитарных людских потерь, определяемая как количество пострадавших, нуждающихся в госпитализации;
- ожидаемая частота аварии.

3.1 Исходные данные для расчета

Исходные данные необходимые для расчета:

- парк хранения нефтепродуктов представлен четырьмя резервуарами РВС объемом 1000 м³. Резервуарный парк является опасным производственным объектом в соответствии с ФЗ №116 от 21.07.1997 г., так как в резервуарном парке хранятся нефтепродукты, представляющий собой горючие вещества [5].

- хранимое вещество – нефть. Нефть – легковоспламеняющаяся жидкость (горючая жидкость по приложениям 1,2 к Федеральному закону от 21.07.1997 №

116-ФЗ).[5] Из анализа свойств вещества можно сделать вывод, что разрушение резервуара ведет к выбросу горючей жидкости на территорию промышленного объекта с возможностью последующего воспламенения или взрыва от источников воспламенения. Плотность ОВ 920 кг/м^3 ;

- для расчета аварийной ситуации при выбросе нефти принимается максимальная масса вещества, заключенного в аварийном резервуаре. Масса ОВ – 920 т.;

- площадка хранения нефти оборудована обвалованием (каре). Розлив ОВ произойдет в поддон с бетонным покрытием.

- размер поддона – $16,5 \times 16,5 \times 1 \text{ м}$. Соответственно площадь – $260,85 \text{ м}^2$. Объем – $260,85 \text{ м}^3$.

- метеоусловия характерны для летних месяцев: температура окружающей среды – $0,8 \text{ }^\circ\text{C}$, скорость ветра – $3,3 \text{ м/с}$, направление ветра в диапазоне $[0 - 360^\circ] - 135^\circ$;

- масса горючего вещества в облаке – $75,00 \text{ кг}$;

- так как РВС используются в текущем состоянии на всем промежутке времени, то значение доли времени эксплуатации приняли равной 1;

- количество ОВ по объему которого 10 % составляет газовая фаза;

- типовой сценарий, методика МЧС (приказ 404), резервуары с ГЖ при давлении близком к атмосферному ($T_{\text{всп.}} < T_{\text{окр.ср.}}$ или $T_{\text{вещ.}} > T_{\text{всп.}}$).[14] Вероятность полного разрушения РВС 1000 составляет 5×10^{-6} .

3.2 Расчет последствий разрушения

Первым шагом были заданы: масштаб ситуационного плана и вычисление площади объектов с присутствующим персоналом. Определение площадных объектов, на которых указано число рискующих людей и коэффициент их присутствия.

Число рискующих – соответствует максимальному числу людей, которые могут находиться на объекте.

Все люди, которые могут находиться на территории завода и могут попасть в опасную зону поражения, относятся к группе персонала.

Далее определяется коэффициент присутствия персонала в рассчитываемых площадочных объектах. Коэффициент присутствия – среднее относительное время нахождения людей в заданной области за рассматриваемый промежуток времени. Значение коэффициента присутствия в течении года определяется как отношение годового фонда рабочего времени к общему количеству часов в году.

$$K_i = t_{\text{фонд}} / t_{\text{общ}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{фонд}}$ – годовой фонд рабочего времени (для 40-часовой рабочей недели, без учета отпусков составляет 1971 час), час

$t_{\text{общ}}$ – число часов в году (число суток в году полагается равным 365).

На территории нефтеперерабатывающего завода находится 3 площадочных объекта, присутствующий персонал которых может попасть в зону поражения:

- операторская – одновременно находящийся и рискующий персонал 15 человек. Коэффициент присутствия на этом объекте равен 0,23.
- складское помещение – одновременно находящийся и рискующий персонал 20 человек. Коэффициент присутствия на объекте равен 0,23.
- административно-бытовой комплекс – одновременно находящийся и рискующий персонал 30 человек. Коэффициент присутствия равен 0,23.

Далее, с помощью расчетов строится дерево исходов опасных событий и частота аварийных событий на территории опасного объекта. Дерево исходов опасных событий показано на рисунке 3.

Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утверждена приказом МЧС России от 10.07.2009 г. № 404), с изменениями и дополнениями, внесенными приказом МЧС России от 14.12.2010 г. № 649 [13].

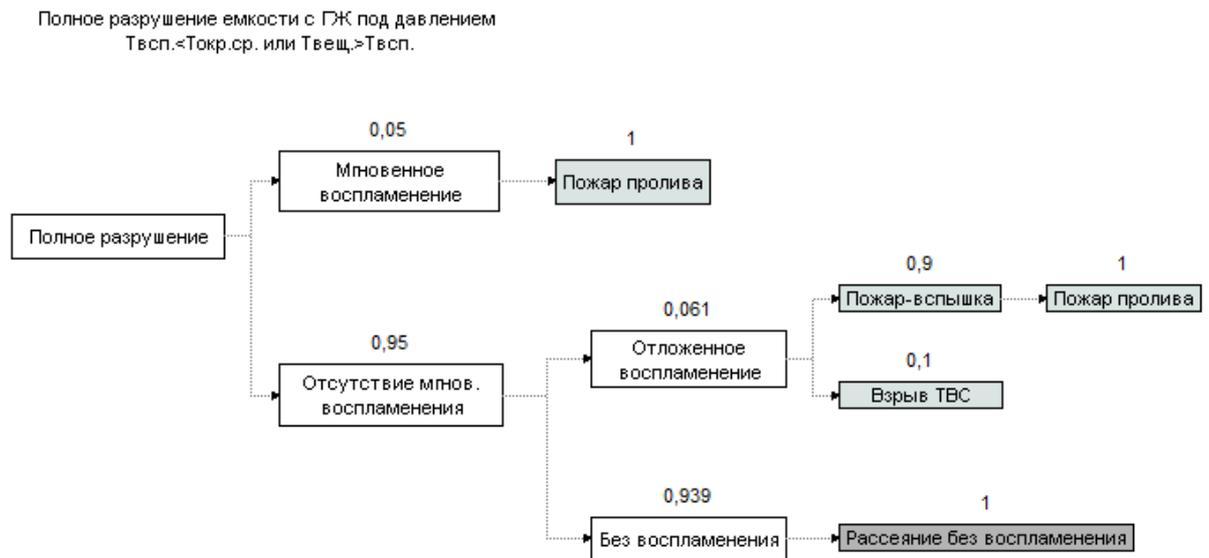


Рисунок 3 – Древо исходов опасных событий

Расчеты по оценке пожарного риска проводят путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ [12].

После этого производится расчет зон поражения при реализации основных поражающих факторах.

3.2.1 Описание сценария аварии рассеяние без воспламенения

Розлив нефтепродукта на площадку хранения при разгерметизации РВС-1000.

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-1000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение.

3.2.2 Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива

ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда [14].

Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования.

Методы контроля.

Пожар пролива – поражающим фактором является тепловое воздействие за счет теплового излучения. Под воздействием теплового излучения возможен сильный перегрев оборудования с деформацией и потерей механической прочности.

Наибольшую опасность пожар пролива представляет для персонала, который может попасть в зону пожара. Гибель людей может наступить даже при кратковременном воздействии открытого огня в результате сгорания, ожогов или сильного перегрева.

Позволяет провести оценку зон действия таких опасных факторов, как:

- размер зон, ограниченных нижним концентрационным пределом распространения пламени (НКПР) газов и паров;
- интенсивность теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ и ГЖ для сопоставления с критическими (предельно допустимыми) значениями интенсивности теплового потока для человека и конструкционных материалов;
- размеры зоны распространения облака горючих газов и паров при аварии для определения оптимальной расстановки людей и техники при тушении пожара и расчета времени достижения облаком мест их расположения;
- другие показатели пожаровзрывоопасности технологического процесса, необходимые для анализа их опасности.

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-1000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → воспламенение пролива → возникновение пожара пролива → тепловое воздействие горящего разлива на соседнее оборудование и персонал.

Расчет интенсивности излучения от пожара пролива произведен по Методике определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2009/ГОСТ 12.3.047-2012 [14].

Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива.

Таблица 1 – Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива

Параметр поражения	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны поражения, м.
Без негативных последствий	1,40	257,98
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,20	150
Непереносимая боль через 20 сек.	7,02	112,87
Непереносимая боль через 3-5 сек.	10,00	0
Воспламенение древесины	10,00	0
Воспламенение резины	10,00	0

Протокол расчетов по методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, 2010/ГОСТ 12.3.047-2012 [14].

Исходные данные:

- температура окружающей среды = 0,80 °С;
- плотность воздуха = 1,28 кг/м²;
- вещество – нефть.

Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план.

Результат расчета зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива представлен в приложении А таблица А.1.

Зависимость рассчитанных величин представлена на рисунке А.2 в виде графика зависимости интенсивности излучения от расстояния приложение А.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии пожар пролива» представлен в приложении А таблица А.3.

3.2.3 Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка

«Методики определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2010/ГОСТ 12.3.047-2012» [14].

Пожар-вспышка – сгорание облака предварительно перемешанной газопаровоздушной смеси без возникновения волн давления, опасных для людей и окружающих объектов.

Быстрое сгорание парогазовой смеси, образовавшейся на территории объекта при выбросе углеводородных газов и паров, не приводит к уничтожению технологического оборудования и других сооружений, но кратковременное воздействие такого огня может стать причиной гибели человека. Данный фактор опасен для людей находящихся на загазованных территориях.

Источники зажигания. Основные источники зажигания на нормально работающем оборудовании – проявление атмосферного электричества, самовозгорание пирофоров, разряды статического электричества и механические удары при отборе проб и замера уровня, искры электроустановок и электрооборудования в невзрывоопасном исполнении, технологические огневые устройства факельных установок.

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-1000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → образование облака ТВС → вспышка и сгорание смеси при наличии источника инициирования → поражение персонала высокотемпературными продуктами сгорания.

Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка» представлены в приложении А таблица А.4.

3.2.4 Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС)

Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (ТВС) утвержденная Постановлением Госгортехнадзора РФ от 26.06.2001 № 25 РД 03-409-0. Позволяет провести оценку различных параметров воздушных ударных волн и определить степени поражения людей и повреждения зданий при авариях с взрывом ТВС [25].

В случае взрыва ТВС, возможно, гибель и поражение персонала, находящегося в внутри или достаточной близости от парогазового облака. Кроме этого при взрыве парогазовой смеси, возможно, разрушение зданий и оборудования с последующим развитием аварии и воздействием других поражающих факторов.

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-1000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → образование облака ТВС → взрыв облака ТВС при наличии источника инициирования → возникновение зоны избыточного давления → повреждение соседнего оборудования и поражение персонала ударной волной, огнем и осколками.

Критерий поражения представлен в таблице 2. РБ «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушной смеси».

Таблица 2 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), критерии давление-импульс

Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа × с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Граница области сильных разрушений	36,626	0,775	0,02	17,44

Продолжение таблицы 2

Граница области значительных повреждений	21,102	0,318	0,029	40,92
Граница области минимальных повреждений	7,202	0,102	0,043	119
Полное разрушение остекления	6,999	0,1	0,043	122,2
50 % разрушение остекления	2,5	0,029	0,064	405,46
10 % и более разрушение остекления	2	0,023	0,068	508,53

Также, при помощи программы, возможно определение давления и импульса на заданном расстоянии.

«Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

Таблица 3 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), критерий избыточное давление

Название критерия поражения	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа × с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Средние повреждения зданий	28	0,475	0,025	28,12
Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10%-ая вероятность разрыва барабанных перепонки	24	0,379	0,027	34,74
Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16	0,223	0,033	56,9
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	0,161	0,037	77,6
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	0,084	0,046	144,32
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	0,07	0,049	172,22
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	0,035	0,06	336,57
Пользовательский критерий	0	0	0,136	32663,71

Классификация опасных зон разрушения:

- полное разрушение характеризуется разрушением или обрушением всех или большей части несущих конструкций, капитальных стен. Восстановление разрушенных сооружений невозможно.

- сильные разрушения характеризуются разрушением части капитальных и большинства остальных стен, несущих конструкций, завалами. В результате сильных разрушений дальнейшее использование сооружений невозможно или нецелесообразно. Смертельная опасность для людей.

- средние разрушения характеризуются разрушением главным образом встроенных элементов (внутренних перегородок, дверей, окон, крыш) и отдельных менее прочных элементов, появление трещин в стенах. Вокруг зданий завалов не образуется, но отдельные обломки конструкций могут быть отброшены на значительное расстояние. Возможен капитальный ремонт. Машины и механизмы, получившие средние разрушения требуют отправки в ремонт. Возможно смертельное травмирование людей.

- слабые разрушения характеризуются разрушением оконных и дверных заполнений и легких перегородок, появление трещин в стенах верхних этажей. Возможен средний ремонт. Возможны травмы людей на открытой местности.

Таблица 4 – Расчет последствий аварийного сценария взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), руководство по оценки пожарного риска 2006 г.

Критерий поражения	Давление, кПа	Радиус зоны поражения, м.
Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, погибнут в результате прямого поражения УВ, под развалинами зданий или вследствие удара о твердые предметы	190	0
Полное разрушение зданий	100	0
Наиболее вероятно, что все люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут, либо получают серьезные повреждения в результате действия взрывной волны,	69	0

Продолжение таблицы 4

Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут или получат серьезные повреждения барабанных перепонок и легких под действием взрывной волны, либо будут поражены осколками и развалинами здания	55	0
50 %-ое разрушение зданий	53	0
Средние повреждения зданий" составляет	28	28,12
Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10%-ая вероятность разрыва барабанных перепонок	24	34,74
Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16	56,9
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	144,32
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	77,6
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	172,22
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	336,57
Пользовательский критерий	0	32664

Вероятные критерии по РБ «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» РД 03-409-01 [25],

Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план.

Результат расчета последствий воздействия ударных волн при взрыве ТВС представлен в приложении А таблицы А.5.

График зависимости избыточного давления от расстояния от центра взрыва отображаются на рисунке А.6 в приложении А.6.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС» представлены в приложении А таблица А.7.

3.3 Оценка риска

Завершающим пунктом расчетов является обработка результатов расчета, построение полей потенциального риска и расчет количества жертв, при авариях на производственных объектах с участием опасных веществ.

Матрица риска программы ТОКСИ+^{Risk} представляет собой область ситуационного плана, ограниченного наиболее удаленными от места авариями

зонами поражения. Область разбита на ячейки, в каждой из которых вычисляется значение потенциального риска. Таким образом, матрица риска является способом представления поля потенциального риска на ситуационном плане.

Расчет количества жертв основывается на анализе пересечений рассчитанных зон поражения и нанесенных на план площадных объектов в которых располагаются реципиенты. Протокол представляет собой таблицу, каждая запись которой соответствует найденному в ходе вычислений пересечению слоев при заданном направлении ветра. При расчете числа жертв принимается условие равномерности распределения людей внутри контура площадного объекта.

Причины возникновения аварийных ситуаций на промышленном объекте можно разделить на 3 группы:

- отказы (неполадки) оборудования;
- ошибочные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера.

Основным поражающим фактором является тепловое излучение при разрушении резервуара. Вероятность возникновения аварии на емкостном оборудовании крайне мала и относится к категории «практически невероятный отказ» по нормальной классификации.

На основании сравнительного анализа рассчитанных показателей риска аварии на территории резервуарного парка ООО «Юргаус» представленных на F-N диаграмме (социальный риск), можно сделать вывод, что объект попадает в зону приемлемого риска.

Социальный риск (или F/N диаграмма) – зависимость частоты возникновения событий F, в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек от числа пострадавших. Характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) аварий. Диаграмма расчетов представлена на рисунке А.8 в приложении А.

В приложении А таблица А.9 представлено количество человек попавших в зону действия опасных факторов при определенном сценарии аварии. Расчет

погибших при определенных сценариях аварии представлен в приложении А таблица А.10. Сценарии аварии представлены в виде таблицы в приложении А таблица А.11.

В зоне действия основных поражающих факторов аварии населенные пункты не попадают.

Количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам, а также ситуационный план аварийной ситуации, рассчитанные при помощи программы ТОКСИ+^{Risk} представлен в таблице А.12 приложении А.

- Коллективный риск – $2,4 \times 10^{-5}$ чел/год: ожидаемое количество пораженных, в результате возможных аварий за определенный период времени.

- Индивидуальный риск – $3,7 \times 10^{-7}$ чел/год: частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых опасных факторов.

За время эксплуатации, на ООО «Юргаус» аварий не зафиксировано. Ниже приведены сведения по травматизму на аналогичных ОПО и объектах с аналогичными опасными веществами в соответствии с ежегодными отчетными материалами РТН.

Приемлемый риск – риск, уровень которого допустим и обоснован, исходя из социально-экономических соображений. Риск эксплуатации промышленного предприятия является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от его эксплуатации, общество готово пойти на этот риск. Количественные характеристики приемлемого риска нормируются техническими регламентами или нормативными документами.

В соответствии со статьей 93 Федерального закона № 123-ФЗ, уровень риска на НПЗ при разрушении РВС, для персонала относится к «приемлемому уровню риска» [20].

В результате аварии (разгерметизации, заполненного на 100 % допустимого объема резервуара РВС-1000 с находящейся в нем нефтью с последующим разливом и на площадку хранения, образование пролива на подстилающую поверхность и за его пределы), произошедшей на объекте нефтеперерабатывающего завода, расположенном в г. Гурьевск ООО «Юргаус». Частично поврежден резервуар. Разгерметизация корпуса произошла вследствие образования трещины, образовавшейся в процессе эксплуатации в месте пересечения швов.

В соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ № 613 от 21.08.2000 г. «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов», (в редакции от 15.04.2002 г.) Разливы нефти и нефтепродуктов классифицируются как чрезвычайные ситуации и ликвидируются в соответствии с законодательством Российской Федерации [26].

В зависимости от объема и площади разлива нефти и нефтепродуктов на местности, данная чрезвычайная ситуация имеет категорию муниципального значения – разлив от 100 до 500 тонн нефти и нефтепродуктов в пределах административной границы муниципального образования либо разлив до 100 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы территории объекта.

В общем случае возможный полный ущерб (U_{Σ}) при авариях на опасном объекте будет определяться прямыми ущербами ($U_{пр}$), затратами на локализацию (ликвидацию последствий) аварии ($U_{л}$), социально-экономическими потерями ($U_{сэ}$) вследствие гибели и травматизма людей, косвенным ущербом ($U_{к}$) и экологическим ущербом ($U_{э}$).

4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на НПЗ ООО «Юргаус» при разрушении РВС-1000 для хранения нефти. Расчет прямого ущерба

Прямой ущерб будет определяться ($U_{ПР.}$):

- потерями предприятия в результате уничтожения основных фондов (зданий, сооружений, оборудования) ($П_{О.Ф.У.}$);
- потерями предприятия в результате уничтожения товарно-материальных ценностей (продукция, сырье) ($П_{Т.М.Ц.}$);
- потерями предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов ($П_{О.Ф.П.}$);
- потерями в результате уничтожения имущества третьих лиц ($П_{Т.Л.}$).

Прямой ущерб, $U_{ПР.}$, в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов (здание, оборудование) состоят:

Потери предприятия в результате разрушения при аварии основных производственных фондов (резервуар) $П_{О.Ф.У.}$

Стоимость ремонта резервуара:

- Зачистка и дегезация резервуара – 150000 руб.
- Зачистка мест ремонта резервуара от коррозии внутри и снаружи – 11250 руб.
- Замена дефектных элементов металлоконструкций резервуара 17000 руб.
- Сварочные работы – 50000 руб.
- Обезжиривание поверхности – 500 руб.
- Покрасочные работы – 11000 руб.
- Испытание резервуара на прочность – 7000 руб.

$$П_{О.Ф.У.} = 150000 + 11250 + 17000 + 50000 + 500 + 11000 + 7000 = 246750 \text{ руб}$$

Расчеты производились с учетом времени сбора и прибытия АСФ «Службы экологической безопасности» по сигналу о нефтепродукта и доставки его к месту аварии. При расчете сил и средств учитываются следующие условия – время локализации разлива нефти на суше – 6 ч.

Таблица 5 – Результаты расчета массы испарившейся нефти при сценарии разрушении РВС-1000 на объекте ООО «Юргаус»

Наименование	Масса	Площадь	Время	Масса
--------------	-------	---------	-------	-------

продукта	разлива, т	разлива, м ²	существования разлива, ч	испарившихся нефтепродуктов, кг
Нефть	350	15990	6	75

Потери предприятия в результате уничтожения продукции ($P_{Т.М.Ц.}$):

Коэффициент сбора – 60 %, (соответственно потери составляют 180 т), средняя оптовая отпускная цена нефти на момент аварии равна 21781 руб./т.

Потери сырья составят:

$$P_{Т.М.Ц.} = 3920580 \text{ руб.}$$

Потерь предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов, не произошло, поэтому: $P_{О.Ф.П.} = 0$ руб.

Потерь в результате уничтожения имущества третьих лиц не произошло, поэтому: $P_{Т.Л.} = 0$ руб.

Таким образом:

$$U_{ПР.} = P_{О.Ф.У.} + P_{Т.М.Ц.} + P_{О.Ф.П.} + P_{Т.Л.} \quad (2)$$

$$U_{ПР.} = 246750 + 3920580 + 0 + 0 = 4167330 \text{ руб.}$$

4.2 Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) и расследование причин аварии

Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) ($P_{Л.}$) аварий определяются:

- расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии ($P_{Л.}$);
- расходами на расследование причин аварии ($P_{Р.}$).

К основным расходам, составляющим затраты на локализацию (ликвидацию последствий) аварии, относят:

- затраты на питание ликвидаторов аварии ($Z_{Л.}$);
- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии ($Z_{ФЗЛ.}$);
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы ($Z_{ГСМ.}$);
- амортизацию используемого оборудования, технических средств, аварийно-спасательного инструмента ($Z_{А.}$).

4.2.1 Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии

4.2.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии

Затраты на питание ($Z_{П}$) рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей, в соответствии с режимом проведения работ:

$$Z_{П_{сут}} = \sum (Z_{П_{сут\ i}} \times Ч_i), \quad (3)$$

где $Z_{П_{сут}}$ – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$Z_{П_{сут\ i}}$ – суточная норма обеспечения питанием, руб/(сут. на чел.);

I – число групп спасателей, проводящих работы различной степени тяжести;

$Ч_i$ – численность личного состава формирований, проводящих работы по ликвидации последствий ЧС. Расчет необходимых сил и средств, для ликвидации разливов газового конденсата произведен на основе расчетов возможных максимальных объемов разливов газового конденсата. При расчете сил и средств учитываются следующие условия – время локализации разлива нефти на суше – 6 ч (принимаем равным 1 день).

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$Z_{П.} = (Z_{П_{сут. спас.}} \times Ч_{спас} + Z_{П_{сут. др.ликв.}}) \times D_{л} \quad (4)$$

где $D_{л}$ – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 1 день.

К работе в зоне ЧС привлекаются: 75 человек из них 45 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 30 человека – работу средней и легкой тяжести.

Таблица 6 – Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

Наименование	Работы средней тяжести		Тяжелые работы	
	Суточная	Суточная норма,	Суточная	Суточная

продукта	норма, г/(чел.сут.)	руб/(чел.сут.)	норма, г/(чел.сут.)	норма, руб/(чел.сут.)
Хлеб белый	400	26,06	600	37,5
Крупа разная	80	9,08	100	12,25
Макаронные изделия	30	18,89	50	32,45
Молоко и молокопродукты	300	34,9	500	42,15
Мясо	80	96,15	100	106,23
Рыба	40	61,2	60	77,76
Жиры	40	36,54	50	46,35
Сахар	60	16,7	70	23,7
Картофель	400	23,66	500	27,54
Овощи	150	39,24	180	42,73
Соль	25	8,32	30	10,57
Чай	1,5	8,4	2	9,97
Итого	-	379	-	469

По формуле рассчитываем, что затраты на питание личного состава формирований составят:

$$Z_{л.} = (469 \times 45 + 379 \times 30) \times 1 = 32475 \text{ руб.}$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят $Z_{л.} = 32475$ руб. Обеспечение питанием спасательных служб осуществляется в столовых и за счет средств ООО «Юргаус», на территории которого произошла ЧС.

4.2.1.2 Затраты на оплату труда ликвидаторов аварии

Расчет затрат на оплату труда проводят дифференцированно для каждой из групп участников ликвидации последствий ЧС в зависимости от величины их заработной платы и количества отработанных дней.

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации ЧС проводят по формуле:

$$Z_{\text{ФЗП.сут}i} = (\text{мес. оклад} / 30) \times 1,15 \times C_i, \quad (5)$$

где C_i – количество участников ликвидации ЧС i -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки.

Таблица 7 – Результаты расчета достаточности сил и средств, при максимально возможных разливах нефти

Вид техники	Количество	
	Количество имеющихся средств ЛЧС(Н)	Количество необходимых средств ЛЧС(Н)
Мотопомпа	2 ед.	2 ед.
Самосвал	1 ед.	1 ед.
Шанцевый инструмент	10 ед.	10 ед.
Экскаватор	1 ед.	1 ед.
Пневматическая оснастка	1 ед.	1 ед.
Распылитель сорбента	1 ед.	1 ед.

Таким образом, суммарные затраты на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий ЧС составят:

$$Z_{\text{ФЗП.}} = \sum Z_{\text{ФЗП}i} = 40000 + 42500 + 17500 + 15000 + 7000 + 7185 + 6000 = 135185 \text{ руб.}$$

Таблица 8 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС связанных с разрушением РВС-1000

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	ФЗП _{сут} , руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для i-ой группы, руб.
Газоспасатели	20000	16	2500	40000
Пожарные подразделения	34000	10	4250	42500
Отряд механизированной группы	35000	10	1750	17500
Слесаря	25000	15	1250	15000
Охраны завода	14000	4	1750	7000
Медицинская служба	23000	5	1437	7185
Водители различных Т/с	20000	6	1000	6000
Итого				135185

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении работ по ликвидации ЧС на территории ООО «Юргаус» с учетом периода проведения работ составит $Z_{ФЗП} = 135185$ руб.

4.2.1.3 Затраты на горюче-смазочные материалы

Расчет затрат на горюче-смазочные материалы ($Z_{ГСМ}$) определяется по формуле:

$$Z_{ГСМ} = V_{бенз.} \times C_{бенз.} + V_{диз.т.} \times C_{диз.т.} + V_{мот.м.} \times C_{мот.м.} + V_{транс.м.} \times C_{транс.м.} + V_{спец.м.} \times C_{спец.м.} + V_{пласт.см.} \times C_{пласт.м.} \quad (6)$$

где $V_{бенз.}$, $V_{диз.т.}$, $V_{мот.м.}$, $V_{транс.м.}$, $V_{спец.м.}$, $V_{пласт.см.}$ – количество использованного бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л;

$C_{бенз.}$, $C_{диз.т.}$, $C_{мот.м.}$, $C_{транс.м.}$, $C_{спец.м.}$, $C_{пласт.м.}$ – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л/руб.

Цены (за 1 л) на топливо и горюче-смазочные материалы:

- бензин марки 92 – 34,55 руб.;
- дизельное топливо – 36,50 руб.;
- моторное масло ZIC X5 10W-40 на спасательные автомобили – 221 руб.;
- моторное масло для двухтактных двигателей «Интерскол» на спасательную технику 130 руб.;
- трансмиссионное масло ZIC G-5 80W90 – 270 руб.;
- специальное масло – 90 руб.;
- пластичные смазки Atoll – 140 руб.

В таблице 9 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории НПЗ ООО «Юргаус» и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники.

Таблица 9 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транс-го/спец. масел, л	Расход смазки, кг
Пожарная автоцистерна на базе ЗИЛ 131	2	-	40	2,2/0,3/0,1	0,2
Мотопомпа	2	-	10	2,1/0,3/0,1	0,15
Камаз	3	-	80	2,1/0,3/0,1	0,25
АСМ-41-02 на базе ГАЗ-27057	1	53, 76	-	2,2/0,25/0,1	0,25
Экскаватор	1	-	160	2,8/0,4/0,1	0,3
ГАЗ-2705	1	53, 76	-	2,2/0,25/0,1	0,25
АСМ-4 на базе УАЗ 3909 (с прицепом)	1	55, 2	-	2,2/0,25/0,1	0,25
АСМ 48 031 на базе ПАЗ 3206	1	110, 91	-	2,1/0,3/0,1	0,3
Итого	12	273, 63	290	17,9/2,35/1	1,95

Общие затраты на ГСМ составят:

$$Z_{ГСМ} = 273, 63 \times 34,55 + 290 \times 36,50 + 17,9 \times 130 + 2,35 \times 270 + 1 \times 90 + 1,95 \times 140 = 23363 \text{ руб.}$$

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется:

$$Z_{ГСМ} = 23363 \text{ руб.}$$

4.2.1.4 Затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств

Величина амортизации используемого оборудования, технических средств определяется, исходя из их стоимости, нормы амортизации и количества дней, в течение которых это оборудование используется, по следующей формуле:

$$Z_A = [(H_a \times C_{ст} / 100) / 360] \times D_n, \quad (7)$$

где H_a – годовая норма амортизации данного вида ОПФ, %;

$C_{ст}$ – стоимость ОПФ, руб.;

D_n – количество отработанных дней.

Таблица 10 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отработ. дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Пожарная автоцистерна	2500000	2	1	10	1390
Мотопомпа	130000	2	1	10	72
ГАЗ-2705	450000	1	1	10	1250
Камаз	1600000	3	1	10	3000
АСМ-4 на базе УАЗ 3909	600000	1	1	10	167
АСМ-41-02 на базе ГАЗ-27057	850000	1	1	10	236
Экскаватор	2000000	1	1	10	555
АСМ 48 031 на базе ПАЗ 3206	1500000	1	1	10	416
Итого					7086

Результаты расчетов затрат за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации пожара и ликвидации ЧС на НПЗ составляют $Z_A = 7086$ руб.

4.2.1.5 Затраты на материалы и спецодежду, израсходованных при ликвидации ЧС

В таблице 11 приведены затраты на материал и спецодежду необходимые для ликвидации ЧС.

Таблица 11 – Затраты на материалы и спецодежду

Наименование затрат	Кол-во	Цена, руб.	Стоимость, руб.
Сорбент ОДМ-1Ф	20 т	10000	200000
Утилизация сорбента	110 т	10	1100000
Костюмы Л1	4 шт	1600	6400
Фильтр противогазовый	8 шт	500	4000
Перчатки рабочие	50 шт	20	1000
Итого			2411400

Результаты расчетов затрат на материал и спецодежду, необходимые для ликвидации ЧС, составляют $Z_M = 2411400$ руб.

Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии:

$$P_L = Z_{П.} + Z_{ФЗП.} + Z_{ГСМ.} + Z_A. + Z_M. \quad (8)$$

$$P_L = 32475 + 135185 + 23363 + 7086 + 2411400 = 2609509 \text{ руб.}$$

4.2.2 Расходы на расследование причин аварии

Затраты на расследование причин аварии принимаем в размере 30 % от расходов на локализацию (ликвидацию последствий) аварии:

$$P_P = 728852 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты на локализацию (ликвидацию последствий) аварии при разрушении РВС-1000 с нефтепродуктами на НПЗ ООО «Юргаус» составят:

$$P_L = P_L + P_P. \quad (9)$$

$$P_L = 2609509 + 728852 = 3338361 \text{ руб.}$$

4.3 Косвенный ущерб

Косвенный ущерб будет определяться: величиной доходов, недополученных предприятием в результате простоя; зарплатой и условно-постоянными расходами предприятия за время простоя; убытками, вызванными уплатой различных неустоек, штрафов, пени; убытками третьих лиц из-за недополученной ими прибыли.

Установка продолжает работать по резервной схеме предусмотренной на случай аварии.

Убытки, вызванные уплатой различных штрафов, пени и прочего, не учитываются, так как на предприятие не накладывались.

Так как соседние организации не пострадали от аварии, недополученная прибыль третьих лиц не рассчитывается.

Таким образом, косвенный ущерб будет равен:

$$Y_K = 0 \text{ руб.}$$

4.4 Экологический ущерб

Степень загрязнения атмосферы вследствие разлива нефти определяется массой летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с поверхности земли.

При расчете экологического ущерба оценивалось загрязнение атмосферного воздуха и почвы:

Загрязнение атмосферного воздуха определяется по следующей формуле:

$$Y_A = 5 \times \sum_{i=1}^n (H_{\text{бав}} \times M_{\text{ав}}) \times K_{\text{И.}} \times K_{\text{эав.}} \quad (10)$$

где $H_{\text{бав}}$ – базовые нормативы платы за выброс 1 т. загрязняющих веществ в атмосферу в пределах установленных лимитов. $H_{\text{бав}}$ принимаем равным 50 руб./т соответственно п. 2.8 [15];

$M_{\text{ав}}$ – количество вещества, попавшего в атмосферный воздух при аварии (оценивается в соответствии с методикой п. 2.14 [15];

K_{II} – коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей природной среды. (принимается равным 94 согласно п. 2.26 [15];

$K_{эав}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории по состоянию атмосферного воздуха. Для данного района при выбросе загрязняющих веществ в атмосферу городов и крупных промышленных центров (см. п. 2.8): $K_{эав} = 1,4$ [15].

$$У_A = 246749 \text{ руб.}$$

Оценка ущерба от загрязнения земель нефтепродуктами производится по формуле:

$$У_З = H_{бз} \times S_3 \times K_{бз} \times K_{эз} \times K_3 \times K_2 \times K_u \times 10^{-4} \quad (11)$$

где $H_{бз}$ – норматив стоимости земель, $H_{бз} = 86$ млн. руб./га;

$K_{бз}$ – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных земель $K_{бз} = 10$;

$$S_3 – \text{площадь загрязненных земель, } S_3 = 15000 \text{ м}^2;$$

$K_{эз}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории рассматриваемого экономического района, $K_{эз} = 1,1$;

K_3 – коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель, $K_3 = 2$;

K_2 – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель, $K_2 = 1$.

$$У_З = 266772 \text{ руб.}$$

$$\text{Таким образом: } У_{э} = У_A + У_З = 246749 + 266772 = 513521 \text{ руб.}$$

В результате проведенного расчета суммарный ущерб от аварии составляет:

$$П_{У.} = У_{IP.} + П_{Л.} + П_{СЭ.} + У_{К.} + У_{э.} \quad (12)$$

$$П_{У.} = 4167330 + 3338361 + 0 + 0 + 513521 = 8019212 \text{ руб.}$$

Таблица 12 – Итоговая таблица значений

Вид ущерба	Величина ущерба, руб.
Прямой ущерб	4167330
Затраты на локализацию аварии	3338361
Социально-экономические потери	0
Косвенный ущерб	0
Экологический ущерб	513521
Итого	8019212

Анализируя результаты, приведенные в разделе, можно сделать вывод о том, что авария может повлечь за собой большой материальный ущерб и привести к значительным затратам при восстановлении производства.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места оператора технологических установок НПЗ ООО «Юргаус»

Нефтеперерабатывающий завод предназначен для хранения переработки и транспортировки нефтепродуктов.

Режим работы объекта – 264 дней в году при 1 сменной работе с восьми часовым рабочим днем.

К работе по профессии оператор технологических установок, допускаются: лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр при приеме на работу; имеющие квалификацию оператора технологических установок и средне-специальное образование; имеющие допуск не ниже II группы по электробезопасности; прошедшие обучение, проверку знаний: требований охраны труда газовой и пожарной безопасности при проведении конкретных работ на объекте по действиям при ликвидации аварий и их последствий, по оказанию доврачебной помощи; имеющие навыки применения соответствующих СИЗ.

Оператор технологических установок при работе на территории НПЗ руководствуется «Инструкцией для оператора технологических установок» [16].

Обязанности оператора технологических установок:

- запускает оборудование, выводит установку на нужный режим;
- ведет технологический процесс, регулирует параметры техпроцесса и контролирует соблюдение технологического режима, а согласно лабораторным анализам регулирует режим установки;
- обеспечивает бесперебойную и безаварийную работу некоторых участков и блоков установки и наблюдает за тем, как все оборудование в целом выполняет свои функции;
- следит за правильной эксплуатацией оборудования и при необходимости (в плановом режиме и при аварии) останавливает нужные блоки

установки для ликвидации возникающих отклонений или для предупреждения аварийных ситуаций, осуществляет техобслуживание оборудования и КИП, участвует в ремонте оборудования;

- ведет учет выпущенной продукции.

Рабочими объектами оператора технологических установок являются:

- площадка резервуаров хранения нефтепродуктов;
- операторская.

5.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды оператора технологических установок

На человека в процессе его трудовой деятельности могут воздействовать опасные (вызывающие травмы) и вредные (вызывающие заболевания) производственные факторы. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К опасным физическим факторам воздействующими на оператора относятся: движущиеся машины и механизмы; различные подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования (приводные и передаточные механизмы, режущие инструменты, вращающиеся и перемещающиеся приспособления и др.); отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента, электрический ток, повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов и т. д.

Вредными для здоровья физическими факторами воздействующими на оператора являются: повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; высокие влажность и скорость движения воздуха; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений – тепловых, ионизирующих, электромагнитных, инфракрасных и др. К вредным физическим факторам относятся также запыленность и загазованность воздуха

рабочей зоны; недостаточная освещенность рабочих мест, проходов и проездов; повышенная яркость света и пульсация светового потока.

5.2.1 Микроклимат

Влияние охлаждения на организм человека: повышение тонуса сосудов, увеличение артериального давления, утомляемость, головные боли, снижение внимания, травматизм, нарушение чувствительности.

Последствия охлаждающего микроклимата: инсульт (кровоизлияние), ишемическая болезнь, язвенная болезнь, гастрит, снижение физической силы (выносливость), обморожение, атеросклероз, рост простудных заболеваний.

В целях нормализации теплового состояния в операторной – температура воздуха на уровне 21–25 °С. Также, операторная оборудована радиаторами отопления, температура которых находится в диапазоне 35–40 °С для обогрева кистей и стоп.

Согласно санитарным правилам и нормам СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21) оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, приведенные в таблице 13, соответствуют показателям помещения рабочего места оператора технологических установок [18].

Таблица 13 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб (140 – 174)	21 – 23	20 – 24	60 – 40	0,1
Теплый		22 – 24	21 – 25		

При подготовке к работам оператор технологических установок обязан: одеть спецодежду, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты для работы при низких температурах на открытом воздухе в соответствии с погодными условиями; подобрать необходимый инструмент с учетом хрупкости металла и материалов при низких температурах.

5.2.2 Производственный шум

Интенсивное шумовое воздействие на организм человека неблагоприятно влияет на протекание нервных процессов, способствует развитию утомления, изменениям в сердечно-сосудистой системе и появлению шумовой патологии, среди многообразных проявлений которой ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита.

Особенности негативного действия производственного шума на оператора технологических установок: тугоухость; синдром хронической усталости; страх, тревога; повышенная раздражительность, утомляемость; вестибулярные нарушения; нарушение артериального давления; гастрит, язвенная болезнь; снижение иммунитета. В таблице 19 приведены правила и нормы согласно [19].

Таблица 14 – Параметры шума на рабочих местах операторов технологических установок

Наименование установки производства №1	ПДУ, Дб	Фактический показатель, Дб	Время воздействия, в % от времени смены
Установка АВТ-6	80	87	58,1
Установка «Висбрекинг»		93	82,3

Согласно параметрам шума на рабочих местах операторов технологических установок, приведенных в таблице 14, уровень шума на рабочих местах операторов технологических установок:

- установка «АВТ-6» на 7 Дб превышает предельно допустимый, что определяет условия труда операторов по этому фактору как вредные класса 3 со степенью вредности 1;

- установки «Висбрекинг» превышает предельно допустимый на 13 Дб, чему соответствует 3 класс условий труда «вредный», степень вредности – 2.

Мероприятия по профилактике вредного влияния производственного шума на оператора товарного включают в себя: медицинский осмотр один раз в год; направления в лечебно-профилактические учреждения; аттестация рабочих мест.

В качестве средств индивидуальной защиты для органов слуха от производственного шума и вибрации применяются наушники, вкладыши, беруши.

5.2.3 Производственное освещение

Освещение – электромагнитное излучение оптического диапазона. Перенос энергии без вещества. Делится на естественное и искусственное.

Освещенность – мера количества света равномерно распределенного на 1 м^2 .

Последствия нерационального освещения: повышенная утомляемость; близорукость; катаракта – помутнение хрусталика; травматизм; снижение производительности, качества.

Мероприятия проводимые по профилактике недостаточности освещенности, коллективной и индивидуальной защите: выбор рациональной схемы освещения; установка дополнительного светового оборудования; производственно-лабораторный контроль; профилактические медицинские осмотры; аттестация рабочих мест; средства индивидуальной защиты.

Расчет светового потока

Осуществим размещение осветительных приборов. Используя соотношения для наиболее выгодного расстояния между светильниками $\lambda = L/h$, а также то, что $h = h_2 - h_1 = 2,5$ м, из соотношений для расположения светильников находим $\lambda = 1,4$, следовательно, $L = \lambda \times h = 3$ м. Расстояние от стен помещения до крайних светильников – $L/3 = 1$ м.

Исходные данные для расчета:

Размеры помещения: $A = 6$ м, $B = 5$ м, $H = 4$ м;

Величина светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \times k \times S \times Z}{n \times \eta}, \quad (13)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп;

E – минимальная освещенность, $E = 200$ лк;

k – коэффициент запаса, $k = 1,5$;

S – площадь помещения, $S = 30$ м²;

n – число ламп в помещении, $n = 2$ шт;

η – коэффициент использования светового потока, $\eta = 0,51$;

Z – коэффициент неравномерности освещения, $Z = 0,9$.

Результат расчета величины светового потока $\Phi = 6480$ лм.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \times (A + B)}, \quad (14)$$

где S – площадь помещения, м²;

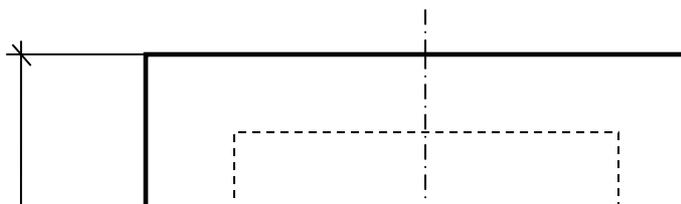
h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A, B – размеры сторон помещения.

Результат расчета величины светового потока $i = 1,09$

Исходя из расчетов величины светового потока $\Phi = 6480$ лм для светильников типа ОД, определяем лампы типа ЛБ и мощностью 125 Вт.

Таким образом, система общего освещения операторской должна состоять из 2 двухламповых светильников типа ОД с люминесцентными лампами ЛБ 125 Вт, построенных в 1 ряда по 2 светильника, схема расположения представлена на рисунке 4.



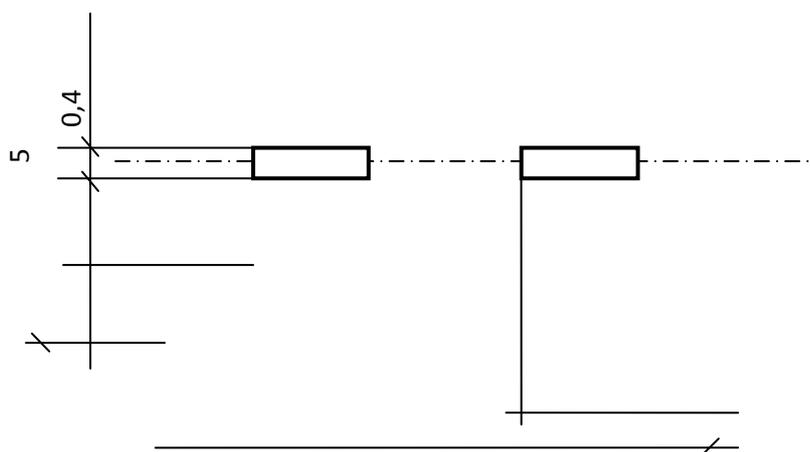


Рисунок 4 – Схема расположения светильников

5.2.4 Опасное вещество

На рабочих объектах оператора технологических установок, обращается опасное вещество – нефтепродукт. Нефть – легковоспламеняющаяся жидкость (горючая жидкость по приложениям 1,2 к Федеральному закону № 116-ФЗ) [5]. По степени воздействия на организм человека относится к 3 классу опасности. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны – 10 мг/м^3 . По своему химическому составу, представляют органические соединения, состоящие в основном из углерода и водорода. Пары жидких углеводородов обладают наркотическими свойствами, влияют на центральную нервную систему, вызывают отравления, сопровождающиеся головной болью, головокружением, тошнотой, рвотой, возможны психические расстройства. Вдыхание больших доз вредных газов может привести к потере сознания, нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы, смерти.

Признаки отравления: сухость во рту, тошнота, головокружение, дрожание рук, век, мышечные судороги, иногда состояние опьянения, затем потеря сознания.

Первая помощь пострадавшим при отравлении: свежий воздух, искусственное дыхание.

Жидкие углеводороды при попадании на кожу могут вызвать сухость и раздражение кожи.

Степень автоматизации процессов дает возможность свести к минимуму пребывание людей на объектах с возможными выделениями вредных продуктов.

Утвержденные нормы выдачи спецодежды из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с маслоотталкивающей пропиткой, а также с огнезащитной пропиткой или из огнестойких тканей на основе смеси мета- и параамидных термостойких волокон.

Кроме средств индивидуальной защиты общего назначения оператор товарный обеспечивается средствами индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, с учетом содержания в воздухе кислорода, токсичных газов и паров.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды оператора товарного

5.3.1 Механические опасности

Движущиеся машины и механизмы:

- на движущихся частях оборудования предусмотрена установка защитных кожухов;
- спецодежда имеет броский вид (светоотражающие элементы).

5.3.2 Электроопасность

Для защиты работников от поражения электрическим током, в том числе и защита от статического электричества, все токоведущие металлические части электрооборудования подлежат защитному заземлению.

Молниезащита зданий, сооружений и наружных установок, выполнена в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87 [27].

5.3.3 Пожаровзрывоопасность

Процессы перекачки опасных веществ под высоким давлением являются взрывопожароопасными. Разгерметизация оборудования и трубопроводов ведет к выбросу легковоспламеняющихся жидкостей на открытую площадку с возможностью последующего пожара или взрыва от источника воспламенения.

К основным причинам, связанным с отказом оборудования, относятся: прекращение подачи энергоресурсов; коррозия и эрозия оборудования и трубопроводов; физический износ или механическое повреждение; эксплуатация оборудования при параметрах, выходящих за пределы, указанные в технических условиях или паспортах; неисправность предохранительных клапанов и несоблюдение сроков их ревизии; неисправности контрольно-измерительных приборов и средств автоматики; пропуски углеводородного конденсата во фланцевых соединениях, результате разрыва прокладок, появления трещин, пропусков через дефекты в сварных швах и т.д.; неисправности приборов определения взрывоопасных концентраций горючих газов; несвоевременного и некачественного проведения ремонтных работ.

Наиболее частыми причинами взрывов и пожаров на объектах являются: воспламенение углеводородов от искр в электрических аппаратах, машинах, от атмосферного электричества; неисправность технологического оборудования; неосторожное обращение с открытым огнем; поломка оборудования (разрыв, внезапная разгерметизация); нарушение технологического процесса.

Основные профилактические мероприятия за которыми обязан следить оператор технологических установок для снижения уровня опасности производства:

- технические: осмотр платформ установки и резервуаров парка не менее одного раза за смену; своевременное освидетельствование, ревизия, ремонт сооружений, предохранительных устройств; исправность контрольно-измерительных приборов и средств автоматики; немедленное прекращение работы неисправного оборудования; площадка налива должна быть оснащена

первичными средствами пожаротушения по перечню, согласованному с местными органами пожарного надзора; своевременное и качественное проведение ремонтных работ.

- технологическое: строгое соблюдение технологического регламента; эксплуатация аппаратов, оборудования, трубопроводов при параметрах, соответствующих требованиям технических условий и паспорта.

5.4 Охрана окружающей среды

Основное воздействие на почвы, а также поверхностные и подземные воды при эксплуатации объекта возможно при аварийных разливах. Предусмотрена безаварийная работа объектов, но несмотря на принимаемые меры, аварийных ситуаций избежать невозможно. В связи с этим, для исключения отрицательного воздействия на окружающую среду при аварийных ситуациях предусмотрено обвалование резервуарного парка. И дальнейшее попадание проливов в аварийно-дренажную емкость.

Площадка НРЗ не является угрозой загрязнения гидросферы так как находится на достаточно далеком расстоянии от ближайшего водного объекта. Поэтому анализ негативного влияния на гидросферу не производится.

Основным видом негативного воздействия, является загрязнение атмосферного воздуха парами жидких углеводородов. С целью уменьшения загрязнения атмосферного воздуха предусмотрены технические решения, позволяющие свести до минимума вредное воздействие и предотвращение аварийных ситуаций: применение системы автоматики и блокировки; защита оборудования от превышения давления с помощью предохранительных клапанов.

При нормальной работе технологического оборудования по всем вредным веществам максимальные концентрации в атмосфере равняется 1 ПДК, поэтому выбросы вредных веществ, предлагаются в качестве предельно-допустимых.

5.5 Заключение по разделу социальная ответственность

В ходе проделанной работы по главе социальной ответственности мы выявили что факторы воздействующие на оператора технологических установок, такие как микроклимат и освещенность находятся в допустимых пределах, а уровень шума превышает допустимое значение. Был рассчитан световой поток и составлена система общего освещения операторской.

Заключение

Для поддержания риска на приемлемом уровне следует обеспечить выполнение следующих организационно-технических мероприятий:

- контроль со стороны должностных лиц за соблюдением обслуживающим персоналом требований нормативных документов и инструкций по эксплуатации;
- регулярное проведение осмотров и регламентных работ технологического оборудования, трубопроводов и арматуры;
- регулярное проведение тренинга персонала объекта;
- обучение персонала вопросам профессиональной деятельности и промышленной безопасности, организации его допуска к работе и своевременная аттестация;
- соблюдение требуемой периодичности и обеспечения необходимого качества диагностики и ремонта технологического оборудования;
- поддержание в постоянной готовности противоаварийных служб и подразделений к локализации и ликвидации аварий;
- проведение очередных и внеочередных инструктажей обслуживающего персонала объекта;
- поддержание на высоком уровне охраны объекта с целью предотвращения постороннего вмешательства в деятельность объекта и террористических актов;
- своевременным исполнением предписаний Ростехнадзора и других инспектирующих организаций.

В ходе работы были сделаны следующие выводы:

- Предприятия нефтепереработки являются потенциально опасными производственными объектами, подлежащими обязательному декларированию. Основными причинами возникновения ЧС является нарушение герметичности оборудования и технологического режима.

- По древу событий полного разрушения РВС-1000 выявлены следующие опасные исходы событий: пожар пролива; пожар-вспышка и взрыв ТВС;

- При помощи программы ТОКСИ+^{Risk} рассчитаны коллективный и индивидуальный риск при разрушении резервуара хранения нефтепродуктов объемом 1000 м³. Коллективный риск составил – $2,4 \times 10^{-5}$ чел/год.; индивидуальный риск – $3,7 \times 10^{-7}$ чел/год. Согласно статьи 93 Федерального закона № 123-ФЗ [12] риски являются приемлемыми;

- Произведен расчет экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на нефтеперерабатывающем заводе ООО «Юргаус», который составляет 8019212 руб.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1994. – 19 с.
2. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. – М.: Госстандарт России, 1994. – 18 с.
3. ГОСТ 2609 8-84 Межгосударственный стандарт. Нефтепродукты. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2010. – 14 с.
4. ПБ 08-624-03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. – М.: ПИО ОБТ, 2003. – 298 с.
5. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. (ред. от 13.07.2015) [Электронный ресурс] / Консультант Плюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=183010>. Дата обращения 18.03.2017.
6. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21 декабря 1994 69-ФЗ (ред. от 23.05.2016) [Электронный ресурс] / Консультант Плюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons /cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=198242>. Дата обращения 28.04.2017.
7. ГОСТ Р 22.1.02-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1995. – 11 с.
8. ВППБ-01-03-96 Правила пожарной безопасности для предприятий [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/42/42060/ . Дата обращения 15.03.2017.

9. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с изм. от 28.03.1990 № 625). – 17с.

10. ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования. М.: Издательство стандартов, 1976. – 10с.

11. ГОСТ 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. Введ. 01.01.2001. - М., 2001. – 94 с.

12. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=182705>. Дата обращения 30.04.2017.

13. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. МЧС РФ (приказ 404). [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/56/56326/. Дата обращения 09.09.2015.

14. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2014. – 67 с.

15. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах РД 03-496-02. Дата обращения 13.02.2016. [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44716/. Дата обращения 01.04.2017.

16. ИОТ – 08-16-2012 Инструкцией для оператора технологических установок ООО «Юргаус». – Гурьевск, 2013. – 7 с.

17. Об утверждении Норм бесплатной выдачи работникам теплой специальной одежды и теплой специальной обуви по климатическим поясам, единым для всех отраслей экономики (кроме климатических районов, предусмотренных особо в Типовых отраслевых нормах бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной

защиты работникам морского транспорта; работникам гражданской авиации; работникам, осуществляющим наблюдения и работы по гидрометеорологическому режиму окружающей среды; постоянному и переменному составу учебных и спортивных организаций Российской оборонной спортивно-технической организации (РОСТО)) Постановление Минтруда РФ от 31.12.1997 № 70 [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru – URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/4/4985/ Дата обращения 11.04.2017.

18. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21) [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru – URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/4/4985/ Дата обращения 14.03.2017.

19. СанПиН 2.2.2.540-96 Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru – URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/4/4985/ Дата обращения 13.05.2016.

20. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса Руководство 2.2.755-99 [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/6/6854/. Дата обращения 12.03.2017.

21. ГОСТ Р 52910-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия [Электронный ресурс] / Единая база ГОСТов РФ Gostexpert.ru – URL: <http://gostexpert.ru/data/files/52910-2008/8149d6b3b1c59a1171c3884777b2e560.pdf> Дата обращения 13.04.2017.

22. ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда [Электронный ресурс] / Единая база ГОСТов РФ Gostexpert.ru – URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-12.1.004-91>. Дата обращения 22.01.2017.

23. ГОСТ 12.2.020-76 Система стандартов безопасности труда. Электрооборудование взрывозащитное [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003836>. Дата обращения 15.12.2016.

24. ГОСТ 12997-84 Изделия ГСП. Общие технические условия [Электронный ресурс] / Единая база ГОСТов РФ Gostexpert.ru – URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-12997-84>. Дата обращения 01.02.2017.

25. Методика оценки последствий аварий взрывов топливно-воздушных смесей РД 03-409-01 [Электронный ресурс] / Консультант Плюс: Законодательство. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=334178#0>. Дата обращения 17.04.2017.

26. О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: Постановление Правительства РФ от 21.08.2000 № 613 (ред. от 14.11.2014) [Электронный ресурс] / Консультант Плюс: Документы. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28293/. Дата обращения 12.05.2017.

27. Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87 [Электронный ресурс] / Библиотека гостов и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/2/2794/. Дата обращения 10.02.2017.

28. Тляшева Р.Р., Ковалев Е.М., Чиркова А.Г. Оптимизация расположения оборудования опасных производственных объектов нефтеперерабатывающей промышленности / Мировое сообщество: проблемы и пути решения: Сб. науч. ст. Уфа: Изд-во УГНТУ, № 18.2005. – 176–180с.

29. Ковалев Е.М., Вахапова Г.М. Оценка потенциальной опасности технологических установок для переработки углеводородного сырья при прогнозировании возможных аварий / Нефтегазовое дело. – 2003. – 317-325 с.

30. Козлитин А.М. Развитие теории и методов оценки рисков для обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: ВНИИГазМ, 2001. – 378 с.

31. Попов А.И., Козлитин А.М. Методы экономической оценки промышленной и экологической безопасности высокорисковых объектов техносферы. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2000. – 216 с.

32. Количественная оценка риска химических аварий / Колодкин В.М., Мурин А.В., Петров А.К., Горский В.Г. / Под ред. Колодкина В.М. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2001. – 228с.

33. Котляревский В.А., Шаталов А.А. Ханухов Х.М. Безопасность резервуаров и трубопроводов. М.: Экономика и информатика, 2000. – 549 с

34. Кулешов В.П., Орлов Г.Г., Сорокин Ю.Г. Охрана труда в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебник для вузов. М.: Химия, 1983. – 472 с.

35. Махутов Н.А., Пермяков В.Н. Ресурс безопасной эксплуатации сосудов и трубопроводов. Новосибирск: Наука, 2005. – 439–501с.

36. Мониторинг опасных производственных объектов нефтегазовой отрасли / Тляшева Р.Р., Чиркова А.Г., Идрисов В.Р., Ковалев Е.М., Давыдова Е.В. // Нефтегазовое дело. – 2007. Т.4, № 2. – 108–123 с.

37. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09540-03) / Колл. авт.- М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. –125 с.

38. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие / Ахметов С.А., Сериков Т.П., Кузеев И.Р., Баязитов М.И.; Под ред. Ахметова С.А.. СПб.: Недра, 2006. – 815–868с.

39. Хуснияров М.Х. Разработка и применение методов анализа риска эксплуатации оборудования технологических установок нефтепереработки. Дисс. доктора тех. наук Уфа: УГНТУ, 2001. – 324с.

40. Яковлев Б.Н., Козлитин А.М. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка. Детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: Учебное пособие / Под ред. Попова А.И. Саратов: Сарат. гос. ун-т, 2000. – 124 с.

41. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Под ред. Кочетова К.Е., Котляревского В.А., Забегаева А.В. Книга 1, М.: Издательство Ассоциации строительных ВУЗов, 1995. – 193 с.

42. Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере. Киев.; Издательство «КМУГА», 1999. – 124 с.

43. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. М.; Химия, 1991.-432 с.

44. Измалков В.И. Безопасность и риск при техногенных воздействиях / В.И. Измалков, А.В. Измалков. – М.: НИЦЭБ РАН, 1994 г.– 269 с.

45. Лазарев Н.В. Вредные вещества в промышленности/ под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – 365 с.

46. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Техногенный риск и безопасность. – Пенза: Изд-во Пенз. Гос. Ун-та, 2001.– 171 с.

47. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Я.Д. Вишняков и др. – 3-е изд., испр. – М.: Изд. - Тельский центр «Академия», 2008. – 304 с

48. Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности / под ред. И. В. Рябова. – М.: Химия, 1970. – 336 с.

49. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС (книга 1) – М.: МЧС России, 1994 г.– 40 с.

50. Монахов В.Т. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и жидкости – М., 2007. – 53с.

Приложение А

Отчет по результатам расчетов в программе ТОКСИ+Risk (обязательное)

Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива

Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива

Исходные данные:

Вещество

Нефть

Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени,
кВт/м²

10

Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м²*с)

0,04

Эффективная площадь пролива =

40001,48

Методика:

Методика определения расч. величин пожарного риска на
ПО,2010/ГОСТ 12.3.047-2012

Таблица А.1 – Критерий: интенсивность излучения

Название критерия	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны "
Непереносимая боль через 20 сек.	7	112,87
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	150
Без негативных последствий	1,4	257,98

Продолжение приложения А

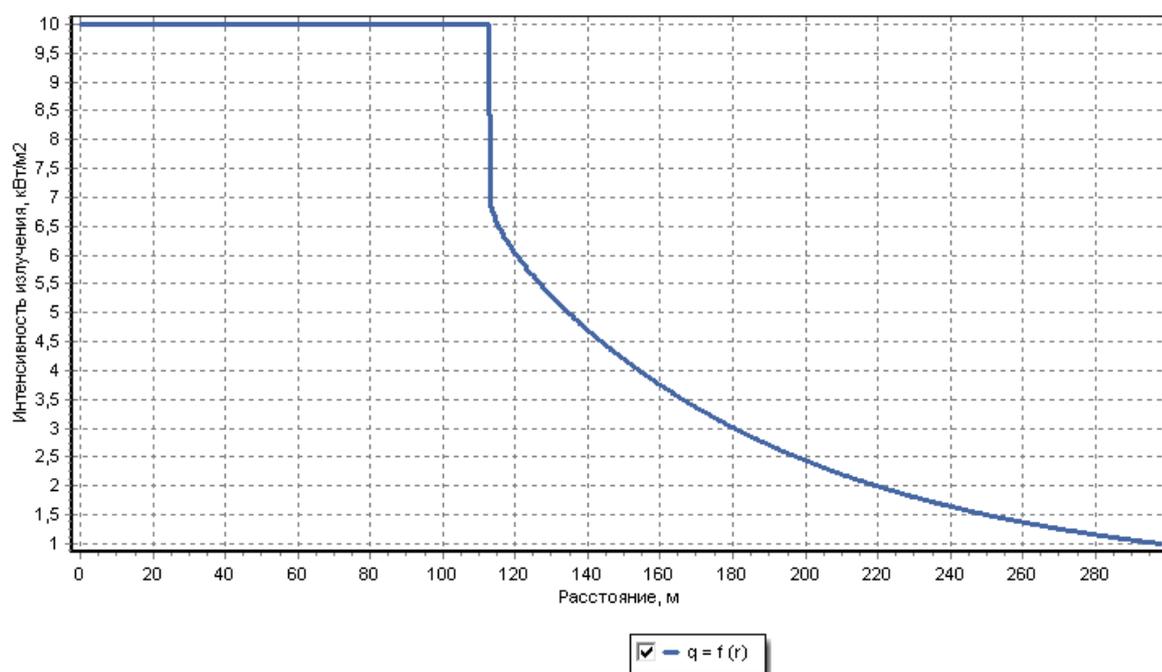


Рисунок А.2 – зависимость интенсивности излучения от расстояния

Продолжение приложения А

Протокол модуля

Показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов аварии

Таблица А.3 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар пролива

Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
склад	20	20	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	0
операторская	15	15	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	0
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	0
склад	20	20	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	45
операторская	15	15	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	45
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	45
склад	20	20	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	90
операторская	15	15	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	90
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	90
склад	20	20	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	135
операторская	15	15	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м ²	135

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.3 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар пролива

Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	135
склад	20	20	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	180
операторская	15	15	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	180
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	180
склад	20	20	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	225
операторская	15	15	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	225
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	225
склад	20	20	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	270
операторская	15	15	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	270
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	270
склад	20	20	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	315
операторская	15	15	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	315
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	315

Максимальное число пострадавших **35** чел. достигается при направлении ветра **315** градусов

* суммарное значение представляет собой итог по столбцу «число пострадавших» с учетом приведения каждого слагаемого вверх, к ближайшему целому

Продолжение приложения А

Протокол модуля

Показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов аварии

Таблица А.4 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка

Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел	Доля поражен ия, %	Наименование поражающей изолинии	Направлен ие ветра, град.
склад	20	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	0
операторская	15	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	0
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	0
склад	20	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	45
операторская	15	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	45
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	45
склад	20	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	90
операторская	15	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	90
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	90
склад	20	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	135

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.4 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка

операторская	15	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	135
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	135
склад	20	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	180
операторская	15	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	180
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	180
склад	20	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	225
операторская	15	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	225
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	225
склад	20	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	270
операторская	15	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	270
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	270
склад	20	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	315
операторская	15	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	315
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Пожар-вспышка: Нефть (средняя) М=75,00 кг	315

Максимальное число пострадавших 0 чел. достигается при направлении ветра 315 градусов

* суммарное значение представляет собой итог по столбцу «число пострадавших» с учетом приведения каждого слагаемого вверх, к ближайшему целому

Продолжение приложения А

Расчет последствий воздействия ударных волн при взрыве ТВС

Протокол расчетов по Методике

Исходные данные:

Вещество	Нефть (средняя)
Удельная теплота сгорания, МДж/кг	41
Стехиометрическая концентрация, кг/м ³	0,0648
Класс чувствительности	Чувствительные вещества
Агрегатное состояние	Газовое
Концентрация горючего, кг/м ³	Равна стехиометрической
Масса горючего, кг	75
Окружающее пространство	Слабо загроможденное пространство
Облако у поверхности земли	

Таблица А.5 – Критерии давление-импульс

Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа*с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Граница области сильных разрушений	36,626	0,775	0,02	17,44
Граница области значительных повреждений	21,102	0,318	0,029	40,92
Граница области минимальных повреждений	7,202	0,102	0,043	119
Полное разрушение остекления	6,999	0,1	0,043	122,2
50% разрушение остекления	2,5	0,029	0,064	405,46
10% и более разрушение остекления	2	0,023	0,068	508,53

Продолжение приложения А

Таблица А.5.1 – Критерий избыточное давление

Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа*с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Средние повреждения зданий	28	0,475	0,025	28,12
Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10%-ая вероятность разрыва барабанных перепонки	24	0,379	0,027	34,74
Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16	0,223	0,033	56,9
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	0,161	0,037	77,6
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	0,084	0,046	144,32
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	0,07	0,049	172,22
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	0,035	0,06	336,57
Пользовательский критерий	0	0	0,136	32663,71

Продолжение приложения А

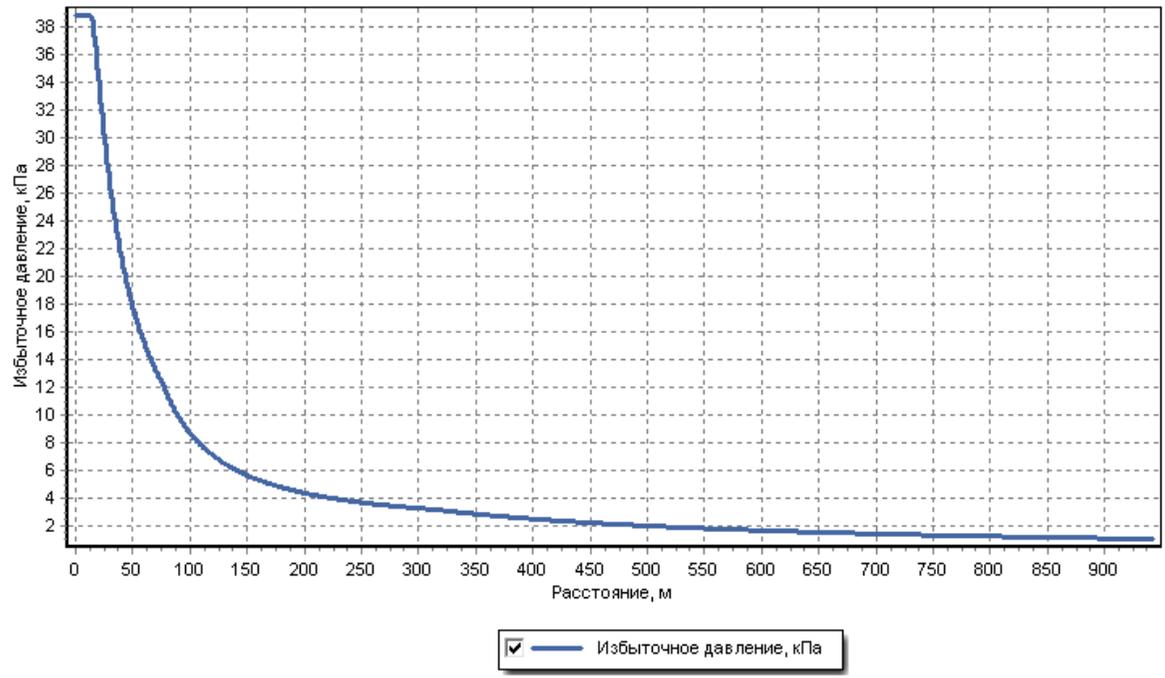


Рисунок А.6 – график зависимости избыточного давления от расстояния

Продолжение приложения А

Протокол модуля

Показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов аварии

Таблица А.7 – Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС

Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
склад	20	0	0	Граница области сильных разрушений	0
склад	20	2	6	Граница области значительных повреждений	0
операторская	15	0	0	Граница области сильных разрушений	0
операторская	15	0	0	Граница области значительных повреждений	0
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области сильных разрушений	0
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области значительных повреждений	0
склад	20	0	0	Граница области сильных разрушений	45
склад	20	2	6	Граница области значительных повреждений	45
операторская	15	0	0	Граница области сильных разрушений	45
операторская	15	0	0	Граница области значительных повреждений	45
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области сильных разрушений	45
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области значительных повреждений	45
Склад	20	0	0	Граница области сильных разрушений	90

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.7 – Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС

склад	20	2	6	Граница области значительных повреждений	90
операторская	15	0	0	Граница области сильных разрушений	90
операторская	15	0	0	Граница области значительных повреждений	90
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области сильных разрушений	90
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области значительных повреждений	90
склад	20	0	0	Граница области сильных разрушений	135
склад	20	2	6	Граница области значительных повреждений	135
операторская	15	0	0	Граница области сильных разрушений	135
операторская	15	0	0	Граница области значительных повреждений	135
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области сильных разрушений	135
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области значительных повреждений	135
склад	20	0	0	Граница области сильных разрушений	180
склад	20	2	6	Граница области значительных повреждений	180
операторская	15	0	0	Граница области сильных разрушений	180
операторская	15	0	0	Граница области значительных повреждений	180
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области сильных разрушений	180
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области значительных повреждений	180
склад	20	0	0	Граница области сильных разрушений	225
склад	20	2	6	Граница области значительных повреждений	225

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.7 – Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС

операторская	15	0	0	Граница области сильных разрушений	225
операторская	15	0	0	Граница области значительных повреждений	225
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области сильных разрушений	225
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области значительных повреждений	225
склад	20	0	0	Граница области сильных разрушений	270
склад	20	2	6	Граница области значительных повреждений	270
операторская	15	0	0	Граница области сильных разрушений	270
операторская	15	0	0	Граница области значительных повреждений	270
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области сильных разрушений	270
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области значительных повреждений	270
склад	20	0	0	Граница области сильных разрушений	315
склад	20	2	6	Граница области значительных повреждений	315
операторская	15	0	0	Граница области сильных разрушений	315
операторская	15	0	0	Граница области значительных повреждений	315
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области сильных разрушений	315
Административно-бытовой комплекс	30	0	0	Граница области значительных повреждений	315

Максимальное число пострадавших 2 чел. достигается при направлении ветра 315 градусов

* суммарное значение представляет собой итог по столбцу «число пострадавших» с учетом приведения каждого слагаемого вверх, к ближайшему целому

Продолжение приложения А

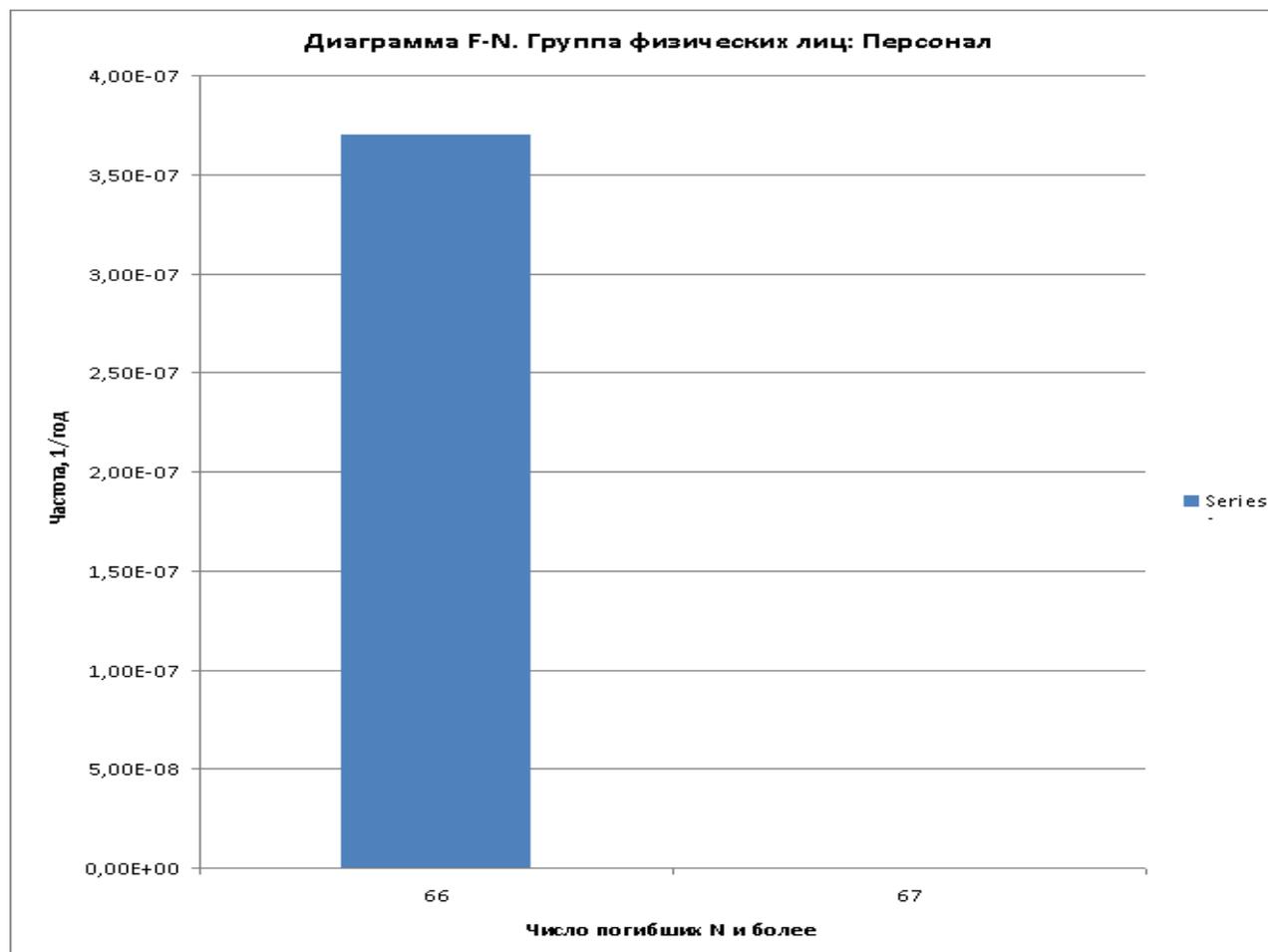


Рисунок А.8 – Социальный риск (Диаграмма F-N)

Продолжение приложения А

Таблица А.9 – лица, попавшие в зону действия опасных факторов

№ сценария аварии	Положение источника по оси X, м	Положение источника по оси Y, м	склад	операторская	Административно-бытовой комплекс	Итого по сценариям
1	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
2	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
3	3,26E+02	2,62E+02	20	15	30	65
4	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
5	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
6	3,26E+02	2,62E+02	20	15	30	65
7	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
8	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
9	3,26E+02	2,62E+02	20	15	30	65
10	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
11	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
12	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
13	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
14	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
15	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
16	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
17	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
18	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
Итого по площадным объектам			60	45	90	

Продолжение приложения А

Таблица А.10 – Таблица погибших

№ сценария аварии	Положение источника по оси X, м	Положение источника по оси Y, м	склад	операторская	Административно-бытовой комплекс	Итого по сценариям
1	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
2	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
3	3,26E+02	2,62E+02	20	15	30	65
4	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
5	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
6	3,26E+02	2,62E+02	20	15	30	65
7	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
8	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
9	3,26E+02	2,62E+02	20	15	30	65
10	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
11	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
12	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
13	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
14	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
15	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
16	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
17	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
18	3,26E+02	2,62E+02	0	0	0	0
Итого по площадным объектам			60	45	90	

Продолжение приложения А

Таблица А.11 – Сценарии аварии

№ сценария аварии	Опасное явление	Состояние оборудования	Оборудование	Площадный объект	Метео	Площадь пролива, м2	Площадь отверстия разгерметизации, м2	Частота сценария, 1/год	Коллективный риск для сценария, 1/год*чел	Индивидуальный риск для сценария, 1/год
1	Пожар-вспышка	Рабочее состояние 5	РВС 1000	операторская	ЮЗ, 1.5 м/с, F, 24.5 град. С	260,85	4,91E-04	1,48E-07	0,00E+00	0,00E+00
2	Пожар-пролива	Рабочее состояние 5	РВС 1000	операторская	-	260,85	7,85E-03	9,61E-07	0,00E+00	0,00E+00
3	Пожар-пролива	Рабочее состояние 5	РВС 1000	операторская	-	260,85	-	5,36E-07	8,02E-06	1,23E-07
4	Пожар-пролива	Рабочее состояние 7	РВС	склад	-	260,85	4,91E-04	2,61E-06	0,00E+00	0,00E+00
5	Пожар-пролива	Рабочее состояние 7	РВС	склад	-	260,85	7,85E-03	9,61E-07	0,00E+00	0,00E+00
6	Пожар-пролива	Рабочее состояние 7	РВС	склад	-	260,85	-	5,36E-07	8,02E-06	1,23E-07
7	Пожар-пролива	Рабочее состояние 8	РВС	Административно-бытовой комплекс	-	260,85	4,91E-04	2,61E-06	0,00E+00	0,00E+00
8	Пожар-пролива	Рабочее состояние 5	РВС 1000	операторская	-	260,85	4,91E-04	2,61E-06	0,00E+00	0,00E+00
9	Пожар-пролива	Рабочее состояние 8	РВС	Административно-бытовой комплекс	-	260,85	-	5,36E-07	8,02E-06	1,23E-07
10	Пожар-вспышка	Рабочее состояние 8	РВС	Административно-бытовой комплекс	ЮЗ, 1.5 м/с, F, 24.5 град. С	260,85	-	3,13E-08	0,00E+00	0,00E+00
11	Пожар-вспышка	Рабочее состояние 5	РВС 1000	операторская	ЮЗ, 1.5 м/с, F, 24.5 град. С	260,85	7,85E-03	5,52E-08	0,00E+00	0,00E+00
12	Пожар-вспышка	Рабочее состояние 5	РВС 1000	операторская	ЮЗ, 1.5 м/с, F, 24.5 град. С	260,85	-	3,13E-08	0,00E+00	0,00E+00

Продолжение приложения А

Таблица А.11 – Сценарии аварии

13	Пожар-вспышка	Рабочее состояние 7	РВС	склад	Ю3, 1.5 м/с, F, 24.5 град. С	260,85	4,91E-04	1,48E-07	0,00E+00	0,00E+00
14	Пожар-вспышка	Рабочее состояние 7	РВС	склад	Ю3, 1.5 м/с, F, 24.5 град. С	260,85	7,85E-03	5,52E-08	0,00E+00	0,00E+00
15	Пожар-вспышка	Рабочее состояние 7	РВС	склад	Ю3, 1.5 м/с, F, 24.5 град. С	260,85	-	3,13E-08	0,00E+00	0,00E+00
16	Пожар-вспышка	Рабочее состояние 8	РВС	Административно-бытовой комплекс	Ю3, 1.5 м/с, F, 24.5 град. С	260,85	4,91E-04	1,48E-07	0,00E+00	0,00E+00
17	Пожар-вспышка	Рабочее состояние 8	РВС	Административно-бытовой комплекс	Ю3, 1.5 м/с, F, 24.5 град. С	260,85	7,85E-03	5,52E-08	0,00E+00	0,00E+00
18	Пожар-пролива	Рабочее состояние 8	РВС	Административно-бытовой комплекс	-	260,85	7,85E-03	9,61E-07	0,00E+00	0,00E+00
Итого по объекту									2,41E-05	3,70E-07

Продолжение приложения А

Протокол модуля

«Анализ риска»

Таблица А.12 – Количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам

№ п/п	Наименование слоя	Число одновременно находящихся людей	Число рискующих	Коэф. присутствия	Коэффициенты защищенности от			Коллективный риск, чел/год	Индивидуальн ый риск, 1/год
					токсикки	взрывов	термического воздействия		
1.	склад	20	20	0.23	0.00	0.00	0.00	7.40E-006	3.70E-007
2.	операторская	15	15	0.23	0.00	0.00	0.00	5.55E-006	3.70E-007
3.	Административно-бытовой комплекс	30	30	0.23	0.00	0.00	0.00	1.11E-005	3.70E-007
Итого		65	65	0.23	0.00	0.00	0.00	2.4E-005	3.7E-007

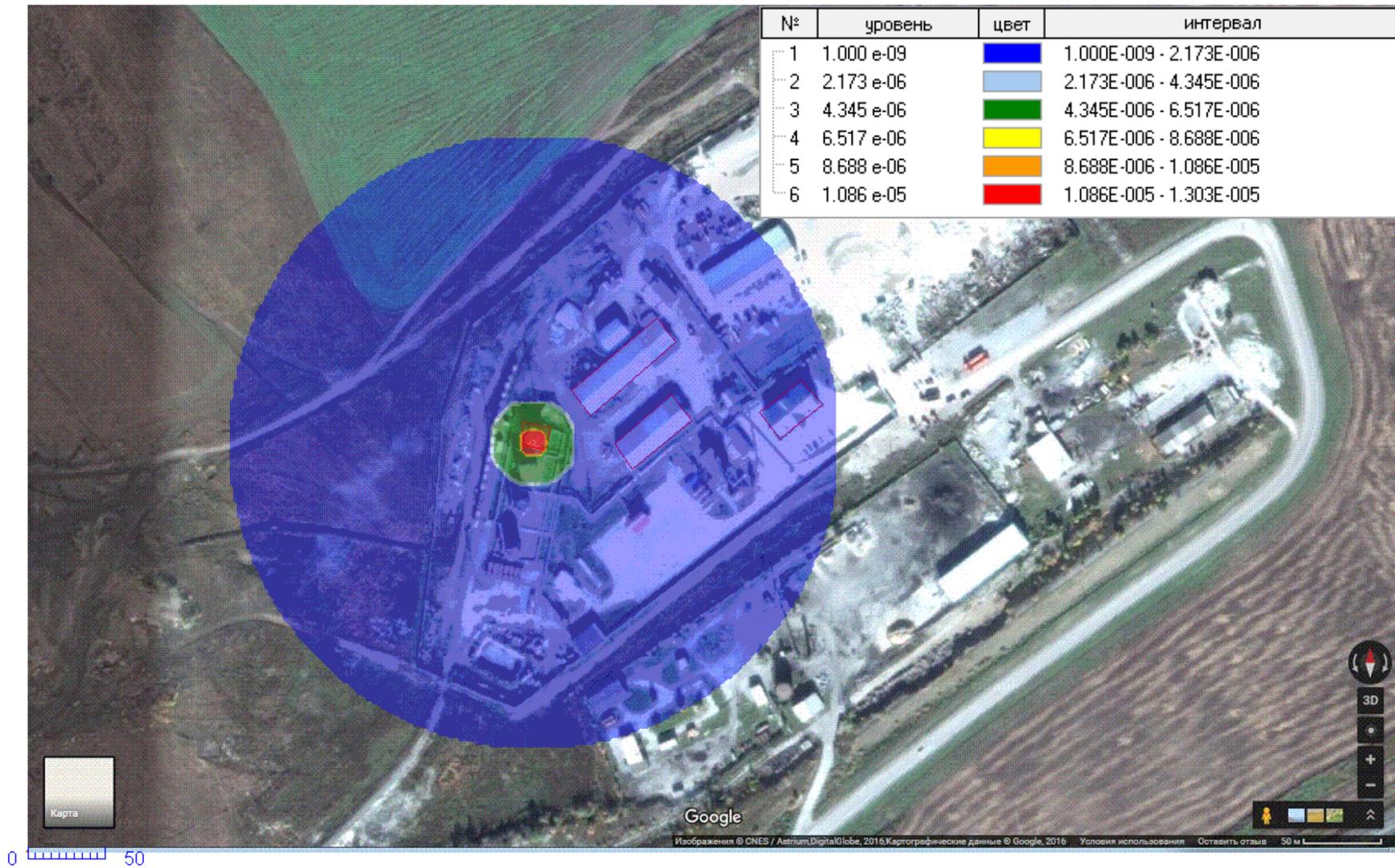


Рисунок А.13 – Ситуационный план аварийной ситуации