

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

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

УДК 614.841.3:665.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г51	Ивченко Ирина Васильевна		

Руководитель/ консультант

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В.Г.	к.пед.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность»	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 20.03.01 – «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.

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

Институт: Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
 Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ С.А. Солодский
 «__» _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенту:

Группа	ФИО
З-17Г51	Ивченко Ирине Васильевне

Тема работы:

Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефтепродуктов на ООО «Юргаус» г. Гурьевск	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 31.01.2020 г. № 13/С

Срок сдачи студентами выполненной работы:	05.06.2020 г.
---	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе:	1. Мощность НПЗ 15 тысяч тонн в год. 2. Общая площадь промышленной площадки объекта составляет 9,13 га, периметр 1,2 км. 3. На территории объекта расположено следующее технологическое оборудование: – ректификационная колонна; – холодильные установки; – сепараторы; – компрессорные станции; – насосные станции; – технологические трубопроводы и продуктопроводы. 4. Хранение нефти и нефтепродуктов осуществляется в резервуарном парке, который включает в себя: – резервуар вертикальный стальной вместимостью 1000 м ³ – 4 ед.; – резервуар вертикальный стальной вместимостью 75 м ³ – 6 ед.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:	1. Провести литературный обзор по вопросам состояния проблем обеспечения безопасности на объектах нефтепереработки. 2. Дать характеристику объекта защиты НПЗ

	ООО «Юргаус» и оценить мероприятия объекта защиты по обеспечению пожарной и промышленной безопасности. 3. Рассчитать индивидуальный и коллективный риск и зоны поражения в случае реализации наихудшего сценария. 4. Рассчитать затраты на ликвидацию последствий разлива нефтепродукта.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г., к.пед.н., доцент
Социальная ответственность	Солодский С.А., к.т.н.
Нормоконтроль	Мальчик А.Г., к.т.н.

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

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2020 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель/ консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г51	Ивченко И.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 101 страницу, 9 рисунков, 17 таблиц, 2 приложения, 40 источников.

Ключевые слова: НЕФТЕПРОДУКТЫ, ПОЖАР НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ, ВЗРЫВ, ОЦЕНКА РИСКА, ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ РИСК, КОЛЛЕКТИВНЫЙ РИСК.

Цель работы: проведение оценки риска при разрушении резервуара с нефтью и расчет последствий на НПЗ ООО «Юргаус».

В процессе исследования проводилось изучение нормативно-правовой литературы в области обеспечения безопасности на нефтеперерабатывающих производствах.

В результате была изучена система безопасности на НПЗ ООО «Юргаус» и проведена оценка индивидуального и коллективного риска при разрушении резервуара с нефтью.

Степень внедрения: начальная.

Экономическая эффективность/значимость работы высокая.

В будущем планируется продолжить детальную разработку с последующим внедрением и анализом эффективности.

Abstract

The final qualifying work contains 101 pages, 9 figures, 17 tables, 2 appendices, 40 sources.

Keyword: PETROLEUM PRODUCTS, FIRE AT A REFINERY, EXPLOSION, RISK ASSESSMENT, INDIVIDUAL RISK, COLLECTIVE RISK.

Objective: risk assessments in the destruction of an oil storage tank and calculation of effects on refinery OOO «Yurgaus».

In the course of the research, we studied the regulatory and legal literature in the field of safety at oil refineries.

As a result, the safety system at the OOO «Yurgaus» oil refinery was studied and an assessment of individual and collective risk in the event of destruction of the oil tank was carried out.

Degree of implementation: initial.

The economic efficiency/significance of the work is high.

In the future, it is planned to continue detailed development with subsequent implementation and performance analysis.

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.

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 – топливно-воздушная смесь.

Содержание

Введение	11
1 Общие сведения по безопасности на нефтеперерабатывающих заводах	13
1.1 Статистика аварий на нефтеперерабатывающих заводах	13
1.2. Нормативно-правовые акты в области обеспечения безопасности объектов нефтеперерабатывающей промышленности	16
1.3 Система обеспечения безопасности на нефтеперерабатывающем заводе	18
1.3.1 Промышленная безопасность	18
1.3.2 Экологическая безопасность	20
1.3.3 Пожарная безопасность	21
1.3.4 Система безопасности и видеонаблюдения, охрана объекта	23
1.3.5 Охрана труда	25
1.3.6 Декларирование безопасности	26
2 Объект и методы исследования	29
2.1 Объект и предмет исследования	29
2.2 Общая характеристика объекта	29
2.3 Физико-географическая характеристика местоположения объекта	31
2.4 Характеристика пожаровзрывоопасных обращающихся веществ	32
2.5 Резервуарный парк НПЗ ООО «Юргаус»	32
2.6 Обеспечение пожарной безопасности технологического процесса	34
3 Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефти	39
3.1 Исходные данные для расчета	40
3.2 Расчет последствий разрушения	41
3.2.1 Описание сценария аварии рассеяние без воспламенения	42
3.2.2 Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива	42

3.2.3 Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка	44
3.2.4 Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС)	45
3.3 Оценка риска	48
3.4 Сведения о системе оповещения в случае возникновения аварии на объекте	50
3.5 Порядок действий в случае возникновения чрезвычайной ситуации на НПЗ ООО «Юргаус»	53
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	57
4.1 Оценка экономического ущерба	57
4.2 Затраты на локализацию, ликвидацию последствий и расследование причин аварии	59
4.3 Экологический ущерб	64
4.4 Результаты оценки ущерба	65
5 Социальная ответственность	67
5.1 Описание рабочего места оператора технологических установок	67
5.2 Анализ выявленных опасных и вредных факторов производственной среды оператора технологических установок	68
5.2.1 Микроклимат	69
5.2.2 Производственный шум	71
5.2.3 Производственное освещение	72
5.3 Охрана окружающей среды	75
5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях	76
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	76
Заключение	79
Список использованной литературы	81
Приложение А	
Приложение Б	

Введение

Нефтеперерабатывающая промышленность является одной из ключевых в нашей стране. Наряду с крупными нефтяными компаниями и нефтеперерабатывающими заводами большой мощности, популярность набирают небольшие нефтеперерабатывающие предприятия малой мощности, так называемые мини-НПЗ. Их особенность заключается в том, что они, как правило, располагаются довольно близко к конечному потребителю, т.е. вблизи городов и населенных пунктов, зачастую они создаются крупными предприятиями для обеспечения собственных нужд в горюче-смазочных материалах, при этом оставаясь таким же потенциально опасным объектом, как и большие НПЗ.

В связи с этим становится актуальным вопрос количественной оценки риска на таких объектах. Оценка риска, включающая в себя всестороннюю идентификацию опасностей, позволяет дать ответ на вопрос – насколько данный объект безопасен для персонала, который на нем работает, насколько безопасен для населения, проживающего вблизи НПЗ, а также для окружающей и природной среды. Оценка риска также позволяет в случае, если значение будет превышать установленное нормативными документами Российской Федерации, провести необходимые мероприятия по снижению его до допустимого уровня, при этом траты будут необходимы и обоснованы.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проведение оценки риска при разрушении резервуара с нефтью и расчет последствий на НПЗ ООО «Юргаус».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить нормативно-правовые акты Российской Федерации в области обеспечения безопасности на нефтеперерабатывающих предприятиях;
- провести анализ системы обеспечения безопасности на НПЗ

ООО «Юргас»;

- провести оценку риска на данном объекте;
- рассчитать последствия при разрушении резервуара РВС-1000 с нефтью.

1 Общие сведения по безопасности на нефтеперерабатывающих заводах

1.1 Статистика аварий на нефтеперерабатывающих заводах

Нефтеперерабатывающий завод представляет собой промышленное предприятие, где происходит переработка исходного сырья (нефти) в бензин, авиационный керосин, дизельное топливо, масла, битумы, смазки, мазут и др. продукты нефтепереработки.

Современные нефтеперерабатывающие заводы имеют повышенные требования к обеспечению безопасности функционирования своих производств, в том числе пожарной безопасности, промышленной безопасности, а также охране труда, что связано как с наличием пожаровзрывоопасных веществ, обращающихся на нефтеперерабатывающем заводе, так и с самим технологическим процессом. Организационно-технические меры позволяют предотвратить аварийные ситуации, смягчить их последствия, обеспечить готовность сил и средств к оперативной их локализации и ликвидации, и в конечном итоге максимально снизить уровень риска для сотрудников предприятия, а также населения в близлежащих границах.

Согласно данным Ростехнадзора, на 2018 год зарегистрировано 4389 опасных производственных объектов нефтехимических, нефтегазоперерабатывающих производств и объектов нефтепродуктообеспечения, в том числе [1-5]:

- I класса опасности – 363;
- II класса опасности – 418;
- III класса опасности – 3393;
- IV класса опасности – 215.

Общее количество нефтеперерабатывающих заводов в России – 32 единицы с общей мощностью 284 млн. тонн/год, большая их часть

принадлежит таким крупным компаниям как Лукойл, Роснефть, Газпром, Башнефть и др.

Несмотря на высокий уровень безопасности на нефтеперерабатывающих заводах, аварии на них происходят ежегодно, в том числе и со смертельными исходами.

На рисунке 1 представлена диаграмма динамика аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом за последние 5 лет на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса.



Рисунок 1 – Динамика аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом за период с 2014 по 2018 гг. на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса

Из диаграммы (рис.1) видно, что в среднем ежегодно происходит порядка 17 аварий, что с учетом серьезности таких аварий, крупного ущерба и гибели людей является довольно весомой цифрой.

За последние несколько лет произошел ряд серьезных аварий, анализ которых позволяет сделать выводы о наиболее уязвимых местах в вопросе обеспечения безопасности на нефтеперерабатывающих заводах. Рассмотрим некоторые из них.

В апреле 2019 при проведении пусконаладочных работ насосного оборудования линии подачи сырья в технологическую печь установки «Висбрекинг гудрона» в филиале ПАО «Башнефть-Уфимский НПЗ» произошла разгерметизация змеевика печи с последующим выходом сырья (гудрона) во внутрь топочного пространства и развитием пожара. Пострадавших в данной аварии не было, но экономический ущерб от аварии оставил практически 210 млн. рублей.

Причинами случившегося стало:

- нарушение технологического режима подачи сырья вследствие несанкционированного отключения обслуживающим персоналом системы противоаварийной автоматической защиты технологической печи;
- несоблюдение персоналом технологической дисциплины и ненадлежащий контроль за ведением технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента на производство продукции.

В ноябре 2018 г. произошел пожар на АО «Газпромнефть-Московский НПЗ». Результатом стал огромный экономический ущерб – 4 млрд. рублей, пострадавших в данной аварии не было.

Причинами пожара на АО «Газпромнефть-Московский НПЗ» стали следующие события:

- разгерметизация горизонтального участка трубопровода печи вследствие коррозионного износа;
- по окончании капитального ремонта объект запущен в эксплуатацию при не выполненных в полном объеме проектных решениях;
- не осуществлен производственный контроль в части обеспечения работоспособности средств автоматического отключения подачи сырья в печь.

Другие аварии на нефтеперерабатывающих заводах за последние несколько лет, их причины и последствия рассмотрены в Приложении А.

Проанализировав данные рассмотренных аварий, а также Приложение А, можно выделить основные причины аварий на

нефтеперерабатывающих заводах:

- внутренние опасные факторы, вызванные разрушением, либо разгерметизацией технических устройств;
- ошибки персонала, связанные с нарушением требований организации и производства опасных видов работ, организации работ по обслуживанию оборудования.

1.2. Нормативно-правовые акты в области обеспечения безопасности объектов нефтеперерабатывающей промышленности

Нормативно-правовые акты в области обеспечения безопасности объектов нефтеперерабатывающей промышленности представлены как на федеральном уровне, так и на уровне министерств, ведомств, а также объектовых стандартов. Рассмотрим основные из них:

- Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ [6]. Определяет понятие «опасного производственного объекта», требования промышленной безопасности на всех стадиях жизненного цикла объекта от проектирования до его ликвидации, требования к готовности сил и средств к локализации и ликвидации последствий аварии, требования к организации производственного контроля, вопросы страхования, государственного надзора, общественного контроля и др.;

- Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме». Предъявляет требования пожарной безопасности организационного характера к производственным объектам, в том числе пожаровзрывоопасным, требования к инструкции по обеспечению пожарной безопасности, к транспортировке пожаровзрывоопасных веществ, обеспечение объектов первичными средствами пожаротушения, нормы комплектации пожарных щитов и др.;

– Приказ Ростехнадзора от 11.03.2013 № 96 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств». Представлены требования к обеспечению взрывобезопасности, к аппаратному обеспечению технологических процессов, описаны системы контроля, управления, сигнализации и противоаварийной автоматической защиты, требования к электрообеспечению и электрооборудованию взрывоопасных технологических систем, к системам отопления и вентиляции, водопровода и канализации взрывопожароопасных производств и др.;

– Приказ Ростехнадзора от 24.01.2018 № 29 «Об утверждении руководства по безопасности «Методические рекомендации по классификации техногенных событий в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса». Руководство содержит рекомендации по классификации техногенных событий промышленной безопасности, применяется при расследовании и учете аварий и инцидентов; определении уровня безопасности; анализе опасностей и оценке риска аварий, учету и предупреждению нарушений требований промышленной безопасности; разработке мероприятий по ликвидации аварий, деклараций промышленной безопасности, обоснования безопасности и др.;

– ПБЭ НП-2001 Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств (утв. Минэнерго РФ 11.12.2000). Определяет необходимость разработки и внедрения системы управления промышленной безопасностью и охраной труда на нефтеперерабатывающем производстве, специфические требования к отдельным видам технологических процессов, (например, слив и налив нефтепродуктов, производство парафина и др.), требования безопасности к эксплуатации и ремонту технологического оборудования, порядок проведения различных инструктажей, а также требования к средствам индивидуальной защиты и оказания первой помощи;

– РД 03-14-2005 Порядок оформления декларации промышленной

безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений. Декларация должна включать в себя общие сведения, результаты анализа безопасности, обеспечение требований промышленной безопасности, выводы, ситуационные планы, Приложения Б.

Основываясь на приведенных выше нормативно-правовых актах, а также других документах, можно выделить основные составляющие системы обеспечения безопасности на нефтеперерабатывающем заводе (рис. 2) [7].

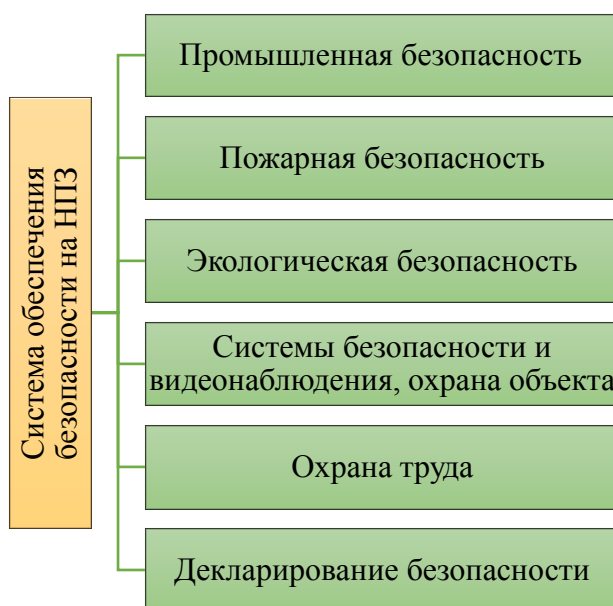


Рисунок 2 – Система обеспечения безопасности на НПЗ

1.3 Система обеспечения безопасности на нефтеперерабатывающем заводе

1.3.1 Промышленная безопасность

Промышленная безопасность представляет собой целый комплекс разносторонних мероприятий, направленных на то, чтобы предотвратить, либо минимизировать последствия аварий на нефтеперерабатывающем заводе

(далее – НПЗ).

Поскольку деятельность нефтеперерабатывающих заводов вне зависимости от их мощности попадает под действие закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности», так как там эксплуатируются опасные вещества в количествах, при которых НПЗ можно отнести к I или II классу опасности [6, табл. 2], то имеется необходимость в формировании специальной службы, которая отвечает за управление промышленной безопасностью (далее – СУПБ).

Создание на нефтеперерабатывающем заводе системы управления промышленной безопасностью позволяет достичь следующих целей:

- определить цели и задачи объекта в области промышленной безопасности, а также проинформировать о них заинтересованную общественность;
- спрогнозировать риск аварий и связанных с ними угроз;
- спланировать и в дальнейшем реализовать меры, направленные на уменьшение риска аварий на НПЗ, в том числе при выполнении работ на объекте сторонними организациями;
- скоординировать работы по предупреждению аварийных ситуаций;
- осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;
- обеспечить безопасность опытного применения технических устройств без проведения экспертизы промышленной безопасности при условии соблюдения параметров технологического процесса, отклонения от которых могут привести к аварии;
- своевременно скорректировать меры для снижения риска аварий на нефтеперерабатывающем заводе;
- работники предприятия могут принимать участие в разработке и реализации мер, направленных на снижение риска;
- информационное обеспечение осуществления деятельности в области

промышленной безопасности.

1.3.2 Экологическая безопасность

Производство нефтепродуктов тесно связано с влиянием на экологию. В результате технологических процессов загрязняется воздух (выбросы сероводорода, фенола, окислов азота, аммиака и др.), почва (нефтешламы), грунтовые воды и водоемы (сточные воды, не вошедшие в оборотную систему НПЗ), что в общем счете оказывает неблагоприятное воздействие в долгосрочной перспективе на окружающую среду (рис. 3).

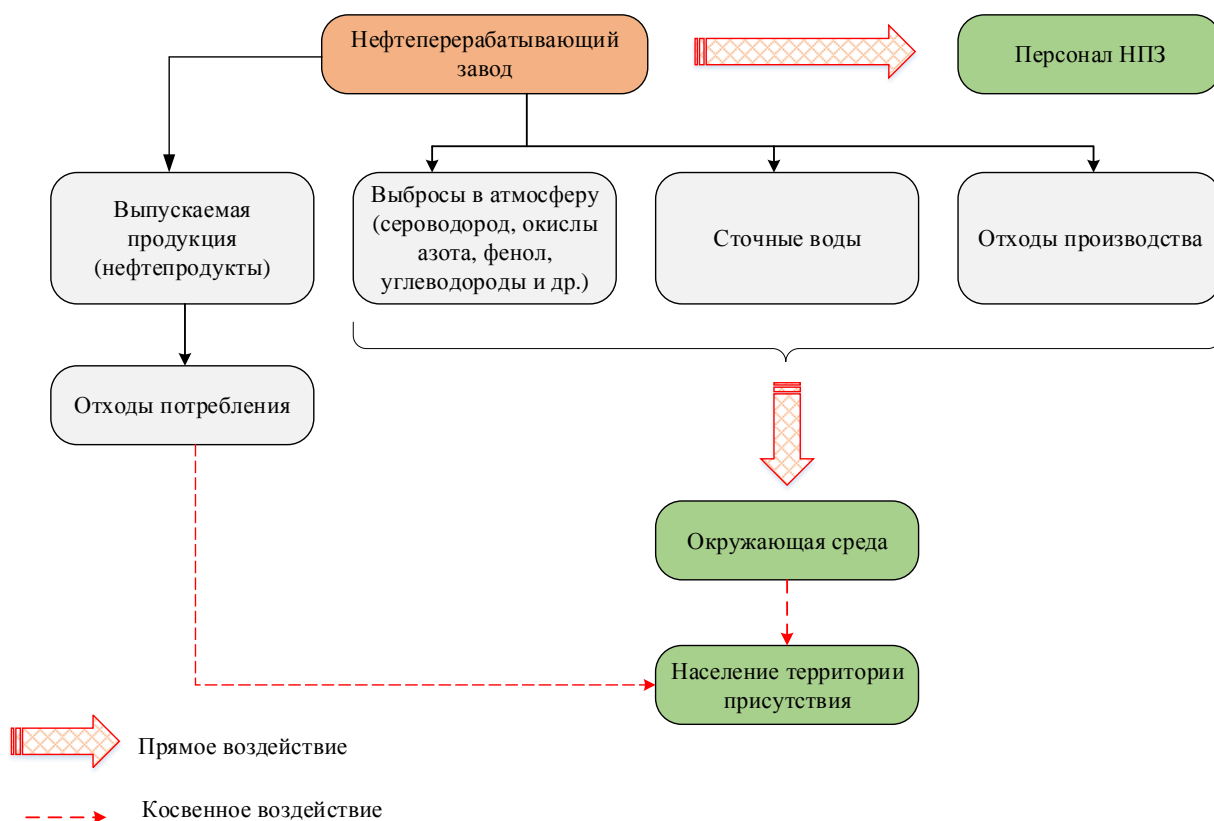


Рисунок 3 – Воздействие нефтеперерабатывающего предприятия на окружающую среду

Под экологической безопасностью понимается допустимый уровень негативного воздействия факторов экологической опасности на окружающую

среду и человека.

Система экологической безопасности на нефтеперерабатывающем заводе решает следующие задачи:

- определение и оценка комплекса факторов экологической опасности, проявляющихся на конкретном НПЗ;
- выявление и последующая оценка экологических рисков и их мониторинг;
- нормирование воздействий на окружающую среду путем применения современного оборудования, качественной очистки воздуха и сточных вод;
- внедрение природоохранных технологий и рациональное использование природных ресурсов;
- мониторинг индикаторов устойчивого развития, их анализ и корректировка;
- формирование экологической политики НПЗ;
- анализ и корректировка индикаторов устойчивого развития;
- предупреждение и минимизация последствий проявления антропогенных факторов экологической опасности;
- соблюдение законодательных требований в отношении использования и потребления энергии и энергетической эффективности.

1.3.3 Пожарная безопасность

Основными направлениями обеспечения пожарной безопасности являются:

- система предотвращения пожара;
- система противопожарной защиты;
- комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Пожарная безопасность нефтеперерабатывающего завода включает в себя следующие элементы:

- объемно-планировочные решения и конструктивное исполнение эвакуационных путей, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре;

- системы обнаружения пожара (пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной эвакуации людей. На НПЗ как правило применяется СОУЭ 3-го типа, сблокированная с пожарной либо технологической автоматикой;

- системы коллективной защиты и средства индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара, которые должны обеспечивать безопасность людей в течение всего времени воздействия на них опасных факторов пожара;

- систему противодымной защиты, которая должна обеспечивать защиту людей на путях эвакуации и в безопасных зонах от воздействия опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или всего времени развития и тушения пожара посредством удаления продуктов горения и термического разложения и (или) предотвращения их распространения;

- применение основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемой степени огнестойкости зданий, сооружений и классу их конструктивной пожарной опасности;

- система пожаротушения (первичные средства пожаротушения, автоматические установки пожаротушения, для нефтепродуктов как правило используют пенное тушение, а также воду для охлаждения).

Руководитель нефтеперерабатывающего завода несет персональную ответственность за пожарную безопасность, за содержание в исправном

состоянии средств противопожарной защиты, выполнение предписаний органов государственного пожарного надзора на объекте. Также ответственность несут руководители отдельных цехов, участков, назначенные приказом руководителя НПЗ ответственными за пожарную безопасность.

Индивидуальный пожарный риск на производственном объекте, в частности нефтеперерабатывающем заводе, не может превышать 1×10^{-6} в год, а при невозможности обеспечения данного показателя он может быть увеличен до 1×10^{-4} в год при условии, что работникам будут компенсированы условия работы при повышенном риске и персонал будет обучен действиям при пожаре [9].

1.3.4 Система безопасности и видеонаблюдения, охрана объекта

Система безопасности, видеонаблюдения и охраны нефтеперерабатывающего завода на сегодняшний день является современным и эффективным элементом в общем комплексе мероприятий по безопасности. Затраты на профилактику возможных аварий и несчастных случаев, как показывает практика, ниже, чем расходы на устранение опасности и ликвидацию последствий аварий.

Система безопасности, видеонаблюдения и охраны нефтеперерабатывающего завода строится по двум основным направлениям:

- защита периметра, контроль доступа с целью предотвратить несанкционированный доступ на НПЗ, а также не допустить возможный теракт;
- обеспечение безопасности значимой для предприятия той или иной операции, включая мониторинг технологических процессов, контроль персонала или обстановки в целом за счет организации видеонаблюдения.

Наиболее уязвимыми объектами на НПЗ являются системы сбора и обработки информации о развитии ЧС и системы принятия решений по оперативным действиям, направленным на ликвидацию последствий, а также

системы сбора и обработки информации о возможных причинах возникновения ЧС, что ставит задачу перед рассматриваемой системой препятствовать любым попыткам воздействия на технические средства охраны объекта и программное обеспечение технических систем, эксплуатируемых на предприятии.

Системы защиты НПЗ можно разделить на следующие:

- физическая защита, в том числе комплекс программно-технических средств;

- организационно-технические мероприятия.

Физическая защита обеспечивает:

- идентификацию сотрудников НПЗ и учет рабочего времени;
- контроль посещения объекта различными сторонними службами, как правило данную задачу решает бюро пропусков;

- оперативный мониторинг и контроль локальных зон, управление доступом с помощью цифровых систем видеонаблюдения и системы контроля и управления доступом с автоматизированного рабочего места администратора безопасности;

- учет и контроль транспортных средств и железнодорожного транспорта;

- автоматическое восстановление жизненно важных компонентов системы – резервирование каналов связи, а также наличие систем гарантированного питания;

- защиту от компьютерного вирусного воздействия;
- предотвращение несанкционированной передачи конфиденциальной информации НПЗ.

Организационно-технические мероприятия включают в себя:

- оптимизация конфигурации, а также настроек программного и аппаратного обеспечения с целью недопущения превышения максимальной нагрузки на серверы сети, поддерживающие работоспособность системы;

- резервное копирование;

- применение систем гарантированного питания;
- выделение пользователям и администраторам только тех прав доступа, которые необходимы им для выполнения своих служебных обязанностей;
- распределение обязанностей, ответственности и ролей, когда каждый из элементов сети не может нарушить критически важный для организации процесс.

1.3.5 Охрана труда

Охрану труда на нефтеперерабатывающем заводе можно рассматривать как систему сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, закреплены ст. 37 Конституции Российской Федерации.

Система охраны труда на нефтеперерабатывающем заводе должна отвечать государственным нормативным требованиям охраны труда и требованиям, установленным правилами и инструкциями по охране труда [11].

Система охраны труда на НПЗ включает в себя [12]:

- создание службы охраны труда при численности работников более 50 чел.;
- проведение аттестации рабочих мест;
- создание комитета (комиссии) по охране труда;
- проведение инструктажа с сотрудниками организации;
- разработка и утверждение положения и инструкций по охране труда в организации.

По вопросам охраны труда на НПЗ заводится следующая основная документация [13]:

– локальные нормативные акты по общим вопросам охраны труда на НПЗ (инструкции по охране труда для работников, технике безопасности отдельных производственных участков, положение о порядке выдачи работникам средств коллективной и индивидуальной защиты и др.);

– программы проведения вводного и первичного инструктажа работников НПЗ по охране труда;

– журналы регистрации проведения инструктажа работников по охране труда (вводного, первичного, повторного, при необходимости внепланового, целевого);

– приказ о возложении обязанностей по проведению вводного и первичного инструктажа на конкретных работников;

– приказ о создании службы охраны труда или введении в штатное расписание должности инженера по охране труда;

– положение о службе охраны труда;

– должностные инструкции сотрудников службы охраны труда;

– личные карточки сертифицированных СИЗ;

– журнал регистрации несчастных случаев на производстве;

– график периодических медицинских осмотров;

– журнал регистрации инструкций по охране труда для работников;

– журнал учета выдачи инструкций по охране труда работникам.

1.3.6 Декларирование безопасности

Разработка декларации промышленной безопасности предполагает всестороннюю оценку риска аварии и связанной с ней угрозы; анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, по обеспечению готовности организации к эксплуатации НПЗ как опасного производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а также к

локализации и ликвидации последствий аварии на НПЗ; разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварии и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на нефтеперерабатывающем заводе [6].

Декларация разрабатывается однократно на каждом жизненном цикле НПЗ – проектная документация, реконструкция, ликвидация и пр. На действующий НПЗ необходимо заново разработать декларацию в случае:

- истекло 10 лет с момента внесения последней декларации в реестр;
- изменены технологические процессы, либо количество опасных веществ увеличилось более чем на 20 %;
- изменение требований промышленной безопасности;
- выявлены несоответствия предоставленных сведений в ходе проведения государственного надзора.

Утверждение декларации осуществляет руководитель нефтеперерабатывающего завода. Помимо декларации промышленной безопасности, на нефтеперерабатывающем заводе необходимо выполнить декларацию по пожарной безопасности в соответствии с [9, 14].

Декларация по пожарной безопасности включает в себя разделы:

- оценка пожарного риска, где указываются расчетные значения уровня пожарного риска и допустимые значения уровня пожарного риска, а также комплекс выполняемых инженерно-технических и организационных мероприятий для обеспечения допустимого значения уровня пожарного риска;
- оценка возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара;
- перечень федеральных законов о технических регламентах и нормативных документов по пожарной безопасности, выполнение которых должно обеспечиваться на объекте защиты – нефтеперерабатывающем заводе.

Выводы: в первой главе была проведена работа по изучению общих вопросов безопасности на нефтеперерабатывающих предприятиях. Выявлены основные причины возникновения аварий, к которым относятся ошибки персонала и внутренние опасные факторы, такие как разгерметизация и

разрушение оборудования и технических устройств. Выявлены основные элементы обеспечения безопасности на НПЗ, в числе которых промышленная, пожарная, экологическая безопасность, охрана труда, декларирование, и др.

2 Объект и методы исследования

2.1 Объект и предмет исследования

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является мини-НПЗ ООО «Юргаус» г. Гурьевск.

Предметом исследования является оценка риска и расчет последствий разрушения резервуаров с бензином (эффект «домино»).

Методы исследования:

- анализ текущего состояния безопасности НПЗ путем изучения его функционирования;
- прогнозно-ситуационные исследования на предмет возникновения чрезвычайной ситуации.

2.2 Общая характеристика объекта

Мини-НПЗ мощностью 15 тысяч тонн в год является дочерним предприятием дорожно-строительной компании ООО «Юргаус», расположенной на северо-востоке г. Гурьевск Кемеровской области (рис. 4). Общая площадь промышленной площадки объекта составляет 9,13 га, периметр 1,2 км, коэффициент застройки составляет 0,47.

Основным видом деятельности НПЗ ООО «Юргаус» является производство нефтепродуктов, предназначенными как для обеспечения собственных нужд дорожно-строительной компании (битум и дизельное топливо), так и для оптовой реализации твердого, жидкого и газообразного топлива и сопутствующих нефтепродуктов. На территории объекта расположено следующее технологическое оборудование:

- ректификационная колонна;
- холодильные установки;

- сепараторы;
- компрессорные станции;
- насосные станции;
- технологические трубопроводы и продуктопроводы.



Рисунок 4 – Промышленная площадка ООО «Юргаус»

Хранение нефти и нефтепродуктов осуществляется в резервуарном парке, который включает в себя:

- резервуар вертикальный стальной вместимостью 1000 м^3 – 4 ед.;
- резервуар вертикальный стальной вместимостью 75 м^3 – 6 ед.

Система приема сырья и отгрузки готовой продукции включает в себя сливо-наливные устройства, расположенные на железнодорожной и автомобильных эстакадах.

На рисунке 5 представлена общая схема производства на НПЗ ООО «Юргаус».

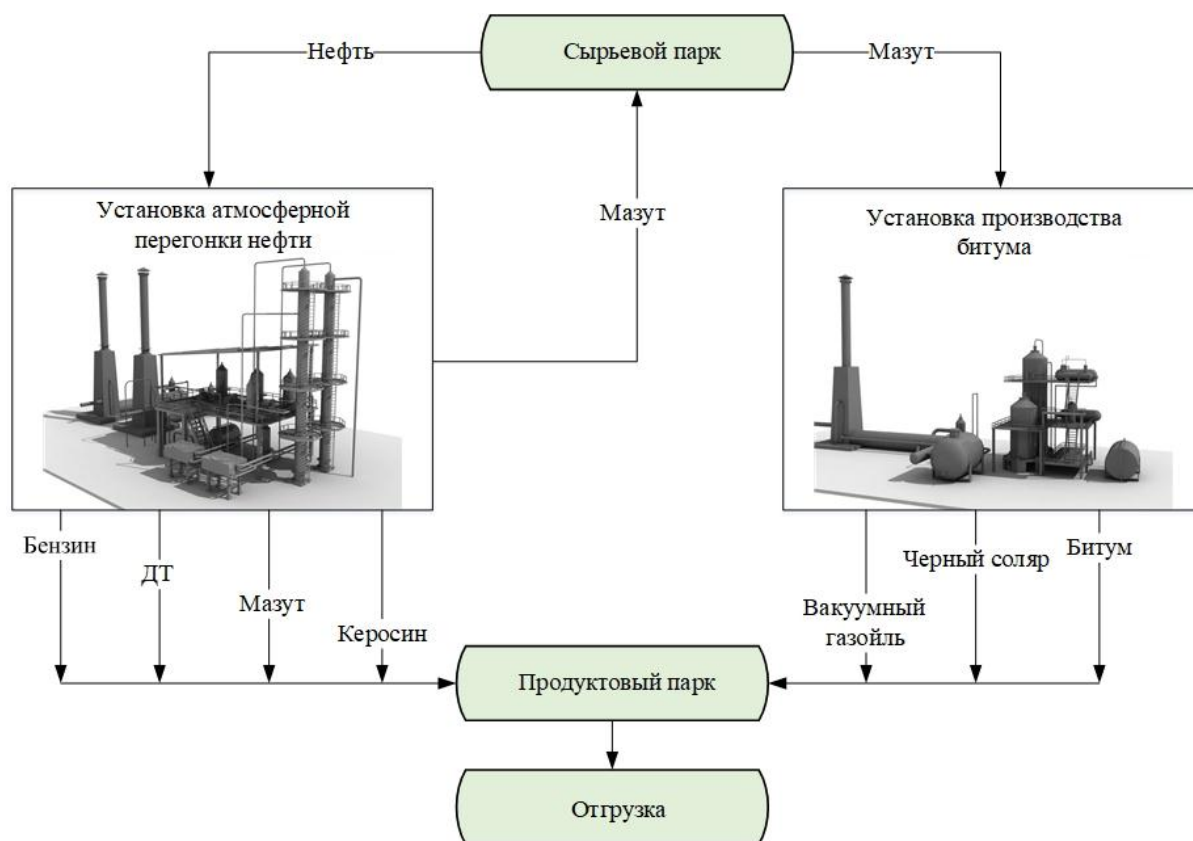


Рисунок 5 – Общая схема производства на НПЗ ООО «Юргаус»

2.3 Физико-географическая характеристика местоположения объекта

НПЗ ООО «Юргаус» находится в городе Гурьевск – небольшом городе в Кемеровской области, расположенном в районе Салаирского края, в 150 км от областного центра. Район расположения НПЗ относится к строительно-климатическому району I, подрайону IV [16]. Климат континентальный с длительной холодной зимой и коротким, но теплым летом.

Средняя температура июля плюс 18,8°C, января – минус 19,9°C. Среднегодовая температура воздуха равна плюс 0,3°C, абсолютный максимум температуры плюс 38 °C, минимум – минус 50°C. Преимущественное направление ветра – юго-западное, средняя скорость 3,1 м/с. Среднегодовое количество осадков составляет 597 мм. Относительная влажность

воздуха 50,9 %.

2.4 Характеристика пожаровзрывоопасных обращающихся веществ

В технологическом процессе НПЗ используются такие вещества как сырая нефть, продукты ее переработки – бензины, дизельное топливо, мазут, битум, керосин.

Пожаровзрывоопасные свойства наиболее опасных из обращающихся веществ на НПЗ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пожровзрвоопасные свойства обращающихся веществ

Показатель пожаровзрывоопасности	Наименование вещества		
	Бензин	Дизельное топливо	Нефть
Температура вспышки, °С	от минус 39 до минус 27	от 48 до 65	от минус 29 до 130
Температура самовоспламенения, °С	от плюс 255 до 370	от 300 до 330	от 222 до 375
Пределы взрываемости	1,2-7 % об.	–	–
	2,9-8,1 % масс.	–	–
Концентрационные пределы распространения пламени: объемные температурные: НКПР, °С ВКПР, °С	36 7	2-3% 57 120	0,9-2,4 % от минус 45 до 26 от минус 14 до 80
Средства тушения	Воздушно- механическая пена	Воздушно- механическая пена, порошки	Пены на основе фторированных пенообразователей

2.5 Резервуарный парк НПЗ ООО «Юргас»

Для приема и хранения сырой нефти предусмотрен надземный

резервуарный парк, обеспечивающий запас исходного сырья и продуктов переработки в течение 5 суток непрерывной работы нефтеперерабатывающего производства. Сырьевой резервуарный парк имеет 4 вертикальных резервуара вместимостью 1000 м^3 , из них:

- 3 резервуара для сырой нефти;
- 1 резервуар аварийный.

Для хранения и отпуска готовых нефтепродуктов (бензина, ДТ), а также темных нефтепродуктов типа мазута, на ж/д и автомобильную сливо-наливную эстакады предусмотрен надземный резервуарный парк товарных нефтепродуктов, включающий 6 вертикальных резервуаров вместимостью по 75 м^3 . При аварийных ситуациях светлые нефтепродукты могут быть перекачаны в РВС-1000, который находится в сырьевом резервуарном парке, также один аварийный резервуар 75 м^3 предназначен для аварийной перекачки мазута.

Резервуарные парки сырья, товарных нефтепродуктов, мазута закрыты по периметру бетонной ограждающей стенкой. На рисунке 6 представлен типовой резервуар вертикальный стальной.



Рисунок 6 – Общий вид резервуара со стационарной крышей без понтона
(типа РВС)

2.6 Обеспечение пожарной безопасности технологического процесса

В технологической схеме НПЗ ООО «Юргаус» имеются аппараты с переменным уровнем горючей жидкости, где над уровнем жидкости всегда имеется паровоздушное пространство, концентрация паров в котором может быть ниже нижнего предела распространения пламени (воспламенения) или в пределах воспламенения (взрыва), или выше верхнего предела распространения пламени (воспламенения). К таким аппаратам относятся резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов. Резервуары относятся к дышащим аппаратам – в весенний и осенний периоды особенно ярко выражен разброс дневных, утренних и ночных температур, что повышает вероятность малых дыханий резервуара с нефтью и нефтепродуктами. Большое дыхание в резервуаре подразумевает вытеснение паров или подсос воздуха при изменении в нем уровня жидкости (опорожнение и наполнение).

К закрытым аппаратам относятся насосы, компрессоры, трубопроводы. В них нет свободного паровоздушного пространства при обычном режиме работы, но оно может возникнуть при их запуске и остановке. Имеются аппараты, работающие под давлением и высокими температурами, например, ректификационная колонна.

В технологическом процессе на НПЗ присутствует постоянно действующий источник зажигания – трубчатая печь, а также возможно появление потенциальных источников зажигания, таких как:

- разряды молний и их вторичные проявления;
- тепловое проявление электрической энергии в электрооборудовании;
- искры удара и трения (в рассматриваемом технологическом процессе загорание может произойти от перегрева подшипников машин и аппаратов при плохом качестве смазки рабочих поверхностей, их загрязнении, перекосе валов, перегрузке машины и чрезмерной затяжке подшипников);
- разряды статического электричества при перекачке продукта при

превышении допустимой скорости;

- занос искр с соседних объектов;
- источники зажигания, появившиеся в результате нарушений обслуживающим персоналом правил пожарной безопасности (курение в неположенном месте);
- источники зажигания, появившиеся в результате действий проникших на объект посторонних лиц, диверсионных актов или преднамеренных действий.

Чтобы устранить причины и условия инициирования горения необходимо исключить возникновение теплофизических условий для зажигания. Поэтому предусмотрено выполнение следующих мероприятий:

- в период розжига печи включены все приборы контроля, предусмотренные технологическим регламентом, и вся сигнализация;
- печь оборудована системой паротушения;
- во избежание искровых разрядов, возникающих вследствие накопления статического электричества, заземлено все технологическое оборудование резервуарного парка;
- исключено возникновение искр, возникающих при механическом воздействии на корпуса оборудования;
- своевременно проводится очистка от отложений;
- при очистке, ремонте и других работах используется искробезопасный инструмент;
- установлены молниеотводы;
- производится постоянный газоаналитический контроль;
- применяется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.011-78, ГОСТ Р 51330.9-99 и ПУЭ электрооборудование, соответствующего взрыво- или пожароопасной зоне, группе и категории взрывоопасности смеси;
- применяется в технологическом процессе оборудование, удовлетворяющее требованиям электростатической искробезопасности

по ГОСТ 12.1.018-93;

- организовано предотвращение проникновения на объект посторонних лиц, диверсионных актов или иных преднамеренных действий.

Противопожарные мероприятия, которые реализованы для предотвращения образования горючей среды внутри аппаратов:

- обеспечение безопасного температурного режима работы аппаратов;
- введение инертных газов в паровоздушное пространство технологических аппаратов;
- применение газоуравнительных систем, позволяющих значительно снизить поступление окислителя в паровоздушное пространство аппаратов;
- обеспечение герметичности резервуаров и технологического оборудования;

В установленные сроки производятся профилактические осмотры и ремонты, контролируется герметичность соединений.

При остановке и запуске технологического оборудования:

- предусмотрено заполнение инертными газами технологического оборудования во время запуска;
- продувка инертными газами технологического оборудования после остановки, а также по возможности очистка от остатков горючих веществ.

Распространение пожара на территории НПЗ ООО «Юргас» может быть очень стремительным, которому будут способствовать:

- наличие большого количества ЛВЖ и ГЖ (сырая нефть и продукты ее переработки) в резервуарах и трубопроводах, а также образование зон ВОК даже при нормальном режиме эксплуатации резервуаров;
- появление в процессе пожара факторов, ускоряющих его развитие (разрушение оборудования в очаге пожара, вскипание нефтепродуктов);
- наличие путей распространения огня и раскаленных продуктов горения.

Основные направления ограничения развития начавшегося пожара на НПЗ ООО «Юргаус» следующие:

- применение автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
- организация с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения о пожаре;
- проведение учений с целью отработки действий обслуживающего персонала на пожаре и привития навыков пользования первичными средствами пожаротушения;
- поддержание в работоспособном состоянии первичных средств пожаротушения;
- поддержание в работоспособном состоянии систем противопожарного водоснабжения;
- устройство блокировок, препятствующих при пожаре в резервуарном парке проведению операций, способных привести к его развитию;
- устройство системы аварийной откачки нефти, нефтепродукта из резервуара;
- ликвидация путей распространения огня и раскаленных продуктов горения, что достигается следующими способами и техническими решениями:
 - а) исключением возможности размещения в противопожарных разрывах горючих веществ и/или материалов;
 - б) устройством на резервуаре легкобрасываемой крыши;
 - в) защитой коммуникаций огнепреграждающими устройствами;
 - г) защитой промышленной канализации гидрозатворами;
 - д) устройством защитной стены вокруг резервуара, устойчивой к гидродинамическому воздействию волны прорыва;
 - е) планировкой территории с уклоном в сторону сливных трапов и люков;
 - ж) применением быстросействующих отсекающих, отключающих и

других устройств на производственных коммуникациях;

з) устройством отводных каналов и амбаров для сбора этилбутирата;

и) очисткой аппаратов, коммуникаций и территории от горючих отходов и отложений, сухой травы и др.

С целью охлаждения аппаратов НПЗ ООО «Юргаус» в случае пожара вокруг технологических установок предусмотрены лафетные стволы, обеспечивающие орошение любой точки технологического оборудования как минимум одной струей. Орошение колонных аппаратов высотой до 30 м предусмотрено с помощью стационарно установленных лафетных стволов. Интенсивность подачи воды для водяного охлаждения колонных аппаратов следует принять:

– до высоты 20 м – 0,1 л/с·м;

– при высоте более 20 м – 0,2 л/с·м.

Выводы: в данной главе была рассмотрена общая характеристика объекта НПЗ ООО «Юргаус», его физико-географическое положение, рассмотрены вещества, обращающиеся на объекте, к наиболее опасным из которых относится бензин. Рассмотрены вопросы обеспечения пожарной безопасности технологического процесса на НПЗ ООО «Юргаус».

3 Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефти

Основной целью анализа риска чрезвычайной ситуации на НПЗ ООО «Юргаус» является установление степени аварийной опасности НПЗ и (или) его составных частей для заблаговременного предупреждения угроз аварий жизни и здоровью человека, имуществу и окружающей среде; разработка, плановая реализация и своевременная корректировка обоснованных рекомендаций по снижению риска аварий и (или) мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварии и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на НПЗ а также мер, компенсирующих отступления от требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности, при обосновании безопасности НПЗ ООО «Юргаус».

Анализ риска в данной работе предполагает процедуру нахождения величины риска от НПЗ, сравнение ее с допустимым значением и, в случае превышения, переход к разработке мероприятий по снижению уровня риска.

Анализ риска решает следующие основные вопросы:

1. Идентификация опасностей (что плохого может произойти на данном объекте).
2. Анализ частоты опасностей (насколько часто может происходить событие).
3. Анализ последствий (что повлечет за собой реализация опасности.)

Этапы процесса анализа риска включают в себя: сбор сведений; идентификация опасностей; оценка риска аварии на НПЗ ООО «Юргаус»; установление степени опасности аварий на НПЗ ООО «Юргаус» и определение наиболее опасных (с учетом возможности возникновения и тяжести последствий аварий) составных частей НПЗ; разработка (корректировка) мер по снижению риска аварий.

Для проведения расчетов был использован программный комплекс

ТОКСИ+^{Risk}, где запрограммированы действующие методики, руководства по безопасности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору и МЧС России с возможностью проведения расчетов последствий аварий и показателей риска.

В результате расчета будут получены следующие показатели:

- 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 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для расчета

Параметр	Значение
Опасное вещество	нефть
Плотность, кг/ м ³	920
Объем резервуара, м ³	1000
Температура окружающего воздуха, °С	0,8
Скорость ветра, м/с	3,3
Направление ветра	315
Масса горючего вещества в облаке, кг	75
Обвалование: размеры, м площадь, м ² объем, м ³	16,5×16,5×1 260,85 260,85
Доля времени эксплуатации	1
Доля газовой фазы, %	10
Вероятность полного разрушения РВС-1000	5×10 ⁻⁶

3.2 Расчет последствий разрушения

Для проведения расчетов был задан масштаб ситуационного плана, и вычисление площади объектов с присутствующим на них персоналом, определены площадные объекты с указанием числа рискующих и коэффициент их присутствия. Значение числа рискующих соответствует максимальному числу людей, которые могут находиться на объекте. К группе персонала относятся все люди, которые могут находиться на территории НПЗ и могут попасть в опасную зону поражения.

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).

Площадочные объекты на территории НПЗ «Юргаус», персонал которых может попасть в зону поражения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика площадочных объектов

Объект	Одновременно находящийся и рискующий персонал, чел.	Коэффициент присутствия
Операторская	1	0,23
Складское помещение	4	0,23
Административно-бытовой корпус	5	0,23

По результатам анализа опасностей на НПЗ «Юргаус» строим дерево исходов опасных событий и частоту их реализации (рис.7).

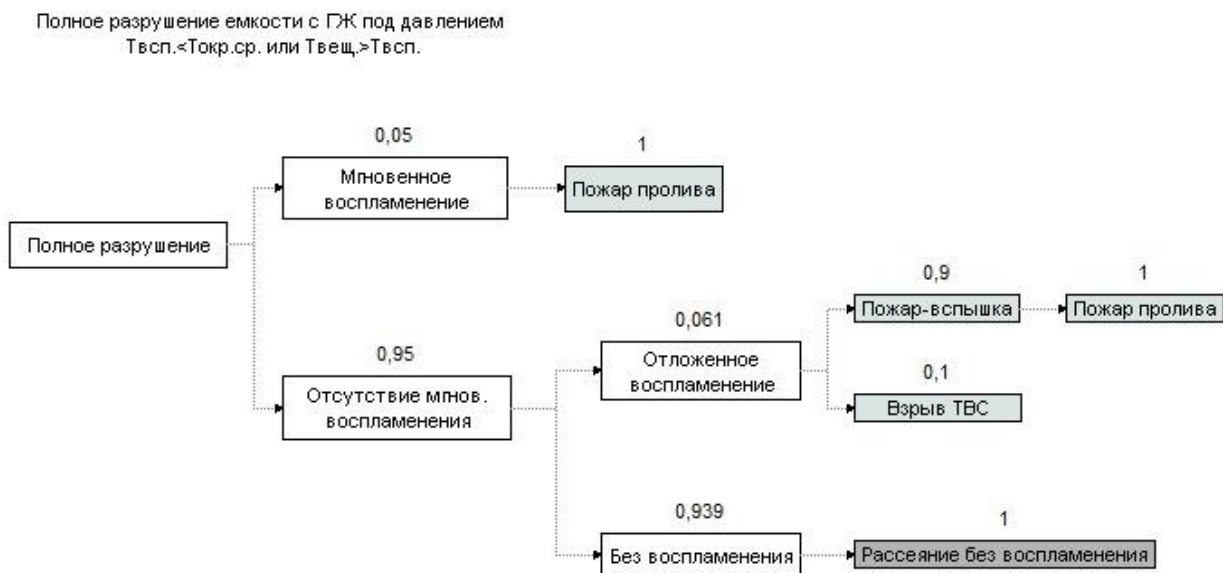


Рисунок 7 – Дерево исходов опасных событий

Следующим шагом произведем расчет зон поражения при реализации основных поражающих факторов.

3.2.1 Описание сценария аварии рассеяние без воспламенения

Розлив нефтепродукта на площадку хранения при разгерметизации РВС-1000: разрушение резервуара → 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

Расчет проведен в соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труд. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [18].

При пожаре пролива поражающим фактором является тепловое воздействие за счет теплового излучения. Под воздействием

теплового излучения возможен сильный перегрев оборудования с деформацией и потерей механической прочности, а также возможна гибель людей, которая может наступить даже при кратковременном воздействии открытого огня в результате сгорания, ожогов или сильного перегрева.

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.

Расчет интенсивности излучения от пожара пролива произведен по Методике определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2009/ГОСТ 12.3.047-2012 [17]. Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива

Параметр поражения	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны поражения, м
Без негативных последствий	7	115,63
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	148
Непереносимая боль через 20 сек.	1,4	267,56
Непереносимая боль через 3-5 сек.	7	115,63

Протокол расчетов по методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, [18].

Исходные данные:

- температура окружающей среды – 0,80;
- плотность воздуха – 1,28 кг/м³;
- 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 Б таблица Б.1.

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

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии пожар пролива» представлен в Приложении Б таблица Б.2.

3.2.3 Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка

«Методики определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2010/ГОСТ 12.3.047-2012» [18].

Пожар-вспышка представляет собой 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 представляет опасность для людей, находящихся на загазованных территориях.

Для резервуаров характерны такие источники зажигания, как:

- самовозгорание сернистых отложений в резервуарах с нефтью;
- механические искры, в том числе при ручном замере уровня жидкости и отборе проб, использовании металлических инструментов при проведении ремонтных работ;
- при движении нефти по трубопроводам возможны разряды статического электричества;
- молнии и ее вторичные проявления;
- искры и дуги при проведении сварочных работ.

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. Производим расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план. Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка» представлен в Приложении Б таблица Б.2.

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 [19].

В случае взрыва топливно-воздушной смеси возможна гибель и поражение персонала, находящегося внутри или достаточной близости от парогазового облака. Кроме этого при взрыве парогазовой смеси имеется вероятность разрушения зданий и технологического 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 зажигания → возникновение зоны избыточного давления → повреждение соседнего оборудования и поражение персонала ударной волной, огнем и осколками. Критерий поражения представлен в «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушной смеси».

В таблицах 5, 6 представлен расчет последствий аварии по сценарию взрыва ТВС.

Таблица 5 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси, критерии давление-импульс

Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа × с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Граница области сильных разрушений	36,6	0,8	0,0	20,0
Граница области значительных повреждений	21,1	0,3	0,0	42,9
Граница области минимальных повреждений	7,2	0,1	0,0	123,0
Полное разрушение остекления	7,0	0,1	0,0	125,7
50 % разрушение остекления	2,5	0,0	0,1	421,3
10 % и более разрушение остекления	2,0	0,0	0,1	504,5

Также, при помощи программы, возможно определение давления и импульса на заданном расстоянии. «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

Таблица 6 – 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	0,5	0,03	28,0

Продолжение таблицы 6

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	0,4	0,03	35,0
Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16,0	0,2	0,03	57,2
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12,0	0,2	0,04	78,4
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	0,1	0,05	145,4
Нижний порог повреждения человека волной давления	5,0	0,1	0,05	175,1
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3,0	0,04	0,06	338,1
Пользовательский критерий	0,0	0,00	0,14	32663,7

Рассмотрим характеристику 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.

Вероятные критерии по РБ «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» РД 03-409-01 [19]. Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план.

Результат расчета последствий воздействия ударных волн при взрыве ТВС представлен в Приложении Б таблицы Б.5.

График зависимости избыточного давления от расстояния от центра взрыва отображаются на рисунке Б.6 в Приложении Б.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС» представлен в Приложении Б таблица Б.4.

3.3 Оценка риска

Завершающим этапом проведенных расчетов является обработка полученных результатов, 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 аварии 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.

Среди основных причин аварий на НПЗ можно выделить:

- отказы (неполадки) технологического оборудования;
- человеческий фактор (ошибки персонала, нарушение правил безопасности и др);
- воздействия извне техногенного и природного 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 Б.1 в Приложении Б.

В Приложении Б представлено количество человек, попавших в зону

действия опасных факторов при определенном сценарии аварии. Расчет погибших при определенных сценариях аварии. Сценарии аварии представлены в виде таблицы в Приложении Б. В зону действия основных поражающих факторов 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 Приложении Б.

По результатам расчетов получены следующие значения:

– коллективный риск – $4,3 \times 10^{-6}$ 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.

На сегодняшний день широко применимо понятие приемлемого риска, 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.

Согласно полученным данным уровень риска при разрушении РВС-1000 с нефтью можно считать приемлемым, так как он не превышает установленных значений [9].

3.4 Сведения о системе оповещения в случае возникновения аварии на объекте

Создание локальных систем оповещения предусмотрено в районе размещения потенциально опасных объектов [29]. В свою очередь, к

потенциально опасным объектам относятся объекты с повышенным уровнем ответственности и объекты, где может находиться свыше 5000 человек. К объектам с повышенным уровнем ответственности относятся объекты особо опасные, технически сложные и уникальные.

Применительно к НПЗ особо опасными считаются опасные производственные объекты 1 и 2 класса опасности согласно ФЗ № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [6]. Рассматриваемый НПЗ ООО «Юргаус» не относится к опасным производственным объектам 1 либо 2 класса опасности, поэтому создание локальной системы оповещения на нем не предусматривается.

На НПЗ ООО «Юргаус» управление, связь и оповещение (в т.ч. и взаимное) организуется в качестве предупредительно-профилактических мероприятий по недопущению прогнозируемой чрезвычайной ситуации с целью оптимизации затрат времени и должной организации работ по ликвидации чрезвычайной ситуации, в том числе разливов нефтепродуктов.

На НПЗ ООО «Юргаус» функционирует объектовое звено единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (РСЧС) и гражданской обороны (ГО). Объектовое звено РСЧС НПЗ ООО «Юргаус» объединяет органы управления КЧС и ОПБ объекта, осуществляет свою деятельность во взаимодействии с КЧС и ОПБ г. Гурьевска, КЧС предприятий, организаций всех форм собственности, расположенных в непосредственной близости от территории объектов НПЗ ООО «Юргаус». Доведение речевой информации до персонала и посетителей НПЗ ООО «Юргаус» об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации и правилах поведения в случае ЧС осуществляется по громкоговорящей связи оператором НПЗ (старшим смены).

Первичное оповещение органов пожарной охраны, ГИБДД и служб Управления по делам ГО и ЧС г. Гурьевск о факте и параметрах чрезвычайной ситуации осуществляется оператором немедленно по городскому или сотовому телефону в соответствии с утвержденной должностной инструкцией. Как

резервный предусмотрен вариант оповещения указанных выше органов посыльным. Взаимное оповещение о факте чрезвычайной ситуации осуществляется по линии дежурных служб Управления по делам ГО и ЧС г. Гурьевск, УВД, ГИБДД, пожарной охраны, согласно установленного порядка взаимодействия между указанными службами.

На место предполагаемой ЧС немедленно выезжают оперативные группы Управления по делам ГО и ЧС г. Гурьевск, УВД, ближайший к месту экипаж ГИБДД, караул пожарной охраны, одновременно по ходу оценки обстановки даются указания для направления к месту ЧС необходимых сил и средств. Должностные лица данных служб в рамках своих обязанностей обладают правами отдавать распоряжения, уточнять задачи, осуществлять контроль за действиями подчиненных служб и подразделений и несут персональную ответственность за выполнение поставленных задач.

Порядок и обязанности организаций по совершенствованию оповещения при ЧС установлен и регулируется Единой диспетчерской службой Администрации г. Гурьевск. Дежурная служба НПЗ ООО «Юргаус» передает в Управления по делам ГО и ЧС г. Королев следующие данные и информацию:

- об угрозе или возникновении ЧС;
- о масштабах ЧС, ходе и итогах ликвидации ЧС; о состоянии природной среды и потенциально-опасных объектов;
- справочные данные.

Взаимный обмен информацией производится со следующими временными характеристиками, независимо от времени суток:

- информация об угрозе или возникновении ЧС – немедленно по всем имеющимся каналам связи;
- срочная информация о развитии обстановки, ходе работ по ликвидации ЧС, справочная информация – не позднее двух часов с момента уведомления о событии;
- уведомление (оповещение) о факте угрозы ЧС и информация по управлению силами и средствами ликвидации ЧС, если они не носят

экстренного (срочного) характера не позднее 8-ми часов с момента получения информации;

- обобщенная информация о событиях за сутки при проведении работ по ликвидации ЧС – оперативной сводкой к 09.00 следующих суток;

- информация о состоянии промышленной и экологической безопасности, другая информация не экстренного (не срочного) характера – к 9.00 следующих после истребования суток.

- На рисунке 8 представлена схема связи и оповещения при возникновении чрезвычайной ситуации на НПЗ ООО «Юргаус».



Рисунок 8 – Схема оповещения при возникновении ЧС на НПЗ ООО«Юргаус»

3.5 Порядок действий в случае возникновения чрезвычайной ситуации на НПЗ ООО «Юргаус»

Порядок действий сотрудников НПЗ ООО «Юргаус» и специальных

служб в случае угрозы возникновения и в случае возникновения чрезвычайной ситуации на объекте представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Порядок действий в случае возникновения чрезвычайной ситуации на НПЗ ООО «Юргаус»

Ответственное лицо	Выполняемые мероприятия	Срок исполнения
В случае угрозы возникновения чрезвычайной ситуации на НПЗ ООО «Юргаус»		
Дежурный диспетчер НПЗ	Доведение информации до руководителей НПЗ ООО «Юргаус»	5 мин.
Дежурный диспетчер НПЗ	Оповещение органов управления МЧС России, органов ГОЧС г. Гурьевска и других специальных служб	10 мин.
Ответственное лицо за складское хозяйство	Подготовка к выдаче средств индивидуальной защиты на объекте	30 мин.
Дежурный диспетчер НПЗ	Оповещение руководящего состава и членов КЧС и ОПБ НПЗ ООО «Юргаус»	15 мин.
Председатель КЧС, Руководящий состав объекта	Оповещение и проверка сил и средств постоянной готовности к действиям по предупреждению и ликвидации ЧС	40 мин.
Председатель КЧС и ОПБ	Сбор руководящего состава и членов КЧС объекта	в течение 1 часа после оповещения
Председатель КЧС и ОПБ	Доведение обстановки и постановка задач	20 мин
Председатель КЧС и ОПБ	Организация мониторинга и прогнозирование обстановки, определение первоочередных мер по предупреждению и ликвидации ЧС	1 час
Персонал НПЗ ООО «Юргаус», аварийно-спасательные формирования	Мероприятия по ликвидации аварийной ситуации и предупреждению ЧС(Н)	3 часа
Дежурные диспетчер	Регистрация хода ликвидации угрозы ЧС(Н) и донесение о ходе работ генеральному директору ООО «Королевская нефтебаза»	каждые 2 часа
Председатель КЧС и ОПБ	Донесение о ликвидации угрозы ЧС(Н)	по окончании работ
Ответств. лицо	Выполняемые мероприятия	Срок исполнения

Продолжение таблицы 7

В случае возникновения чрезвычайной ситуации на НПЗ ООО «Юргас»		
Дежурный диспетчер НПЗ	Оповещение о возникновении ЧС(Н) с возгоранием руководящего состава и персонала склада	5 мин
Дежурный диспетчер НПЗ	Оповещение и вызов пожарного подразделения г. Королев	7 мин
Дежурный диспетчер НПЗ	Оповещение КЧС и органа управления ГОЧС Кемеровск. обл. по ликвидации возгорания нефтепродукта	20 мин
Дежурный диспетчер, персонал НПЗ	Прекращение выполнения технологических операций по перегонке нефти, приему, сливу и выдаче нефтепродукта	10 мин
Оператор и охрана НПЗ	Эвакуация транспорта и людей с территории склада, на которой произошло возгорание пролитого нефтепродукта	25 мин
Персонал НПЗ, водители транспортных средств	Тушение пожара силами персонала НПЗ, водителей транспортных средств с использованием первичных средств пожаротушения	До прибытия ПЧ
Пожарная команда	Организация тушения пожара силами АСФ	До ликвидации пожара
Охрана НПЗ	Оцепление места возгорания нефтепродукта	20 мин.
Председатель КЧС и ОПБ	Оповещение и эвакуация персонала НПЗ при необходимости)	
Скорая помощь	Организация оказания медицинской помощи пострадавшим в результате пожара, взрыва	До окончания работ
Председатель КЧС и ОПБ	Представление докладов по линии органов ГОЧС в соответствии с Табелем срочных донесений МЧС России	Немедленно оперативному дежурному органа управления ГОЧС муниципального образования по средствам связи с последующим
		письменным подтверждением начальнику органа управления ГОЧС. Уточнение обстановки и представление докладов в первые сутки – через каждые

Продолжение таблицы 7

		4 часа, в последующем к 6.00 по состоянию на 6.00
Председатель КЧС и ОПБ	Предоставление отчетности по ЧС	до 30 суток после окончания ликвидации ЧС

Выводы: в данной главе были рассмотрены различные сценарии развития чрезвычайной ситуации на объекте. Расчет риска показал, что риск на НПЗ ООО «Юргаус» является приемлемым. Также была составлена схема оповещения на случай возникновения чрезвычайной ситуации и дан план мероприятий при угрозе возникновения и возникновении чрезвычайной ситуации на рассматриваемом объекте.

4.1 Оценка экономического ущерба

Для расчета экономического ущерба в расчет принимаем наиболее неблагоприятную аварийную ситуацию, связанную с полным разрушением вертикального стального резервуара типа РВС-1000 и выходом хранимой нефти на прилегающую территорию.

Прямой ущерб ($Y_{пр}$) можно определить по следующей формуле:

$$Y_{пр} = П_{ОФУ} + П_{ТМЦ} + П_{ОПФ} + П_{ТЛ} \quad (2)$$

где $П_{ОФУ}$ – потери предприятия в результате уничтожения основных фондов (зданий, сооружений, оборудования);

$П_{ТМЦ}$ – потери предприятия в результате уничтожения товарно-материальных ценностей (продукция, сырье);

$П_{ОПФ}$ – потери предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов;

$П_{ТЛ}$ – потери в результате уничтожения имущества третьих лиц.

Потери предприятия в результате уничтожения основных производственных фондов в данном случае будут включать затраты на ремонт резервуара РВС-1000 (таблица 8).

Таблица 8 – Стоимость ремонта резервуара РВС-1000

Мероприятие	Стоимость, тыс. руб.
Зачистка и дегазация резервуара	150
Зачистка мест ремонта резервуара от коррозии	11,25
Замена дефектных элементов металлоконструкций резервуара	17
Обезжиривание поверхности	0,5
Сварочные работы	50
Покрасочные работы	11

Продолжение таблицы 8

Испытание резервуара на прочность	7
ИТОГО:	246,75

$$П_{\text{ФУ}} = 150 + 11,25 + 17 + 0,5 + 50 + 11 + 7 = 246,75 \text{ тыс.рублей}$$

Потери предприятия в результате уничтожения продукции ($П_{\text{Т.М.Ц.}}$) будут включать потери сырой нефти. В таблице 9 представлены результаты расчета массы испарившейся нефти при разрушении РВС-1000 на НПЗ ООО «Юргаус».

Таблица 9 – Результаты расчета массы испарившейся нефти

Наименование продукта	Масса разлива, т	Площадь разлива, м ²	Время существования разлива, ч	Масса испарившихся нефтепродуктов, кг
нефть	350	15990	6	75

Тогда, при коэффициенте сбора нефти в 60 % (потери, соответственно составят 40 %) и средней оптовой отпускной цене сырой нефти на момент аварии 21800 руб./т, потери сырья составят:

$$П_{\text{ТМЦ}} = (350 \cdot 0,4 + 0,075) \cdot 21800 = 3053,6 \text{ тыс.рублей}$$

Так как потерь основных производственных фондов и уничтожения имущества третьих лиц не происходит при данном развитии аварии, то принимаем значения данных показателей равными нулю.

Таким образом, прямой ущерб составит:

$$У_{\text{пр}} = 246,75 + 3053,6 + 0 + 0 = 3300,35 \text{ тыс. рублей}$$

Косвенный ущерб определяется недополученной прибылью в результате простоя объекта, штрафов, пени и пр., а также возмещение убытков третьим лицам. Так как установка продолжает работу по резервной схеме, простоя не происходит. Авария не выходит за пределы объекта и, соответственно, не затрагивает интересы третьих лиц. В связи с вышеизложенным косвенный ущерб принимаем равным нулю.

4.2 Затраты на локализацию, ликвидацию последствий и расследование причин аварии

К основным показателям, составляющим затраты на ликвидацию чрезвычайной ситуации при разрушении резервуара РВС-1000, относятся:

- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии;
- затраты на питание ликвидаторов аварии;
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы;
- затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств;
- затраты на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших.

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:

$$\Phi ЗП_{сут} = \left(\frac{\text{мес. оклад}}{30} \right) \cdot 1,15 \cdot K_{сут} \cdot Ч_k \quad (3)$$

где $Ч_k$ – количество участников ликвидации ЧС;

$K_{сут}$ – количество суток, которое нужно для ликвидации аварии.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки для пожарных подразделений и трое суток для всех остальных формирований. В таблице 10 представлены расчеты затрат на оплату труда участников ликвидации аварии.

Таблица 10 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	ФЗП _{сут} , руб./чел.	Количество суток	ФЗП за период проведения работ для Ч _к -ой группы, руб.
Пожарный	30000	10	1150	1	11500

Продолжение таблицы 10

Газоспасатель	20000	16	766,67	1	12267
Охрана общественного порядка	17000	4	651,67	3	7820
Медицинская служба	25000	5	958,33	3	14375
Механизированная группа	35000	10	1341,7	3	40250
Слесарь	35000	15	1341,7	3	60375
Водитель	30000	6	1150	3	20700
ИТОГО:		167287 руб.			

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

$$\Phi ЗП = 11500 + 12267 + 7820 + 14375 + 40250 + 60375 + 20700 = 167287 \text{ рублей}$$

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований при проведении работ по ликвидации разрушения РВС-1000 составит 167287 руб.

Затраты на питание рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей в соответствии с режимом проведения работ:

$$З_{Псут} = \sum (З_{Псутi} \cdot Ч_k) \quad (4)$$

где $З_{Псут}$ – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$З_{Псутi}$ – суточная норма обеспечения питанием, руб./ (сут. на чел.);

$Ч_k$ – численность личного состава формирований, проводящих работы различной степени тяжести по ликвидации последствий ЧС.

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$З_n = (З_{Псут. спас.} \cdot Ч_{спас} + З_{Псут. др.ликв.}) \cdot Д_n \quad (5)$$

где $Д_n$ – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 3 дня.

К работе в зоне ЧС привлекаются 75 человек (в соответствии с планом ликвидации аварии), из них 45 человека выполняют тяжелую работу, а остальные 30 человек – работу средней и легкой тяжести. Затраты на питание

личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести сведем в таблицу 11.

Таблица 11 – Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

Наименование продукта	Работы средней тяжести		Тяжелые работы	
	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб. /(чел.×сут.)	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб./(чел.×сут.)
Хлеб белый	400	16,21	600	26,1
Крупа разная	80	3,24	100	4,0
Макаронные изделия	20	0,51	30	0,8
Молоко и молокопродукты	300	9,12	500	15,0
Мясо	80	20,27	100	25,1
Рыба	40	6,08	60	9,0
Жиры	40	2,8	50	3,5
Сахар	60	2,6	70	3,0
Картофель	400	8,0	500	10,0
Овощи	150	7,5	180	9,0
Соль	25	0,4	30	0,4
Чай	1,5	1,6	2	2,0
ИТОГО:	—	78,33	—	107,9

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

$$Z_n = (78,33 \cdot 30 + 107,9 \cdot 45) \cdot 3 = 21616,2 \text{ рублей}$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят 21616,2 рублей. Обеспечение питанием формирований осуществляется в столовых и за счет средств НПЗ ООО «Юргас», на территории которого произошла ЧС.

Затраты на горючие и смазочные материалы определяется по формуле:

$$Z_{ГСМ} = V_{\text{бенз}} \cdot C_{\text{бенз}} + V_{\text{диз. т.}} \cdot C_{\text{диз. т.}} + V_{\text{мот. м.}} \cdot C_{\text{мот. м.}} + V_{\text{транс. м.}} \cdot C_{\text{транс. м.}} \quad (6)$$

где $V_{\text{бенз}}$, $V_{\text{диз. т.}}$, $V_{\text{мот. м.}}$, $V_{\text{транс. м.}}$ – количество использованного бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла

соответственно, л;

$C_{\text{бенз.}}$, $C_{\text{диз.т.}}$, $C_{\text{мот.м.}}$, $C_{\text{транс.м.}}$ – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, л/руб.

Ниже приведены цены (за 1 л) на топливо и горюче-смазочные материалы:

- бензин АИ-92– 40,6 руб.;
- дизельное топливо– 47,85 руб.;
- моторное масло – 305 руб.;
- трансмиссионное масло – 490 руб.

В таблице 12 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР при разрушении плотины ГЭС на р. Кора и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники.

Общие затраты на ГСМ составят:

$$Z_{\text{ГСМ}} = 220 \cdot 40,6 + 290 \cdot 47,85 + 15,7 \cdot 305 + 2,1 \cdot 490 = 28626 \text{ рублей}$$

Таким образом, на обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется 28626 руб.

Таблица 12 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Количество	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транспортного масел, л
Пожарный автомобиль	2	—	40	2,2/0,3
Грузовой автомобиль	3	—	80	2,1/0,3
Мотопомпа	2	—	10	2,1/0,3
АСМ-41-02	1	54	—	2,2/0,25
Экскаватор	1	—	160	2,8/0,4
АСМ-4	1	55	—	2,2/0,25
АСМ-48-031	1	111	—	2,1/0,3
ИТОГО:		220	290	15,7/2,1

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:

$$A = \left[(H_a \cdot C_{ст} / 100) / 360 \right] \cdot D_n \quad (7)$$

где H_a – годовая норма амортизации данного вида, %;

$C_{ст}$ – стоимость ОПФ, руб.;

D_n – количество отработанных дней.

Результаты расчета амортизационных отчислений для используемой техники представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет величины амортизационных отчислений

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отработанных дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Пожарный автомобиль	6350000	2	1	10	3527,8
Грузовой автомобиль Камаз	4400000	3	1	10	3666,7
Мотопомпа	145000	2	1	10	80,6
АСМ-41-02	600000	1	1	10	166,7
Экскаватор	3890000	1	1	10	1080,6
АСМ-4	860000	1	1	10	238,9
АСМ-48-031	1500000	1	1	10	416,7
ИТОГО:					9177,8

Затраты за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации и ликвидации ЧС составят 9177,8 руб. В таблице 14 приведены затраты на материал и спецодежду.

Таблица 14 – Затраты на материалы и спецодежду

Наименование затрат	Количество	Цена, руб.	Стоимость, руб.
Сорбент ОДМ-1Ф	20 т	10000	200000
Утилизация сорбента	110 т	8500	935000
Костюмы Л1	4 шт	1800	7200
ИТОГО:			1142200

Затраты на материалы и спецодежду составят 1142200 рублей.

Окончательно расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии принимаем:

$$P_{\text{л}} = Z_{\text{П}} + Z_{\text{ФЗП}} + Z_{\text{ГСМ}} + Z_{\text{А}} + Z_{\text{М}} \quad (8)$$

$$P_{\text{л}} = 21616,2 + 167287 + 28626 + 9177,8 + 1142200 = 1368907 \text{ рублей}$$

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

$$P_{\text{р}} = 0,3 \cdot P_{\text{л}} \quad (9)$$

$$P_{\text{р}} = 0,3 \cdot 1368907 = 410672,1 \text{ рублей}$$

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

$$П_{\text{л}} = P_{\text{л}} + P_{\text{р}} \quad (10)$$

$$П_{\text{л}} = 1368907 + 410672,1 = 1779579,1 \text{ рублей}$$

4.3 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:

$$Y_a = 5 \cdot \sum_{i=1}^n (H_{\text{бав}_i} \cdot M_{\text{ав}_i}) \cdot K_{\text{И}} \cdot K_{\text{эав}} \quad (11)$$

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 [30];

$M_{\text{ав}}$ – количество вещества, попавшего в атмосферный воздух при аварии (оценивается в соответствии с методикой п. 2.14 [30];

$K_{И}$ – коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей природной среды. (принимается равным 94 согласно п. 2.26 [30]);

$K_{эав}$ – 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): $K_{эав} = 4$ [30]. Тогда ущерб от загрязнения атмосферного воздуха составит: $U_a = 246749$ рублей

Оценка ущерба от загрязнения земель нефтепродуктами производится по формуле:

$$U_z = H_{бз} \cdot S_z \cdot K_{бз} \cdot K_{эз} \cdot K_z \cdot K_c \cdot K_u \cdot 10^{-4} \quad (12)$$

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

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

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

$K_{г}$ – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель, $K_{г} = 1$.

Ущерб от загрязнения земель составит: $U_z = 266772$ рублей

Экологический ущерб составит: $U_{э} = U_a + U_z = 246749 + 266772 = 513521$ рублей

4.4 Результаты оценки ущерба

Полученные ранее результаты сведем в таблицу 15.

Таблица 15 – Результаты расчетов

Виды затрат	Суммарные затраты, руб.
Прямой ущерб	3300350

Продолжение таблицы 15

Косвенный ущерб	0
Затраты на локализацию, ликвидацию и расследование аварии	1779579,1
Экологический ущерб	51352
ИТОГО:	5131281,1

По приведенным расчетам видно, что экономический ущерб от чрезвычайной ситуации составляет: $Y_{\text{общ}}=513128,1$ рублей.

Выводы: анализируя все полученные результаты, приведенные в данном разделе, можно сделать вывод о том, что аварии на нефтеперерабатывающих предприятиях влекут за собой большой материальный ущерб и приводят к значительным затратам при ликвидации последствий аварии и восстановлении производства, а также ведут к серьёзным экологическим последствиям. Фактические же потери для народного хозяйства значительно превышают определенный таким образом ущерб.

5 Социальная ответственность

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

Работа на нефтеперерабатывающем предприятии, включая мини НПЗ, к которому относится рассматриваемый объект, относится к максимальному профессиональному риску, поскольку имеет высокую вероятность воздействия на работников опасных и вредных факторов производственной среды из-за наличия специфики профессии или особых условий труда.

В обязанности оператора согласно должностной инструкции входит:

- участие в процедурах подготовки к пуску технологического оборудования, включая пусконаладочные работы;
- участие в проверке соответствия смонтированного оборудования и трубопроводов технологическим схемам и монтажным; чертежам, обход и осмотр смонтированного оборудования и трубопроводов, участие в составлении перечней выявленных дефектов монтажа;
- выполнение слесарных работ (установка-снятие заглушек, запорнорегулирующей и предохранительной арматуры, прокладок, продувочных штуцеров, подключение гибких рукавов и т.п.);
- выполнение газоопасных работ;
- ведение технологического режима с автоматизированного рабочего места оператора;
- знание и выполнение требований технологического регламента, технологических инструкций, инструкций по эксплуатации оборудования, требований охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды при выполнении работ;
- ведение эксплуатационной документации (режимные листы, сменные журналы, журналы учета пробега динамического оборудования и т.п.) в рамках

ответственности;

- контроль работы оборудования по месту при периодических обходах.

Рабочими объектами оператора технологических установок являются:

- площадка резервуаров хранения нефтепродуктов;
- операторская.

5.2 Анализ выявленных опасных и вредных факторов производственной среды оператора технологических установок

На оператора технологической установки могут воздействовать следующие опасные факторы:

- обращение с довольно большими объемами нефтепродуктов, а также их парами;
- наличие легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, способных образовать в смеси с воздухом взрывоопасные концентрации;
- наличие технологических печей с открытым огнем;
- высоковольтное электрооборудование;
- высокие железобетонные сооружения, где размещены технологические установки; наличие заглублённых мест, в том числе колодцев, прямков, лотков;
- опорные обечайки колонн являются плохо проветриваемыми;
- возможная загазованность территории установки;
- при перекачке нефтепродукта возможно накопление статического электричества;
- работы на высоте;
- наличие вращающихся и движущихся частей механизмов и машин;
- проведение ремонтных работ, в том числе огневых, на высоте, с применением грузоподъемных механизмов.

Оператор технологической установки может быть подвержен следующим опасностям:

- пожары и взрывы в случае выброса в атмосферу нефтепродукта и его паров, разгерметизации оборудования и трубопроводов, применении неискорбезопасного инструмента при работе в загазованной среде и др.;
- отравление парами нефтепродуктов;
- термические ожоги;
- поражение электрическим током;
- травмирование при падении с высоты;
- травмирование движущимися частями оборудования.

Вредными для здоровья 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;
- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- недостаточная освещенность рабочих мест, проходов и проездов;
- повышенная яркость света и пульсация светового потока.

5.2.1 Микроклимат

Работа оператора подразумевает как нахождение в помещении с нейтральным микроклиматом, так и на улице, где микроклимат может быть и охлаждающим, и нагревающим в зависимости от погодных условий. Нагревающий микроклимат приводит к быстрой утомляемости, замедлению реакций, головным болям, болезням сердца и простудным заболеваниям. Охлаждающий микроклимат снижает иммунную систему, защитные силы

организма, а также усугубляет течение хронических заболеваний.

В целях нормализации теплового состояния в операторской поддерживается температура воздуха на уровне от 21 до 25 °С. Для дополнительного обогрева операторная оснащена радиаторами отопления с температурой от 35 до 40 °С.

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 16, соответствуют показателям помещения рабочего места оператора технологических установок [31].

Таблица 16 – 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	

Согласно МР 2.2.7.2129-06 [32], МР № 11-0/279-09 от 25.10.01 [33] во время работы при пониженных температурах:

– работающие на открытой территории в холодный период года должны быть обеспечены комплектом СИЗ от холода, имеющим теплоизоляцию;

– во избежание локального охлаждения тела работников и уменьшения общих теплопотерь с поверхности тела, их следует обеспечивать рукавицами, обувью, головными уборами, имеющими соответствующую теплоизоляцию;

– в целях нормализации теплового состояния температура воздуха в

местах обогрева должна поддерживаться на уровне от 21 до 25 °С. Помещение следует оборудовать устройствами для обогрева кистей и стоп, температура которых должна быть в диапазоне от 35 до 40 °С;

– во избежание переохлаждения работникам не следует во время перерывов в работе находиться на холоде в течение более 10 мин при температуре воздуха до минус 10 °С и не более 5 мин при температуре воздуха ниже минус 10 °С;

– перерывы на обогрев могут сочетаться с перерывами на восстановление функционального состояния работника после выполнения физической работы. В обеденный перерыв работник должен быть обеспечен «горячим» питанием. Начинать работу на холоде следует не ранее чем через 10 мин после приема «горячей» пищи (чая и др.). Согласно ст. 109 Трудового Кодекса [11] перерывы на обогрев включаются в рабочее время.

5.2.2 Производственный шум

Производственный шум может оказывать отрицательное воздействие на центральную нервную систему оператора, вызывая переутомление и истощение клеток коры головного мозга, чувство тревоги, раздражительности. Также возможно появление шумовой патологии, ведущим клиническим признаком которой является медленно прогрессирующее снижение слуха. В таблице 17 приведены параметры производственного шума на рабочем месте оператора технологических установок.

Таблица 17 – Параметры шума

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

Как видно из таблицы 17, уровень шума на рабочих местах операторов превышает предельно допустимы нормы:

- установка «АВТ-6» на 7 Дб, что определяет условия труда операторов по этому фактору как вредные класса 3 со степенью вредности 1 (класс 3.1);
- установки «Висбрекинг» на 13 Дб, что соответствует классу 3.2.

Для снижения шумового воздействия непосредственно на рабочем месте необходимо применять средства защиты – беруши, наушники, вкладыши.

5.2.3 Производственное освещение

Освещенность рабочего места играет значительную роль в производительности труда. При плохом освещении оператор технологических установок может быстро уставать, работать менее продуктивно, возрастает потенциальная опасность ошибочных действий и несчастных случаев. Плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям, в числе которых близорукость, спазм аккомодации и др.

В помещении оператора технологических установок используется смешанное освещение. Естественное освещение осуществляется через окно в наружной стене здания. В качестве искусственного освещения используется система общего освещения (освещение, светильники которого освещают всю площадь помещения). Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 лк.

Для организации такого освещения лучше выбрать люминесцентные лампы, так как они имеют ряд преимуществ перед лампами накаливания: их спектр ближе к естественному освещению; они имеют большую экономичность (больше светоотдача) и срок службы (в 10-12 раз больше чем лампы накаливания). Но следует помнить, что имеются и недостатки: работа ламп такого типа иногда сопровождается шумом; они хуже работают при низких

температурах; такие лампы имеют малую инерционность. Для данного помещения, в котором будет электронное оборудование, компьютеры, люминесцентные лампы подходят. Тип осветительных приборов выбран, как светильники ОД.

Основные характеристики используемого осветительного оборудования и рабочего помещения:

- тип осветительных приборов – светильники типа ОД;
- наименьшая высота подвеса ламп над полом – $h_2=3,3$ м;
- нормируемая освещенность рабочей поверхности $E=300$ лк для общего освещения;
- длина $A=6$ м, ширина $B=5$ м, высота $H=4$ м;
- коэффициент запаса $k=1,5$;
- высота рабочей поверхности – $h_1=0,8$ м;
- коэффициент отражения стен $\rho_c=60\%$ (0,6) – для стен, покрытых крашеным металлом светлым;
- коэффициент отражения потолка $\rho_{\pi}=70\%$ (0,7) – потолок побеленный.

Произведем размещение осветительных приборов, используя соотношение для лучшего расстояния между светильниками $\lambda=L/h$, а также то, что высота светильников над рабочей поверхностью $h=h_2-h_1=3,3-0,8=2,5$ м, тогда $\lambda=1,4$, следовательно:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,5 = 3,5 \text{ м}$$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников – $L/3=1,2$ м. Для равномерного общего освещения люминесцентные светильники обычно располагают рядами. Исходя из размеров рабочего кабинета ($A=6$ м и $B=5$ м), размеров светильников типа ОД (длина $a=1,1$ м и ширина $b=0,4$ м) и расстояния между ними, определено, что число светильников в ряду должно быть 2, и число рядов – 1 (рисунок 9).

Индекс помещения определяется формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} \quad (13)$$

где S – площадь помещения, м^2 ;

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A, B – длина и ширина помещения.

$$i = \frac{30}{2,5 \cdot (5+6)} = 1,09.$$

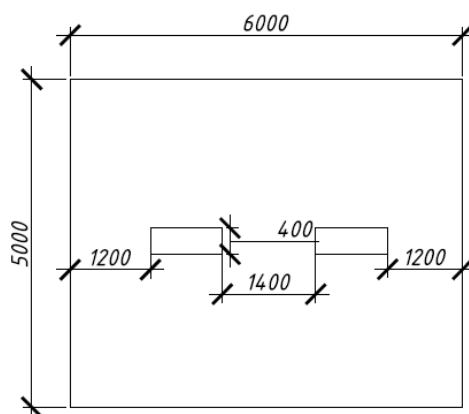


Рисунок 9 – Расположение светильников в помещении оператора

Величина светового потока лампы определяется по следующей формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta} \quad (14)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп, Лм;

E – минимальная освещенность, Лк;

k – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м^2 ;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока выбирается из таблиц в зависимости от типа светильника, размеров помещения, коэффициентов отражения стен и потолка помещения. Для светильников типа ОД $\eta=0,51$;

Z – коэффициент неравномерности освещения.

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 0,9}{2 \cdot 0,51} = 7941 \text{ лм.}$$

По результатам расчёта выбрана лампа ЛД мощностью 125 Вт. Таким образом, система общего освещения рабочего кабинета должна состоять из двухлампового светильника типа ОД с люминесцентными лампами ЛБ мощностью 125 Вт, построенных в 1 ряд по 2 светильника.

5.3 Охрана окружающей среды

Технологический процесс нефтеперерабатывающего завода связан с выбросами в атмосферу отработанных газов (окись углерода, сернистый ангидрид, сероводород и др.), а также проникновение в почву загрязненных сточных вод.

Для охраны атмосферного воздуха используют технологические мероприятия, направленные на уменьшение, исключение или возврат выбросов в производство. Автоматизация и блокировка процессов, осуществляемых под давлением, позволяют исключить повышение давления выше расчетных параметров и тем самым исключить выбросы из предохранительных клапанов.

При нормальном течении технологического процесса выбросы в атмосферу не превышают 1 ПДК по всем опасным веществам и считаются предельно-допустимыми. На случай аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на НПЗ ООО «Юргаус» предусмотрен слив в аварийно-дренажную емкость из обвалования резервуаров. Нефтеперерабатывающие заводы потребляют для технологических нужд большое количество воды. Существуют различные методы очистки производственных сточных вод – механический, физико-химический и биологический методы очистки.

Очищенная вода, как правило, идет на повторное использование в производстве. На предприятии установлены аварийные амбары, чтобы принять нефтепродукты, которые могут попасть в канализацию в больших количествах при авариях или при смыве их ливнями с территории завода.

Угрозы загрязнения для гидросферы рассматриваемый НПЗ не

представляет ввиду его удаленности от водных объектов.

5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

На НПЗ ООО «Юргаус» возможны следующие виды чрезвычайных ситуаций природного характера: землетрясение; наводнение; сильный ветер (в том числе шквал, смерч); сильные осадки (дождь, снег, метель); сильный мороз, заморозки; лесные и торфяные пожары. Землетрясение является наиболее опасной и разрушительной чрезвычайной ситуацией. Согласно карты, сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97, территория Кемеровской области отнесена к сейсмоопасной зоне, где возможны землетрясения интенсивностью 7, 8 баллов по шкале М8К-64.

Жилые, общественные и производственные здания, расположенные на этой территории, необходимо проектировать в соответствии с нормами, предъявляемыми к сейсмостойкому строительству.

Для обеспечения сейсмостойкости несущих конструкций и фундаментов соблюдены антисейсмические мероприятия, в том числе:

- применены материалы, конструкции и конструктивные схемы, обеспечивающие снижение сейсмических нагрузок, в том числе системы сейсмоизоляции, динамического демпфирования;
- конструктивные и объемно-планировочные решения приняты симметричные с равномерным распределением нагрузок на перекрытия, массы и жесткостей конструкций в плане и по высоте; стыки элементов расположены вне зоны максимальных усилий.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Обеспечение безопасности на НПЗ ООО «Юргаус» регламентируют

следующие документы:

- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ;
- Приказ Минтруда России от 16.11.2015 № 873н «Об утверждении Правил по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов»;
- внутренние инструкции по безопасной эксплуатации оборудования НПЗ ООО «Юргаус».

Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны оператора технологических процессов определяются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 30 мая 2003 г.).

Конструкция ПЭВМ обеспечивает возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана. Дизайн ПЭВМ должен предусматривает окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ имеют матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4-0,6 и не имеют блестящих деталей, способных создавать блики.

Экран видеомонитора находится от глаз пользователя на расстоянии от 600 до 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов. Проход слева, справа и спереди от стола 500 мм.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивает оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.

Конструкция рабочего стула (кресла) обеспечивает поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ и позволяет изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует, выбран с учетом роста пользователя, характера и продолжительности

работы с ПЭВМ. Расстояние от спинки стула до границы рабочей зоны не менее 300 мм.

Выводы: в данном разделе был проведен анализ вредных и опасных производственных факторов, которые могут оказать негативное воздействие на оператора технологической установки НПЗ ООО «Юргаус». Так было выявлено, что уровень шума превышает допустимый уровень, что требует проведения профилактических мероприятий для поддержания здоровья. Также было рассчитано необходимо количество, тип и мощность светильников для создания нормативного освещения в 300 лк на рабочем месте в операторской. Для освещения приняты светильники типа ОД с люминесцентными лампами мощностью 125 Вт. Из чрезвычайных ситуаций на территории объекта наиболее опасными могут быть землетрясения. Определены требования к организации рабочего места оператора технологических установок.

Заключение

На сегодняшний день предприятия нефтепереработки играют важнейшую роль в обеспечении различными видами топлива всех сфер жизнедеятельности.

Нефтеперерабатывающие заводы небольшой мощности, или мини-НПЗ, набирают большую популярность, так как имеют относительно невысокую стоимость вложений, но при этом могут быть размещены в непосредственной близости от потребителя. Но, несмотря на всю привлекательность данного вида деятельности, он остается пожаровзрывоопасным.

Изучение статистических данных показало, что основными причинами аварий на нефтеперерабатывающих заводах являются:

- внутренние опасные факторы, вызванные разрушением, либо разгерметизацией технических устройств;
- ошибки персонала, связанные с нарушением требований организации и производства опасных видов работ, организации работ по обслуживанию оборудования.

В данной выпускной квалификационной работе была изучена система безопасности на НПЗ ООО «Юргаус» и проведена оценка риска и расчет последствий при разрушении резервуара с нефтью объемом 1000 м³.

Система обеспечения безопасности на НПЗ ООО «Юргаус» включает в себя следующие элементы: промышленная безопасность; пожарная безопасность; экологическая безопасность; видеонаблюдение и охрана объекта; охрана труда; декларирование безопасности.

При проведении анализа риска были рассмотрены следующие сценарии развития аварийной ситуации:

- рассеяние без воспламенения;
- пожар пролива (в радиусе 115,6 м интенсивность составит 7 кВт/м², что через 20 с приведет к невыносимой боли, безопасное расстояние, где

интенсивность излучения не превышает $1,4 \text{ кВт/м}^2$ составляет 267,6 м).
Максимальное число пострадавших может составить 5 человек;

- пожар-вспышка;
- взрыв паров топливно-воздушной смеси. При взрыве могут пострадать до 2 человек.

Результаты оценки риска показали, что индивидуальный и коллективный риск на НПЗ ООО «Юргаус» находится в допустимых пределах и составляет $3,7 \times 10^{-7}$ чел/год и $4,3 \times 10^{-6}$ чел/год соответственно.

Экономический ущерб от чрезвычайной ситуации составит 5,1 млн. рублей

Таким образом, все поставленные задачи решены, и цель выпускной квалификационной работы достигнута.

Список использованной литературы

1. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2014 году [Электронный источник]. Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Отчет_2014.pdf (дата обращения: 14.02.2020).

2. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2015 году [Электронный источник]. Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Отчет_2015.pdf (дата обращения: 14.02.2020).

3. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2016 году. [Электронный источник]. Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Отчет_2016.pdf (дата обращения: 14.02.2020).

4. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2017 году. [Электронный источник]. Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Отчет_2017.pdf (дата обращения: 14.02.2020).

5. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2018 году. [Электронный источник]. Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Отчет_2018.pdf (дата обращения: 14.02.2020).

6. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ. [Электронный

источник]. Режим доступа:
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения:
03.03.2020).

7. Чемезов Е.Н., Рахмонов Д.Ф. Система управления промышленной безопасностью на нефтеперерабатывающих заводах //Символ науки. – 2017. – Т.2. – №.1.

8. Приказ Ростехнадзора от 24.01.2018 № 29 «Об утверждении руководства по безопасности «Методические рекомендации по классификации техногенных событий в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса» [Электронный источник]. Режим доступа:
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_290667/ (дата обращения:
14.02.2020).

9. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ. [Электронный источник]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 16.04.2020).

10. Приказ Минтруда России от 16.11.2015 № 873н «Об утверждении Правил по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов» [Электронный источник]. Режим доступа:
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193585/#dst100011.

11. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019) [Электронный источник]. Режим доступа:
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/.

12. Медведев, В.Т. Охрана труда и промышленная экология: Учебник / В.Т. Медведев. – М.: Academia, 2019. – 464с.

13. Ефремова, О.С. Охрана труда. Справочник специалиста /О.С. Ефремова. – М.: Альфа-Пресс, 2015. – 608с.

14. Приказ МЧС России от 24.02.2009 № 91 (ред. от 21.06.2012) «Об утверждении формы и порядка регистрации декларации пожарной

безопасности» [Электронный источник]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_86247/#dst6 (дата обращения: 16.04.2020).

15. Каминский, Э.Ф. Глубокая переработка нефти: техно-кий и экол-кий аспекты / Э.Ф. Каминский, В.А. Хавкин. – М.: Техника, 2016. – 384с.

16. СП 131.13330.2018. Свод правил. Строительная климатология. СНиП 23-01-99 (утв. Приказом Минстроя России от 28.11.2018 N 763/пр.).

17. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. приказом МЧС от 10.07.2009 г. № 404).

18. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Пожарная безопасность технологических процессов.

19. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1994. – 19с.

20. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в ЧС. Термины и определения основных понятий. – М.: Госстандарт России, 1994. – 18с.

21. ГОСТ 2609 8-84 Межгосударственный стандарт. Нефтепродукты. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2010. – 14с.

22. Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» (утв. приказом Ростехнадзора от 31.03.2016 № 137).

23. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности» (утв. приказом Ростехнадзора от 29.06.2016 № 272, разделы III, IV, приложения 4, 5);

24. Руководство по безопасности «Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов» (утв. приказом Ростехнадзора от 17.06.2016 № 228, приложение 7).

25. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (утв. приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144).

26. Руководство по безопасности «Методы обоснования взрывоустойчивости зданий и сооружений при взрывах топливно-воздушных смесей на опасных производственных объектах» (утв. приказом Ростехнадзора от 03.06.2016 №217, разделы II, III, IV).

27. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных жидкостей» (утв. приказом Ростехнадзора от 17.09.2015 № 366, приложения 4, 5).

28. Руководство по безопасности «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобычи» (утв. приказом Ростехнадзора от 17.08.2015 № 317, приложения 1, 2).

29. Руководство по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ» (утв. приказом Ростехнадзора от 20.04.2015 № 158).

30. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, (утв. приказом МЧС России от 25.03.2009 г. № 182).

31. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (утв. постановлением Госкомгидромета СССР от 04.08.86 № 192).

32. Постановления Правительства Российской Федерации от 01.03.1993 г. № 178 «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов» [Электронный ресурс] / Консультант Плюс: Законодательство. — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=182705>, (дата обращения 12.05.2020).

33. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах РД 03-496-02. [Электронный ресурс]

/URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200031148>, (дата обращения 22.05.2020).

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

35. МР 2.2.7.2129-06 «Режимы труда и отдыха, работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях».

36. «Методические рекомендации по расчету теплоизоляции комплекта индивидуальных средств защиты работающих от охлаждения и времени допустимого пребывания на холоде. МР N 11-0/279-09 от 25.10.01».

37. Нефтегазовый комплекс России и первичная переработка нефти / А.А. Гайле и др. – М.: Химиздат, 2016. – 448с.

38. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 2: учебник для среднего профессионального образования / С.В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 362с.

39. Василенко, А.Б. Современная энергетика и энергетика будущего: Технологии производства. Нетрадиционные источники. Экологическая безопасность / А.Б. Василенко, В.В. Тетельмин. – М.: Ленанд, 2018. – 240с.

40. Тимофеева, С.С. Производственная безопасность: Учебное пособие / С.С. Тимофеева, Ю.В. Шешуков. – М.: Форум, 2019. – 216с.

Приложение А

(Обязательное)

Таблица А.1 – Крупные аварии на нефтеперерабатывающих предприятиях России

Дата и место аварии	Характер аварии	Причины	Последствия
16.04.2019 Филиал ПАО «Башнефть-Уфимский НПЗ»	При проведении пусконаладочных работ насосного оборудования линии подачи сырья в технологическую печь установки «Висбрекинг гудрона» произошла разгерметизация змеевика печи с последующим выходом сырья (гудрона) во внутрь топочного пространства и развитием пожара.	1) Нарушение технологического режима подачи сырья, выразившееся в понижении и превышении регламентированных параметров давления и температуры, вследствие несанкционированного отключения обслуживающим персоналом системы противоаварийной автоматической защиты технологической печи. 2) Несоблюдение персоналом технологической дисциплины и ненадлежащий контроль за ведением технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента на производство продукции.	Частично разрушено технологическое оборудование и трубопроводы установки, кабельные коммуникации, в том числе КИПиА блока печей, а также металлоконструкции площадок обслуживания печи. Пострадавших нет. Экономический ущерб от аварии составил 209,9 млн. рублей.
08.04.2019 ООО «Новокуйбышевский завод масел и присадок»	На одной из секций Комплекса установок деасфальтизации при откачке насосом осадка (смеси деасфальтизата с пропаном) из отстойника в змеевик печи произошла разгерметизация поршневого насоса с последующим образованием и быстрым развитием газо-воздушного облака, его взрывом и пожаром в помещении насосной.	1) Разрушение паронитовой прокладки и выдавливание ее части из уплотнения клапанной крышки левого нагнетательного клапана гидравлической части насоса вследствие отклонения геометрического размера выступа крышки, прижимающего уплотнительную прокладку, смещения оси клапанной крышки при сборке узла клапана относительно оси отверстия в корпусе насоса, неравномерное зажатие прокладки и перекося уплотнения при затяжке шпилек крышки, а также динамического (циклического) характера нагружения внутренним давлением узла клапана поршневого насоса, вызвавшее постепенное смещение, растяжение прокладки на участке минимального зажатия, завершившееся ее разрывом. 2) Неудовлетворительный контроль за качеством выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования, в том числе за герметичностью фланцевых соединений оборудования в течение межремонтного периода его эксплуатации.	Повреждено здание насосной, разрушены и повреждены технологические трубопроводы, динамическое оборудование, электрооборудование и кабельные линии насосной, попавшие в зону термического воздействия. Пострадавших нет. Экономический ущерб от аварии составил 23,8 млн. рублей.
11.03.2019 ООО «РН-Комсомольский НПЗ»	При проведении технологической операции по подготовке к выгрузке кокса из коксовой камеры реактора	1) Разрушение участка трубопровода сброса паров углеводорода из реактора в колонну в результате его разрыва ледяной пробкой, образованной при замерзании	Повреждено оборудование, технические устройства и сооружения, попавшие в зону

Продолжение таблицы А.1

	установки замедленного коксования произошла разгерметизация участка трубопровода сброса паров углеводорода из реактора в колонну с последующим самовоспламенением газо-воздушного облака и образованием факельного горения.	2) парового конденсата в период технологической остановки установки замедленного коксования с 16 по 27 января 2019г. К образованию парового конденсата с последующим его замерзанием привело использование на установке замедленного коксования среднего давления, поступающего из сети завода, с параметрами ниже, чем установлены проектной документацией и технологическим регламентом. 3) Отсутствие проектных и технических решений по безопасной эксплуатации трубопровода сброса паров углеводорода из реактора в колонну в части оснащения системой контроля за параметрами пара, подаваемого в трубопровод	термического воздействия. Пострадавших нет. Экономический ущерб от аварии составил 809,45 млн. рублей.
10.03.2019 АО «Новокуйбышевский НПЗ»	Во время регламентного ведения технологического процесса на установке замедленного коксования произошла разгерметизация участка технологического трубопровода на входе вторичного сырья в технологическую печь и участка змеевика печи с последующим выбросом гудрона в камеру сгорания печи и его воспламенением.	1) Разрушение участка технологического трубопровода на входе вторичного сырья в технологическую печь и трубы радиантного экрана технологической печи явился резкий, неконтролируемый рост давления на входе в реакторы коксования и печном змеевике вследствие ошибочных действий оператора технологической установки при проведении технологической операции по переключению потока сырья из одного реактора коксования в другой. 2) Технологическим регламентом на производство продукции не определена подробная последовательность действий операторов при проведении технологической операции по переключению потока сырья из одного реактора коксования в другой; проектной документацией не обоснован выбор типа отключающих устройств и мест их установки.	Повреждено оборудование и технические устройства, попавшие в зону термического воздействия. Пострадал оператор технологической установки, получив термический ожог лица. Экономический ущерб от аварии составил 116, 6 млн. рублей.
13.01.2019 Филиал ПАО «АНК «Башнефть» «Башнефть-УНПЗ»	В «горячей насосной», относящейся к блоку атмосферной перегонки нефти, произошел пропуск мазута через уплотнительную поверхность поверхности крепления охлаждающей части сальника к корпусу насоса с последующим воспламенением истекаемого продукта.	1) Нарушение герметичности уплотнительной поверхности крепления охлаждающей части сальника к корпусу насоса вследствие применения крепежного элемента (шпильки), не соответствующего требованиям изготовителя оборудования. 2) Неудовлетворительный контроль качества проведения ремонтных работ. 3) Технологический процесс и работа оборудования в «горячей» насосной осуществлялись с неисправной системой ПАЗ. 4) Отсутствие разработанных мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий.	Повреждено оборудование, технические устройства и сооружения, попавшие в зону термического воздействия. Пострадавших нет. Экономический ущерб от аварии составил 132,4 млн. рублей.

Продолжение таблицы А.1

		5) Неудовлетворительное осуществление производственного контроля.	
17.11.2018 АО «Газпромнефть- Московский НПЗ»	Пожар. Разгерметизация змеевика печи установки каталитического крекинга с последующим возгоранием сырья.	1) Разгерметизация горизонтального участка трубопровода печи вследствие коррозионного износа. 2) По окончании капитального ремонта объект запущен в эксплуатацию при не выполненных в полном объеме проектных решениях (не закончен монтаж, пуско-наладка электрозадвижки, неполная реализация проектных решений по системе СБ и ПАЗ), в том числе отсутствие блокировки по аварийному включению подачи пара в змеевик при разгерметизации труб. 3) Не осуществлен производственный контроль в части обеспечения работоспособности средств автоматического отключения подачи сырья в печь.	Повреждена печь в объеме: обслуживающих площадок, инженерных коммуникаций, опорных конструкций каркаса печи, конвекционной и радиантной части змеевика печи. Пострадавших нет. Экономический ущерб от аварии составил 4 млрд. руб.
08.05.2018 АО «Новокуйбышевский нефтеперерабатывающий завод»	При выводе печи на нормальный режим произошла разгерметизация вальцовочного соединения ретурбенда печи с последующим возгоранием бензина прямогонного.	1) Разгерметизация соединения ретурбенда трубы в результате резкого повышения давления в ходе многократного изменения температурного режима, перегрева продукта в змеевике печи выше нормы установленной технологическим регламентом и ошибочного обозначения позиции датчиков на мнемосхеме АСУ ТП. 2) Отсутствие контроля при приемке, проверке и эксплуатации системы АСУ ТП. 3) Нарушения ведения технологического процесса, а именно: регулирование технологического процесса по байпасным линиям вместо клапанов регуляторов, работа с отключенными позициями противоаварийной защиты, отсутствие контроля за работой насосно – компрессорного оборудования и уровнем в колонне.	Повреждено оборудование, технические устройства и сооружения, попавшие в зону термического воздействия. Пострадавших нет. Экономический ущерб отсутствует
25.12.2017 АО «Краснодарский НПЗ- Краснодарэконнефть»	В результате разгерметизации технологическом трубопровода «Гудрон от насосов до теплообменников» вакуумного блока установки АВТ произошел выброс гудрона с последующим самовоспламенением пропитанной гудроном тепловой изоляции трубопровода.	1) Разгерметизация технологического трубопровода вследствие коррозионного износа стенки трубы в околошовной зоне врезки вертикального участка трубопровода Ду100 в участок трубопровода Ду150 (с образованием свища). 2) Конструкция технологического трубопровода имеет Т-образные соединения (врезки) труб разного диаметра без применения усиливающих накладок или фасонных изделий, что ведет к ослаблению околошовной зоны врезки и повышенному износу стенок трубопровода. 3) Неудовлетворительная организация контроля за	Повреждены технологический трубопровод, частично кабели линий освещения и связи. Экономический ущерб от аварии 970 тыс. руб. Пострадавших нет

Продолжение таблицы А.1

		<p>надёжной и безопасной эксплуатацией трубопровода со стороны ответственных лиц эксплуатирующей организации.</p> <p>4) Нарушения, допущенные экспертной организацией при проведении экспертизы промышленной безопасности технологического трубопровода при его обследовании и недостоверной оценки его фактического технического состояния.</p> <p>5) Неудовлетворительная организация и осуществление производственного контроля, не обеспечившего своевременное выявление и устранение нарушений, влияющих на безопасную эксплуатацию оборудования.</p> <p>6) Неудовлетворительная организация и осуществление монтажа участка трубопровода, на котором возник дефект (свищ), приведший к аварии, из трубы другой марки стали (сталь 10) и типоразмера отличного от паспортного.</p>	
29.01.2017 филиал ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть-УНПЗ»	На установке висбрекинга, находившейся на нормальном технологическом режиме, произошло разрушение отвода трубопровода с выбросом нефтепродуктов и последующим возгоранием.	<p>1) Разрушение отвода трубопровода вследствие утонения его стенки в результате коррозионного износа и несоответствия материального исполнения смонтированного отвода трубопровода проекту.</p> <p>2) Отсутствие надлежащего контроля за качеством ремонта и безопасной эксплуатацией трубопроводов.</p> <p>3) Неудовлетворительная организация и проведение входного контроля применяемых при проведении ремонтных работ оборудования, материалов.</p> <p>4) Отсутствие надлежащего производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности за безопасную эксплуатацию и техническое состояние трубопровода.</p>	<p>Повреждены и деформированы металлоконструкции, эстакада трубопроводов установки, технические устройства и оборудования, приборы КиП и электроснабжение.</p> <p>Пострадавших нет.</p> <p>Экономический ущерб 152 млн рублей.</p>
11.01.2017 ООО «РН-Туапсинский НПЗ»	При выполнении подготовительных работ на насосе вакуумного газойля к проведению на нем газоопасной работы произошел выброс промывочной жидкости (дизельное топливо) с последующим возгоранием от горячей поверхности обвязки насоса, перекачивающего нефтепродукт с температурой 350°C.	<p>1) Нарушена проектная схема промывки насоса, которая не обеспечила полное удаление перекачиваемой среды из полости насоса.</p> <p>2) Неудовлетворительная организация и проведение работ по подготовке насоса к выполнению газоопасных работ, предусмотренных нарядом-допуском на выполнение газоопасных работ.</p>	<p>Повреждены теплоизоляция трубопроводов, кабельные лотки, электропроводка, огнезащитное покрытие металлоконструкций, попавшие в зону термического воздействия.</p> <p>Пострадавших нет.</p> <p>Экономический ущерб составил 273 тыс. рублей.</p>

Приложение Б
(обязательное)

Отчет по результатам расчетов в программе ТОКСИ^{+Risk}

Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива

Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Вещество	Нефть
Средне поверхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м ²	10
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0,04
Эффективная площадь пролива	40001,48
Методика:	Методика определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2010/ГОСТ 12.3.047-2012

Таблица Б.1 – Критерий: интенсивность излучения

Название критерия	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны, м
Непереносимая боль через 20 сек.	7	115,63
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	148
Без негативных последствий	1,4	267,56

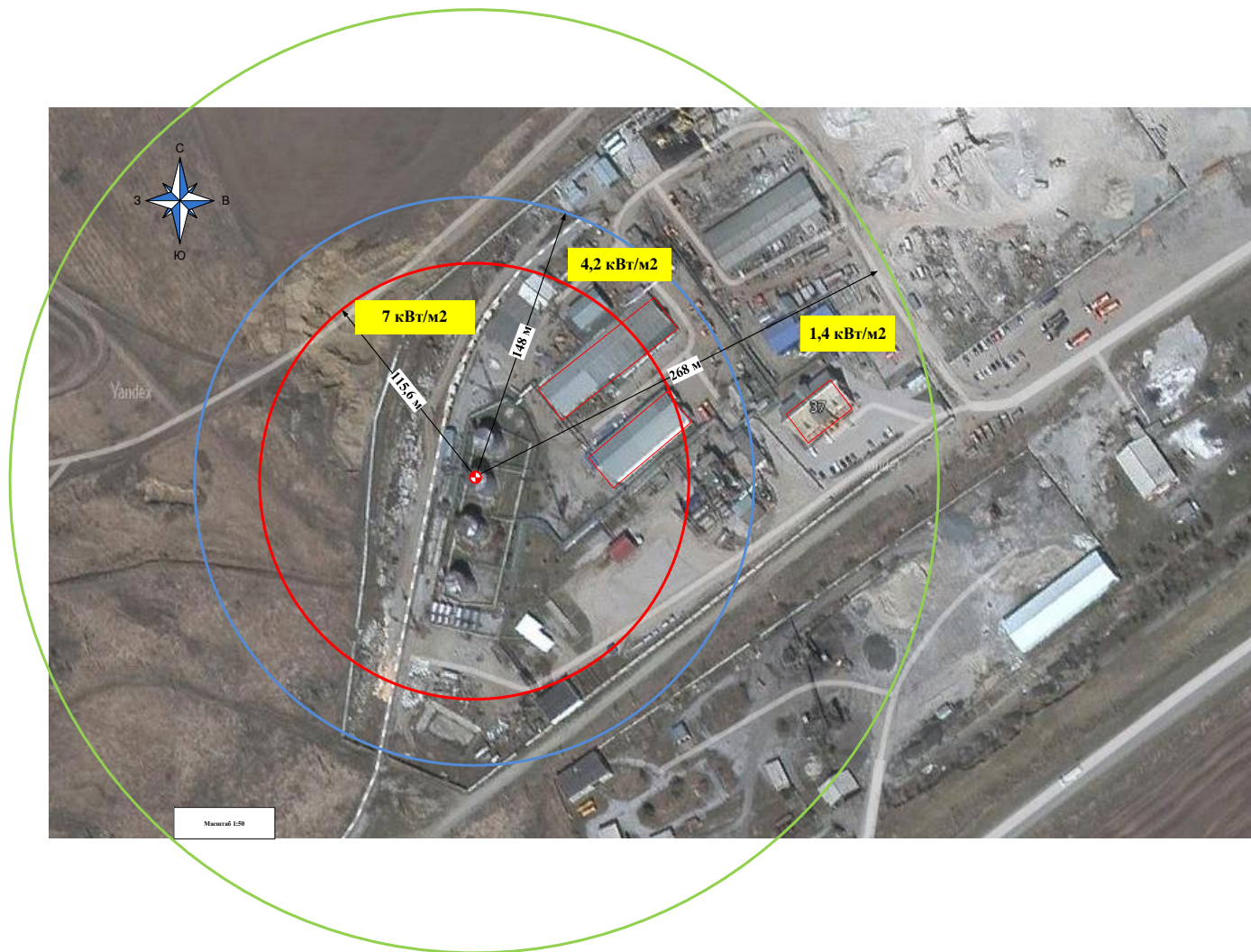


Рисунок Б.1 – Зоны поражения тепловым излучением при пожаре пролива

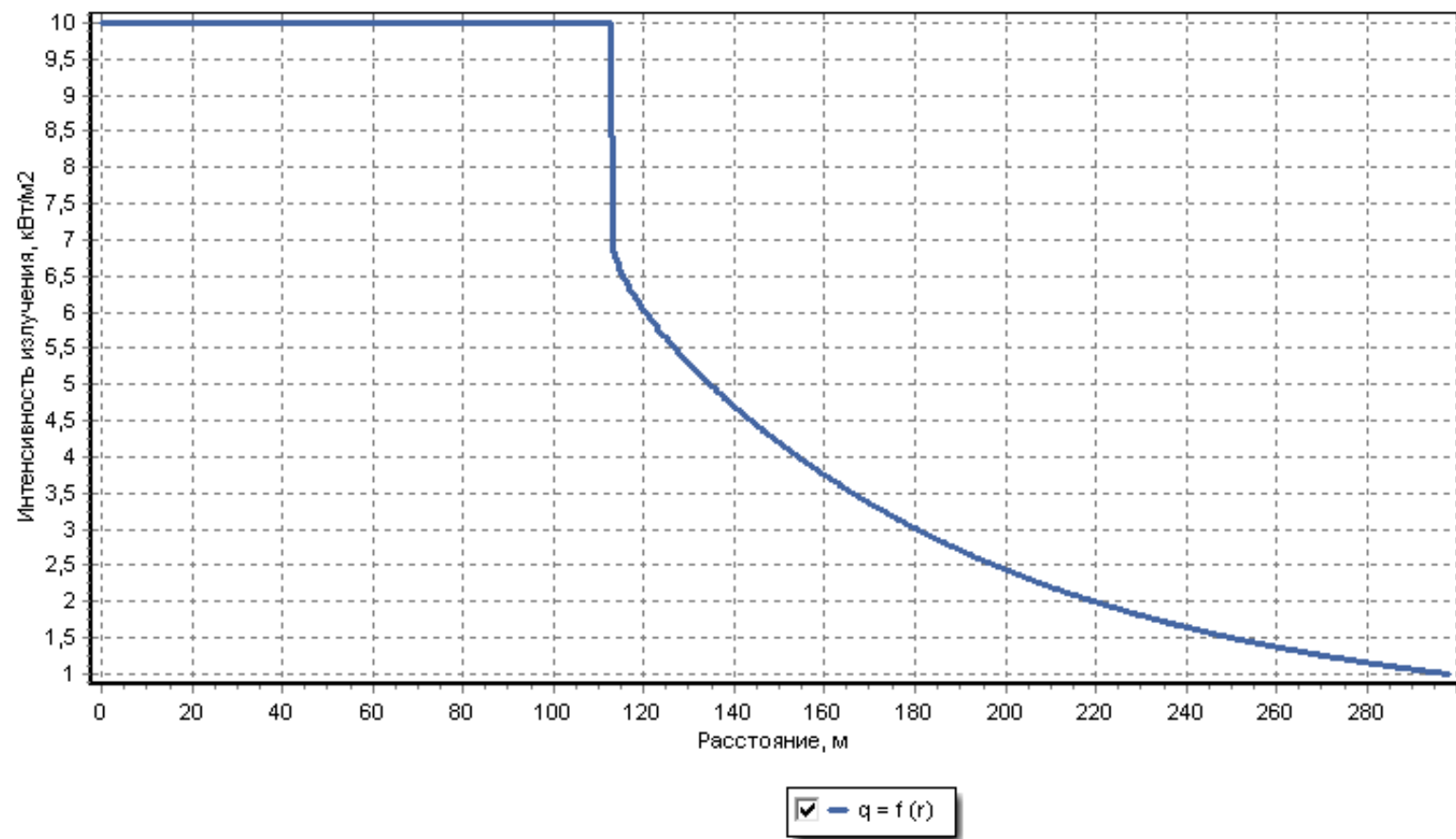


Рисунок Б.2 – Зависимость интенсивности излучения от расстояния

Протокол модуля
Показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов аварии

Таблица Б.2 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар пролива

№ п/п	Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
1.	склад	4	4	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	0
2.	операторская	1	1	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	0
3.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	0
4.	склад	4	4	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	45
5.	операторская	1	1	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	45
6.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	45
7.	склад	4	4	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	90
8.	операторская	1	1	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	90
9.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	90
10.	склад	4	4	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	135
11.	операторская	1	1	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	135
12.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	135
13.	склад	4	4	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	180
14.	операторская	1	1	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	180
15.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	180
16.	склад	4	4	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	225
17.	операторская	1	1	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	225
18.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	225
19.	склад	4	4	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	270

Продолжение таблицы Б.2

20.	операторская	1	1	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	270
21.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	270
22.	склад	4	4	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	315
23.	операторская	1	1	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	315
24.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	315

Максимальное число пострадавших 5 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

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 Б.3 – 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	19,98
Граница области значительных повреждений	21,102	0,318	0,029	42,85
Граница области минимальных повреждений	7,202	0,102	0,043	123
Полное разрушение остекления	6,999	0,1	0,043	125,65
50% разрушение остекления	2,5	0,029	0,064	421,3
10% и более разрушение остекления	2	0,023	0,068	504,51

Таблица Б.3.1 – 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	27,98
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	0,379	0,027	35,02
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	57,21
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	0,161	0,037	78,35
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	0,084	0,046	145,41
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	0,07	0,049	175,11
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	0,035	0,06	338,05
Пользовательский критерий	0	0	0,136	32663,71



Рисунок Б.3 – Избыточное давление при взрыве ТВС

Показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов аварии

Таблица Б.4 – Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС

№ п/п	Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
1.	склад	4	0	0	Граница области сильных разрушений	0
2.	склад	4	2	50	Граница области значительных повреждений	0
3.	операторская	1	0	0	Граница области сильных разрушений	0
4.	операторская	1	0	0	Граница области значительных повреждений	0
5.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области сильных разрушений	0
6.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области значительных повреждений	0
7.	склад	4	0	0	Граница области сильных разрушений	45
8.	склад	4	2	50	Граница области значительных повреждений	45
9.	операторская	1	0	0	Граница области сильных разрушений	45
10.	операторская	1	0	0	Граница области значительных повреждений	45
11.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области сильных разрушений	45
12.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области значительных повреждений	45
13.	склад	4	0	0	Граница области сильных разрушений	90
14.	склад	4	2	50	Граница области значительных повреждений	90
15.	операторская	1	0	0	Граница области сильных разрушений	90
16.	операторская	1	0	0	Граница области значительных повреждений	90
17.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области сильных разрушений	90
18.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области значительных повреждений	90
19.	склад	4	0	0	Граница области сильных разрушений	135
20.	склад	4	2	50	Граница области значительных повреждений	135
21.	операторская	1	0	0	Граница области сильных разрушений	135
22.	операторская	1	0	0	Граница области значительных повреждений	135
23.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области сильных разрушений	135
24.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области значительных повреждений	135
25.	склад	4	0	0	Граница области сильных разрушений	180

Продолжение таблицы Б.4

26.	склад	4	2	50	Граница области значительных повреждений	180
27.	операторская	1	0	0	Граница области сильных разрушений	180
28.	операторская	1	0	0	Граница области значительных повреждений	180
29.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области сильных разрушений	180
30.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области значительных повреждений	180
31.	склад	4	0	0	Граница области сильных разрушений	225
32.	склад	4	2	50	Граница области значительных повреждений	225
33.	операторская	1	0	0	Граница области сильных разрушений	225
34.	операторская	1	0	0	Граница области значительных повреждений	225
35.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области сильных разрушений	225
36.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области значительных повреждений	225
37.	склад	4	0	0	Граница области сильных разрушений	270
38.	склад	4	2	50	Граница области значительных повреждений	270
39.	операторская	1	0	0	Граница области сильных разрушений	270
40.	операторская	1	0	0	Граница области значительных повреждений	270
41.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области сильных разрушений	270
42.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области значительных повреждений	270
43.	склад	4	0	0	Граница области сильных разрушений	315
44.	склад	4	2	50	Граница области значительных повреждений	315
45.	операторская	1	0	0	Граница области сильных разрушений	315
46.	операторская	1	0	0	Граница области значительных повреждений	315
47.	Административно-бытовой комплекс	5	0	0	Граница области сильных разрушений	315
48.	Административно-бытовой комплекс	5	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

Таблица Б.5 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	Индивидуальный риск, 1/год
					токсик	взрывов	термического воздействия		
1.	склад	4	4	0,23	0,00	0,00	0,00	7.40E-006	3.70E-007
2.	операторская	1	1	0,23	0,00	0,00	0,00	5.55E-006	3.70E-007
3.	Административно- бытовой комплекс	5	5	0,23	0,00	0,00	0,00	1.11E-005	3.70E-007
ИТОГО:		10	10					4,3 E-006	3.7E-007

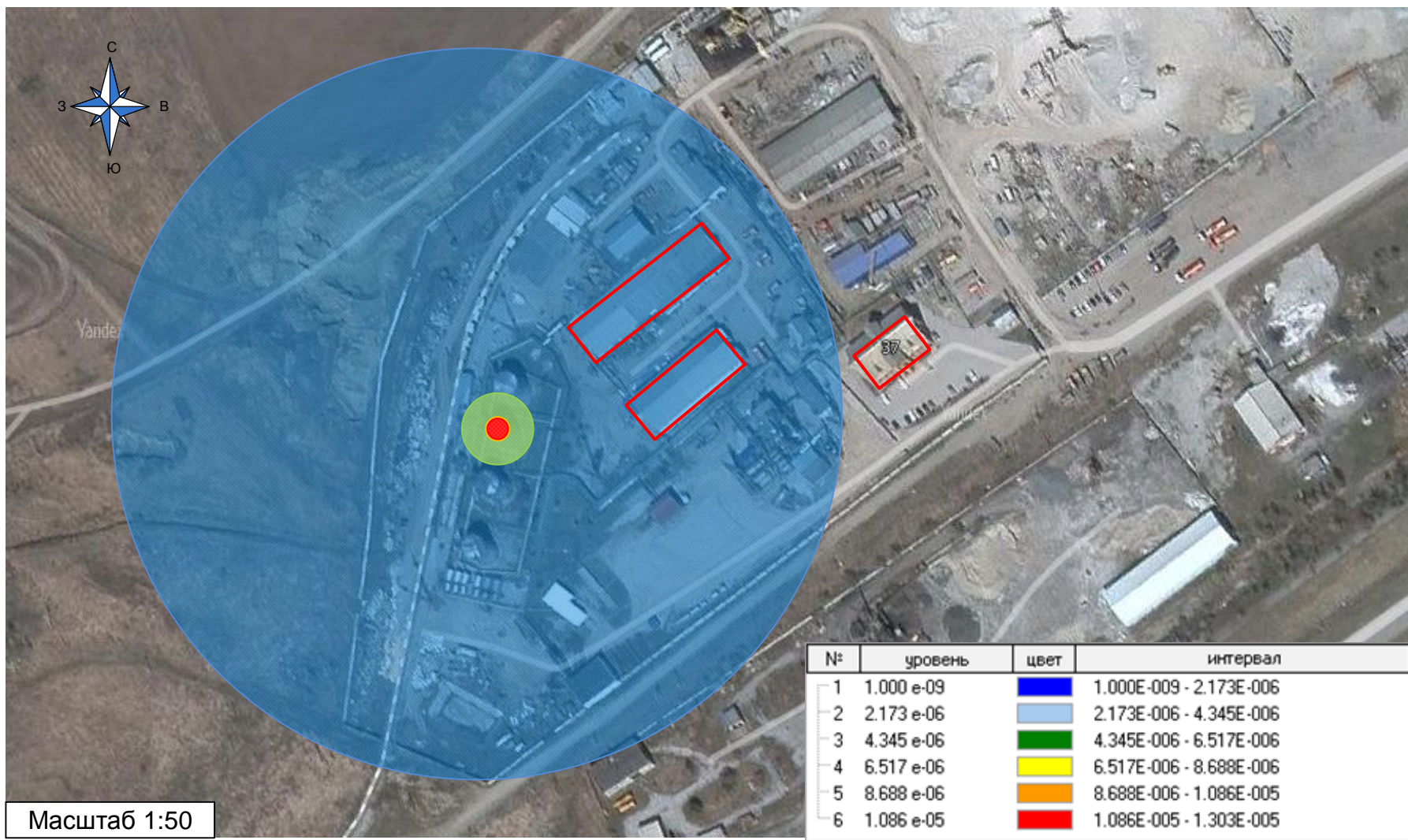


Рисунок Б.4 – Ситуационный план аварийной ситуации