



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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения газового конденсата на установке комплексной подготовки газа ЗАО «Геотрансгаз»

УДК 614.8:621.643

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г11	Тиханов Евгений Александрович		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2016 г.

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

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



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

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой БЖДЭиФВ
 _____ С.А. Солодский
 «__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г11	Тиханову Евгению Александровичу

Тема работы:

Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения газового конденсата на установке комплексной подготовки газа ЗАО «Геотрансгаз»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 26/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:	14.06.2016 г.
---	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Структура установки комплексной подготовки газа ЗАО «Геотрансгаз». Парк хранения нефтепродуктов представлен двумя резервуарами РВС объемом 2000 м ³ . Хранимое вещество – газовый конденсат. Плотность ЖФ ОВ – 780 кг/м ³ . Масса ЖФ ОВ – 1560 т. Площадка хранения газового конденсата оборудована обвалованием. Разлив ОВ происходит в поддон с бетонным материалом поверхности, размер поддона – 60 × 28 × 1,4 м.
---------------------------------	---

	Соответственно площадь – 1680 м². Объем – 2352 м³. Метеоусловия характерны для летних месяцев: температура окружающей среды – 10 °С, скорость ветра – 3,6 м/с, направление ветра в диапазоне [0°... 360°] – 160°. Масса горючего в облаке – 12435,9 кг. Количество ОВ по объему которого 10 % составляет газовая фаза.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов. 2 Провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС при полном разрушении РВС-2000 со стабильным газовым конденсатом. 3 Рассчитать последствия аварий с опасными исходами: пожар пролива, пожар-вспышка; взрыв ТВС. 4 Рассчитать индивидуальный и коллективный риски и последствия аварии при разрушении резервуара хранения газового конденсата.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Романенко Василий Олегович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г11	Тиханов Евгений Александрович		10.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа 112 страницы, 3 рисунка, 22 таблиц, 47 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: АВАРИЯ НА ГАЗО-НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ, ГАЗОВЫЙ КОНДЕНСАТ, РЕЗЕРВУАРНЫЙ ПАРК, ПОЛНОЕ РАЗРУШЕНИЕ РЕЗЕРВУАРА, ОЦЕНКА РИСКА И РАСЧЕТ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗРУШЕНИЯ.

Объектом исследования является резервуар для хранения газового конденсата на установке комплексной подготовки газа ЗАО «Геотрасгаз».

Цель работы – оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения газового конденсата на установке комплексной подготовке газа ЗАО «Геотрасгаз» для своевременной локализации и ликвидации аварии.

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

В результате исследования по древу событий полного разрушения РВС-2000 выявлены опасные исходы и рассчитаны коллективный и индивидуальный риск.

Abstract

Final qualifying work of 112 pages, 3 figures, 22 tables, 47 sources, 2 annexes.

Tags: ACCIDENT AT GAS REFINERY, GAS CONDENSATE STORAGE TANKS, COMPLETE DESTRUCTION OF THE TANK, RISK ASSESSMENT AND CALCULATION OF THE CONSEQUENCES OF FAILURE.

The object of research is a tank for storing gas condensate complex gas CJSC «Geotrasgaz».

Objective – Risk assessment and calculation of the consequences of the destruction of gas condensate storage tank in the complex gas CJSC «Geotrasgaz» for timely localization and liquidation of the accident.

The study carried out an analysis of accidents at the enterprises of oil refining and gas causes could lead to an emergency.

As a result of studies on the complete destruction of the tree events PBC-2000 identified hazardous outcomes and calculated the collective and individual risk.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

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

ГОСТ 12.3.047-98 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

ГОСТ 51901.12-2007 Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов.

ГОСТ 51901.13-2005 Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей.

Список условных сокращений

АРМ – автоматизированное рабочее место;

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы;

АСУ – автоматизированная система управления;

АСФ ГУП ЯНАО «АСФ «ЯВПФЧ» – аварийно-спасательное формирование Государственного унитарного предприятия Ямало-Ненецкого автономного округа «Аварийно-спасательное формирование «Ямальская военизированная противодиванная часть»;

АЦ – автоцистерна;

ГОСТ – Государственный стандарт;

ЗАО – закрытое акционерное общество;

МЧС России – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

НТД – нормативно-техническая документация;

ОПФ – основные производственные фонды;

ПАЗ – противоаварийная защита ;

ПТБ – правила техники безопасности;

ПЧ – пожарная часть;
РВС – резервуар вертикальный стальной;
РД – Руководящий документ;
РП – резервуарный парк;
СИЗ – средства индивидуальной защиты;
СНиП – Строительные нормы и правила;
ТВС – топливо-воздушная смесь;
УКПГ – установка комплексной подготовки газа;
ЧС – чрезвычайная ситуация;
ЭС – экспертные системы.

Оглавление

	С.
Введение	12
1 Современное состояние проблемы безопасности потенциально опасных объектов	14
1.1 Проблемы взаимодействия человека и окружающей природной среды	14
1.2 Техносфера – источник опасностей аварий и катастроф	18
1.3 Перечень потенциальных опасностей производственных процессов на УКПГ	21
1.4 Статистика и анализ ситуаций, произошедших на объектах нефтепереработки	22
1.5 Правовые аспекты обеспечения безопасности на потенциально опасных объектах	23
2 Описание установки комплексной подготовки газа ЗАО «Геотрансгаз»	24
2.1 Краткое географическое и гидрометеорологическое описание	24
2.1.1 Краткая географическая характеристика	24
2.1.2 Гидрометеорологические особенности района расположения УКПГ	24
2.2 Краткое описание предприятия и продукция, образующаяся на конечном этапе переработки природного газа	25
2.3 Системы обеспечения пожарной безопасности объекта	28
2.3.1 Система предотвращения пожара	28
2.3.2 Система противопожарной защиты	28
2.3.3 Комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности	30
2.4 Площадка резервуаров хранения газового конденсата	30

2.5	Описание проектных решений по наружному противопожарному снабжению и проекта внутриплощадочных проездов	32
2.5.1	Водозаборные сооружения и водяное пожаротушение	32
2.5.2	Пенное пожаротушение	33
2.5.3	Внутриплощадочные проезды	33
2.6	Планы тушения пожаров. Ликвидация аварий и пожаров	34
3	Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения газового конденсата	35
3.1	Исходные данные для расчета	35
3.2	Расчет последствий разрушения	37
3.2.1	Описание сценария аварии рассеяние без воспламенения	39
3.2.2	Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива	40
3.2.3	Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка	41
3.2.4	Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС)	43
3.3	Оценка риска и расчет последствий разрушения	48
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	52
4.1	Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на УКПГ ЗАО «Геотрансгаз» при разрушении РВС-2000 для хранения газового конденсата. Расчет прямого ущерба	53
4.2	Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) и расследование причин аварии	54
4.2.1	Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии	55
4.2.2	Расходы на расследование причин аварии	60
4.3	Социально-экономические потери	61

4.4	Косвенный ущерб	63
4.5	Экологический ущерб	63
5	Социальная ответственность	65
5.1	Описание рабочего места оператора товарного на площадке налива газового конденсата на УКПГ ЗАО «Геотрансгаз»	65
5.2	Анализ выявленных вредных факторов производственной среды оператора товарного	66
5.2.1	Метеоусловия	66
5.2.2	Производственный шум	69
5.2.3	Производственное освещение	70
5.2.4	Газовый конденсат	71
5.3	Анализ выявленных опасных факторов производственной среды оператора товарного	72
5.3.1	Механические опасности	72
5.3.2	Электроопасность	72
5.3.3	Пожаровзрывоопасность	73
5.4	Охрана окружающей среды	75
5.5	Защита в чрезвычайных ситуациях	75
5.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	76
	Заключение	79
	Список публикаций студента	81
	Список использованных источников	82
	Приложение А Анализ известных аварий, имевших место на других аналогичных объектах, или аварий, связанных с обращающимися опасными веществами	88
	Приложение Б Отчет по результатам расчетов в программе ТОКСИ+Risk	91

Введение

Предприятия, относящиеся к газо-нефтепереработке, являются одними из наиболее опасных производственных объектов промышленности. На этих предприятиях получают, используют, перерабатывают, хранят, транспортируют взрывопожароопасные вещества. Предприятия, в технологических процессах которых обращается большое количество опасных веществ, не могут быть полностью защищены от возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросами токсических веществ, взрывами или сгоранием паровых облаков. Аварии на резервуарах и газопроводах могут привести к катастрофическим последствиям. Чрезвычайные случаи на этих предприятиях способны нанести большой экономический ущерб.

Аварии на объектах газо-нефтепереработки, которые сопровождаются взрывными превращениями, приводят к наиболее тяжелым последствиям для обслуживающего персонала, технологических сооружений и оборудования. Поэтому для оценки последствий чрезвычайных ситуаций при реальной опасности, должны быть произведены расчеты зон поражения персонала и ущерб для предприятия при различных сценариях аварии.

Анализируя причины, которые способны привести к возникновению и развитию аварий на опасных производственных объектах, можно разделить на следующие проблемы:

а) критический износ основных производственных фондов. По оценкам Госгортехнадзора России, основной парк отработавшего ресурс оборудования в газовой промышленности достигает 70 %;

б) влияние человеческого фактора. По оценкам российских специалистов, 80 % процентов техногенных аварий происходят из-за недобросовестной работы сотрудников предприятий. Другими словами, главная причина аварий – человеческий фактор;

в) несоответствие организации процесса темпам научно-технического прогресса и пренебрежение эффективным системам обеспечения промышленной безопасности.

Актуальность проблемы состоит в том, что в настоящее время принят принцип «предвидеть и предупредить», вместо принципа «реагировать и исправлять». Оценка риска и расчет последствий включает идентификацию опасностей. Таким образом, развитие теории и методов оценок риска являются наиболее актуальными и ключевыми при обеспечении безопасности от промышленных аварий.

Цель работы: оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения газового конденсата на установке комплексной подготовке газа ЗАО «Геотрансгаз» для своевременной локализации и ликвидации аварии.

Для достижения цели:

1) Изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов, провести анализ аварийных ситуаций на предприятиях газо-нефтепереработки.

2) Провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС при полном разрушении РВС-2000 со стабильным газовым конденсатом.

3) Рассчитать индивидуальный и коллективный риски и последствия аварии при разрушении резервуара хранения газового конденсата.

4) Произвести расчет полного ущерба при ликвидации последствий аварии полного разрушения РВС-2000.

1 Современное состояние проблемы безопасности потенциально опасных объектов

1.1 Проблемы взаимодействия человека и окружающей природной среды

На протяжении последних 30-ти лет основные объемы газодобычи России обеспечиваются развитием газопромысловых и газотранспортных систем. Актуальность данного вопроса состоит в том, что газовая (газоконденсатная) и нефтяная промышленность является крупнейшим элементом российской экономики и мировой системы энергообеспечения.

Газовая, нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленности в настоящее время являются одними из ведущих в тяжелой индустрии страны и имеют тенденцию к дальнейшему развитию, модернизации и расширению перечня производимой продукции.

Природный газ широко используется в роли экологически чистого минерального топлива, при сгорании которого практически не образуется вредных соединений.

Скважины делятся на две категории, которые зависят от её глубины:

- а) Сеноман (глубина 800–1400 м) – добывают только газ;
- б) Валанжин (глубина 1400–2600 м) – могут добывать либо газ, либо конденсат, либо газовый конденсат. Эти скважины самые распространённые и экономически выгодные.

За годы освоения и разработки газонефтяной отрасли создавались научно-технические решения, такие как:

- центрально-групповая схема размещения эксплуатационных скважин;
- дифференцированная схема вскрытия продуктивных пластов;
- кустовое разбуривание залежей наклонно-направленными скважинами;

- бурение и эксплуатация скважин увеличенного диаметра;
- лучевая и комбинированная схемы сбора газа на промыслах;
- строительство и эксплуатация установок комплексной подготовки газа (УКПГ);
- строительство дожимных компрессорных станций (ДСК) большой производительности и мощности;
- централизация мощностей по компримированию газа и др.

Таблица 1 – Объем добычи газа в России и мире в целом

Год	Мир в целом, млрд. м ³	Россия, млрд. м ³
2001	2493	581
2002	2531	595
2003	2671	620
2004	2692	633
2005	2768	641
2006	2851	656
2007	2951	654
2008	3065	665
2009	2976	584
2010	3193	649
2011	3291,3	640
2012	3363,9	655
2013	3276,2	604,8
2014	3460,6	578,7

Однако, именно предприятия газовой отрасли, являются потенциально опасными объектами, так как для них характерно сосредоточение большого количества взрывоопасных и токсичных веществ. Предприятия именно этих отраслей являются источниками наиболее разнообразных выбросов в атмосферу оксидов углерода, азота, серы, различных углеводородов (предельных, непредельных, ароматических), метанола, моно- и диэтанолamina и целой группы других веществ.

Аварийные и регламентные выбросы горючих газов представляют крайне высокую опасность для людей и технологического оборудования, и в тоже время, являются весьма распространенным явлением. В частности, в ходе проведения технологических операций по добыче, переработке и хранению

горючих газов неизбежно возникает необходимость в осуществлении регламентных выбросов (дренажа), в том числе больших объемов, газа в окружающую атмосферу.

Особую опасность представляют аварийные выбросы горючих газов, которые являются неотъемлемой частью технологического процесса. Интенсивность аварийного истечения газа может варьироваться в широких пределах от небольших утечек, например, при разгерметизации фланцевых соединений до крупномасштабных выбросов при аварийных газопроявлениях и разрушениях газопроводов. Вероятность воспламенения выбрасываемого газа, особенно для крупномасштабных аварийных выбросов, достаточно велика и может достигать значений 0,5–0,8. При этом возникает опасность каскадного развития аварии, связанная с потерей конструктивной устойчивости и разрушением окружающего оборудования.

Все технологические процессы, связанные с очисткой, осушкой, охлаждением газа, являются непрерывными.

Проблема улучшения качества окружающей среды входит в список глобальных проблем современности. Важным аспектом этой проблемы является обеспечение экологической безопасности, которая в соответствии с Федеральным законом № 7-ФЗ [12] определяется как состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Необходимое условие предотвращения загрязнения атмосферы аварийными газовыми выбросами – строгое соблюдение параметров определенных регламентами технологических процессов. Наряду с секционированием газопровода и обустройством оборудования автоматических отсекающей арматурой безопасности ограничение рабочих нагрузок, позволяет достигнуть высокой степени надежности оборудования и предотвращает загрязнение атмосферы аварийными газовыми выбросами.

Предприятия, которые являются промежуточным звеном от газодобывающих скважин до потребителя, называются установками по переработке. В зависимости от количества объема добычи и методов переработки существуют несколько способов осушки и очистки. Газ, поступающий из скважин, необходимо подготовить к транспортировке конечному пользователю. Необходимость подготовки газа вызвана присутствием в нём примесей, вызывающих затруднения при транспортировке либо применении. Сырье и готовая продукция по своему химическому составу представляют органические соединения, состоящие в основном из углерода и водорода.

В пластовых условиях конденсат растворен в газе и находится с ним в единой фазе. После извлечения на земную поверхность конденсат отделяется от газа.

Газовый конденсат представляет собой смесь жидких углеводородов (содержащих больше 4 атомов углерода в молекуле). Сепарация газоконденсатной смеси на газ сепарации и стабильный конденсат осуществляется непосредственно на промысле, после чего стабильный конденсат транспортируется на завод.

Углеводородные газы: метан, этан, пропан, бутан являются бесцветными горючими газами, практически без запаха. Обладают наркотическим действием, влияют на центральную нервную систему, вызывают головную боль, расстройство памяти, нарушение кровообращения. Могут образовывать с кислородом воздуха взрывоопасные смеси.

Основными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферу от оборудования кустовых площадок, трубопроводов являются предельные углеводороды; а также метанол, подаваемый в устье скважин и газосборную сеть от узла приема-подачи метанола.

Основными особенностями технологического процесса, создающими опасности для работающих, являются: проведение технологического процесса при высоком давлении; наличие в технологическом процессе под давлением

больших количеств горючих и взрывоопасных веществ; низкие температуры газов на установке комплексной подготовки газа; применение значительного количества единиц электрооборудования.

1.2 Техносфера – источник опасностей аварий и катастроф

С развитием техносферы возникли техногенные бедствия, источниками которых являются аварии и техногенные катастрофы. Причиной большинства техногенных аварий и катастроф является человеческий фактор.

Опасность техносферы для населения и окружающей среды обуславливается наличием в промышленности, энергетике и коммунальном хозяйстве большого количества радиационно, химически, биологически, взрыво- и пожароопасных производств и технологий.

В мире наблюдается устойчивая тенденция значительного роста числа техногенных чрезвычайных ситуаций: они составляют примерно 75–80 % от общего числа чрезвычайных ситуаций. Пожары, взрывы, транспортные аварии и катастрофы, выбросы в окружающую природную среду отравляющих веществ, стали неотъемлемой частью жизни современного человека.

Анализ опасностей техногенного характера и их причин, проведенный специалистами МЧС России, позволяет сделать вывод, что основным источником техногенных опасностей, как правило, является хозяйственная деятельность человека, направленная на получение энергии, развитие энергетических, промышленных, транспортных и других комплексов.

Причины техногенных аварий и катастроф обусловлены: ростом сложности производства с применением как новых технологий, требующих высоких концентраций энергии, так и опасных для жизни человека веществ, оказывающих воздействие на окружающую природную среду; снижением надежности производственного оборудования, транспортных средств, несовершенством и устарелостью производственных технологий; человеческим

фактором, выражающимся в нарушениях технологии производства, трудовой дисциплины, низком уровне профессиональной подготовки.

В стране имеется свыше 8 тыс. взрывопожароопасных объектов. Наиболее часто аварии с взрывами и пожарами происходят на предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности. Аварии на таких предприятиях приводят к серьёзным последствиям: разрушению промышленных и жилых зданий, поражению производственного персонала и населения, значительным материальным потерям.

Сложность и противоречивость складывающегося положения состоит и в том, что многие достижения научно-технического прогресса, давая средства для решения материальных и социальных проблем, одновременно приносят в мир и новые трудности и опасности.

Многие современные потенциально опасные производства спроектированы так, что вероятность крупной аварии на них оценивается величиной порядка 10^{-4} . Это означает, что из-за неблагоприятного стечения обстоятельств с учетом реальной надежности механизмов, приборов, материалов и человека возможно одно разрушение объекта за десять тысяч объекто-лет.

В сфере энергетики ежегодно в мире добывается, транспортируется, хранится и используется около 10 миллиардов тонн условного топлива. При этом сдвиг структуры топливообеспечения в сторону все более широкого применения газожидкостных энергоносителей с одновременным увеличением мощности добывающих и использующих их производств заметно повысил риск взрывопожарных явлений крупного масштаба.

При быстром горении газовых выбросов в зоне горящего облака температура достигает высоких значений.

Рост масштабов и концентрации производства ведет к накоплению потенциальных опасностей.

Обычно аварии предшествует фаза накопления каких-либо дефектов в оборудовании или отклонений от нормальных процедур ведения процесса. Сами по себе дефекты или отклонения еще не представляют угрозы, но в критический момент они сыграют роковую роль.

Проблемы обеспечения техносферной безопасности остро стоят в нефтеперерабатывающей промышленности, так как огромная энергонасыщенность предприятий, возможность возникновения выбросов вредных и взрывоопасных веществ в процессах производства создают опасность и напряженность не только на промышленных объектах, но и в жилых районах, вблизи которых расположены заводы.

Современное состояние нефтеперерабатывающих заводов таково, что постоянно интенсифицируются процессы и технологии. Вследствие этого технологические параметры (давление, температура и др.) растут и приближаются к критическим значениям, увеличиваются единичные мощности отдельных аппаратов и, соответственно, количество находящихся в них взрывоопасных, пожароопасных и токсичных веществ.

Основными причинами техногенных аварий и катастроф на УКПГ являются износ технологического оборудования и трубопроводных систем, не работоспособное состояние средств автоматизации, блокировок и сигнализаций, а также ошибочное или неправильное принятие решений обслуживающим персоналом в критических ситуациях, обусловленных отказами оборудования и систем противоаварийной защиты. Из всех известных методов и способов обеспечения технологической и экологической безопасности наиболее действенным является эксплуатация особо сложных и потенциально опасных объектов УКПГ на основе разработки и внедрения научно-обоснованных принципов обеспечения безопасности с использованием современных информационных технологий и соответствующих технических средств.

Поэтому обеспечение безопасности с использованием систем ПАЗ, содержащих ЭС и учитывающих специфические особенности эксплуатации

особо сложных объектов УКПГ, включая возможность возникновения выбросов взрывопожароопасных и токсичных веществ, а также действия лиц, принимающих оперативное решение при критических аварийных ситуациях, является актуальной задачей.

Одной из основных причин аварийных ситуаций является возникновение аномальных явлений на всех уровнях структуры технологических объектов.

Аномальное явление в техническом плане – это любое отклонение объекта от заданных или регламентированных параметров при его функционировании. Их можно классифицировать по следующим признакам:

- а) организационно-технические (отсутствие сырья и вспомогательных материалов, недостаточная обеспеченность энергоресурсами, несвоевременная отгрузка готовых продуктов, ошибки персонала);
- б) технологические (изменение температуры, давления, расхода от заданных значений, поступление на переработку сырья другого качества);
- в) механические (отказ технологического оборудования, трубопроводных систем, средств КИП и автоматизации).

1.3 Перечень потенциальных опасностей производственных процессов на УКПГ

Основные факторы, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций: использование емкостей под давлением; наличие значительных горючих газов, легковоспламеняющихся жидкостей; значительные единичные объемы емкостного оборудования; способность опасных веществ, при разгерметизации оборудования, создавать облако газозо-воздушной смеси; способность горючих жидкостей при горении прогреться в глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой; возможность появления источника воспламенения; способность кислорода при контакте с органическими веществами образовывать взрывоопасные смеси; способность

сжиженного кислорода при испарении создавать области низких температур; транспортирование конденсата автомобильным транспортом; способность опасных веществ, при разгерметизации резервуара или цистерны, создавать облако газо-паровоздушной смеси.

Возможные причины аварийных ситуаций: ошибки при изготовлении, монтаже и ремонте оборудования, в том числе раковины, дефекты, усталостные явления в металле, не выявленные при освидетельствовании оборудования, что может привести к полной или частичной разгерметизации; разгерметизация оборудования из-за внутренних механических дефектов, переполнения, механических повреждений, коррозии, несвоевременной очистки; воздействие внешних факторов (механические повреждения при проведении погрузочно-разгрузочных операций, нагрев, атмосферная коррозия и т.д.); дефекты сварных швов основных элементов резервуара; хрупкое разрушение металла; неравномерная осадка основания резервуара; деформация стенки; отказ системы пожаротушения; отказ дыхательной арматуры; ошибки персонала при проведении технического процесса перекачки конденсата; превышение давления и температуры выше регламентируемых значений; разгерметизация (разрушение) емкостей при их переполнении конденсата; прекращение подачи энергоресурсов; воздействие на оборудование и трубопроводы очагов пожара; ошибки ремонтного персонала; дефекты конструкции автоцистерны или резервуара, усталость металла; повреждение сливо-наливных устройств; ошибки персонала при проведении газоопасных или огневых работ; террористические и диверсионные акты.

1.4 Статистика и анализ ситуаций, произошедших на объектах нефтепереработки

Анализ известных аварий, имевших место на других аналогичных объектах, или аварий, связанных с обращающимися опасными веществами представлен в приложении А.

Материал по авариям составлен на основе литературных источников, информации ИТАР ТАСС, РИА «Новости», данных ЗАО НПП ФизтехЭРА и открытых источников.

Анализируя данные сведения об авариях можно подвести итоги:

- брак строительно-монтажных работ (15 %);
- заводские дефекты оборудования и трубопроводов (8 %);
- ошибки обслуживающего персонала (46 %);
- несоблюдение правил эксплуатации оборудования (30 %).

Усугублением эффектов проявления данных причин являются жесткие условия работы оборудования и трубопроводов – высокое давление, длительные постоянные нагрузки (способствуют накоплению усталостных напряжений в металлах), вибрация, неблагоприятные температурные режимы.

1.5 Правовые аспекты обеспечения безопасности на потенциально опасных объектах

Газонефтяная отрасль относится к опасному производству согласно Федеральному закону № 116-ФЗ [5]. На всех предприятиях этой отрасли: получают, используются, перерабатываются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества: воспламеняющиеся газы, окисляющиеся вещества, горючие вещества, токсичные вещества, вещества представляющие опасность для окружающей природной среды в количествах, превышающих установленные нормы.

Используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа (0,7 атм.) или при температуре воды более 115 градусов Цельсия. Используется стационарно установленные грузоподъемные механизмы (канатные дороги, эскалаторы, фуникулеры).

2.1 Краткое географическое и гидрометеорологическое описание

2.1.1 Краткая географическая характеристика

Территория Берегового лицензионного участка расположена в северо-восточной части Пу ровского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Граница административного деления между Пу ровским и Тазовским районами проходит в 40 км восточнее границы лицензионного контура. Ближайшим населенным пунктом является п. Уренгой, расположенный в 30 км к северо-западу от центральной части месторождения. Административным центром района является Тарко-Сале.

Леса, в районе месторождения, редколесный, сосновые, сосново-лиственные, участками встречается кедр. По поймам рек произрастают леса еловые с березой и кедром. На заболоченных участках произрастает угнетенная сосна и береза, болотная растительность. На суходольных участках распространены мхи и лишайники.

2.1.2 Гидрометеорологические особенности района расположения УКПГ

Рассматриваемая территория отличается суровой и продолжительной зимой с сильными ветрами и коротким жарким летом. Весна и начало лета засушливые. Зима холодная, продолжительная (8 месяцев). Лето короткое, средней продолжительности (2,5–2,9 месяца), умеренно прохладное с коротким безморозным периодом, сильными заморозками. Весна, в связи с продолжительным и морозным предвесеньем, поздняя и холодная.

Среднегодовая температура воздуха минус 7,8 °С. Самый холодный месяц – январь, с минимумом температуры минус 55 °С и среднемесячным

значением минус 25,1 °С. Среднемесячная температура воздуха в июле плюс 15,8 °С.

В течение года преобладают ветры северо-западного и южного направлений со скоростью ветра – 3,4 м/сек. Зимой преобладают юго-западные ветры, летом дуют часто северные, северо-западные ветры.

В холодный период года относительная влажность воздуха составляет 77–84 %. Наибольшее значение она имеет в октябре и ноябре (85 %), наименьшее – в июле (62 %). Общее количество осадков составляет 531 мм. Максимум осадков наблюдается в июле и августе (71 и 75 мм соответственно), минимум – в феврале – 23 мм.

2.2 Краткое описание предприятия и продукция, образующаяся на конечном этапе переработки природного газа

Установка комплексной подготовки газа предназначена для сбора газоконденсатной смеси со скважин, подготовки газа к транспорту в соответствии с требованиями [14], получение и подготовка к транспорту нестабильного газового конденсата по ТУ 0271-002-05751745-2003 «Конденсат газовый нестабильный в смеси с попутной нефтью». Компонировка и размещение основного и вспомогательного технологического оборудования УКПГ предусматриваются в отапливаемых зданиях и на открытых площадках.

Газ, поступающий из скважин, необходимо подготовить к транспортировке конечному пользователю. Необходимость подготовки газа вызвана присутствием в нём, кроме целевых компонентов, также и примесей, вызывающих затруднения при транспортировке либо применении. Так, пары воды, содержащейся в газе, при определённых условиях могут образовывать гидраты или, конденсируясь, скапливаться в различных местах, мешая продвижению газа; сероводород вызывает сильную коррозию газового оборудования.

В пластовых условиях конденсат растворен в газе и находится с ним в единой фазе. После извлечения на земную поверхность конденсат отделяется от газа.

Газовый конденсат представляет собой смесь жидких углеводородов (содержащих больше 4 атомов углерода в молекуле). Сепарация газоконденсатной смеси на газ сепарации и газовый конденсат осуществляется непосредственно на промысле, для последующей коммерческой продажи сторонним потребителям.

ЗАО «Геотрансгаз» осуществляет: добычу, хранение и отпуск газового конденсата потребителям автомобильным транспортом.

Таблица 2 – Характеристика опасного вещества – конденсат газовый стабильный

Наименование параметра	Параметр		Источник информации
Название вещества: Химическое Торговое	Конденсат газовый стабильный Конденсат газовый стабильный		[16]
Формула: Эмпирическая	Смесь легких предельных и непредельных углеводородов -		[16]
Структурная			
Состав	I группа	II группа	Технологический регламент.
Массовая доля воды, не более, %	0,1	0,5	
Массовая доля механических примесей, не более, %	0,005	0,05	
Массовая концентрация хлористых солей, не более, мг/дм ³	10	100	
Общие данные: Молекулярный вес Плотность при 20 °С	До 77,05 703,863 кг/м3		Технологический регламент.
Общие данные: Молекулярный вес Плотность при 20 °С	До 77,05 703,863 кг/м ³		Технологический регламент.

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Параметр	Источник информации
Взрывопожароопасность Температура вспышки Температура самовоспламенения Пределы взрываемости	ЛВЖ минус 39 ÷ минус 27 °С 370 °С 0,76÷8,2 % (по объему)	Технологический регламент.
Токсическая опасность: Класс опасности ПДК в воздухе рабочей зоны	4 300 мг/м ³	[16]
Реакционная способность	Вступает в реакции окисления.	Химическая энциклопедия.
Запах	Специфический запах углеводородов.	-
Коррозионное воздействие	Слабое.	[17]
Меры предосторожности	Вся аппаратура, трубопроводы для газового конденсата должны быть герметичны, помещения обеспечены вентиляцией, искусственное освещение должно быть выполнено во взрывопожаробезопасном исполнении. Применение индивидуальных средств защиты.	[16]
Характер воздействия на организм человека	Контакт с газовым конденсатом оказывает вредное воздействие на центральную нервную систему, вызывает раздражение кожного покрова, слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей.	[16]
Индивидуальные средства защиты	Фильтрующие противогазы марки БКФ, ДОТ-600, а при высоких концентрациях паров конденсата – шланговые противогазы типа ПШ-1, ПШ-2. Защитная (брезентовая) спецодежда и спецобувь.	[18]

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Параметр	Источник информации
Методы перевода вещества в безопасное состояние	При загорании небольших количеств необходимо использовать следующие средства пожаротушения: песок, кошму, пенные огнетушители; при развившихся пожарах применяют воду от лафетных стволов, химическую и механическую пену.	[16]
Меры первой помощи пострадавшим	При признаках отравления – свежий воздух, покой, тепло, освобождение от стесняющей одежды. При попадании кожу – обильно промыть теплой мыльной водой. При попадании в глаза – промыть 2 % раствором питьевой соды.	[19]

2.3 Системы обеспечения пожарной безопасности объекта

В соответствии со статьей 5 Федерального закона № 123-ФЗ [20] объект защищен и имеет систему обеспечения пожарной безопасности. Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре. Система обеспечения пожарной безопасности УКПГ включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

2.3.1 Система предотвращения пожара

В соответствии со статьей 48 Федерального закона № 123-ФЗ [20] целью создания систем предотвращения пожаров является исключение условий возникновения пожаров. Исключение условий возникновения пожаров

достигается исключением условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания. На УКПГ существует ряд способов исключения образования горючей среды.

2.3.2 Система противопожарной защиты

В соответствии со статьей 52 Федерального закона № 123-ФЗ [20] защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий их воздействия обеспечиваются нижеуказанными способами.

Предусмотрено устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, а также создание систем противодымной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара. Предусмотрена система автоматического контроля загазованности воздуха рабочих зон. Устанавливаются сигнализаторы загазованности, сблокированные с устройствами световой и звуковой сигнализацией, оповещающий персонал о наличии в воздухе газов и паров, превышающих предельно допустимую концентрацию.

Для слива конденсата из оборудования и трубопроводов при аварии предусмотрены подземные дренажные емкости.

Оснащение всех помещений и наружных установок первичными средствами пожаротушения, в соответствии с требованиями [21].

Предусмотрена система наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения.

2.3.3 Комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

К организационным мероприятиям на объекте относятся: организация пожарной охраны; разработка и реализация норм и правил пожарной безопасности, инструктажей о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и действиях при пожарах; организация и обучение работающих правилам пожарной безопасности на производстве; разработка мероприятий по действиям администрации, рабочих и служащих на случай возникновения пожара и организации эвакуации людей.

2.4 Площадка резервуаров хранения газового конденсата

Размер площадки резервуаров хранения конденсата 60×28 м. На бетонированной площадке с бордюром высотой 1,4 м расположены резервуары хранения РВС-1 и РВС-2 объемом $V = 2000 \text{ м}^3$ на металлических сваях. В эти емкости стабильный конденсат с площадки концевых сепараторов подается насосами внутрипарковой перекачки.

На линиях подачи газового конденсата в резервуары предусмотрена установка в БПА электроприводных задвижек соответственно. В резервуары РВС-1,2 предусмотрен также возврат конденсата из дренажной емкости по трубопроводу. В точках подключения к линиям заполнения резервуаров на трубопроводе предусмотрены обратные клапаны и ручная запорная арматура. На линиях заполнения резервуаров предусмотрены дренажные отводы с ручными задвижками в дренажную линию.

Для слива конденсата из оборудования и трубопроводов при аварии предусмотрены подземные двустенные дренажные емкости объемом: $V = 12,5 \text{ м}^3$ и $V = 63 \text{ м}^3$ с электронасосными агрегатами во взрывозащищенном исполнении. Аварийные резервуары выполнены из

негорючих материалов, исключаяющих проникновения газового конденсата в грунт. Двустенные резервуары оборудованы системой контроля герметичности межстенного пространства. Межстенное пространство резервуаров заполняется газообразным азотом, предотвращающим воспламенение паравоздушной смеси при возникновении утечек.

Резервуары оборудованы: дыхательной и предохранительной арматурой, газоуравнительной линией связанной с дренажной емкостью, хлопушами. На входе – выходе резервуаров конденсата предусмотрены ручные задвижки, на газоуравнительной линии – ручные шаровые краны. На линиях подачи конденсата из резервуаров на площадку налива предусмотрены ручные задвижки, а также дублирующие их электроприводные задвижки. Контроль уровня заполнения 550–10500 мм резервуаров хранения РВС-1, РВС-2 предусмотрен дистанционно по приборам соответственно с регистрацией значений и их индикацией на АРМ оператора.

При аварии на УКПГ и поступлении сигнала «ПОЖАР», «ЗАГАЗОВАННОСТЬ 50 %» по каналам системы ПАЗ, контроллерами АСУ выдается команда на закрытие электроприводных задвижек на линиях подачи конденсата на площадку налива. Схемой автоматизации предусматривается индикация на АРМ оператора текущего положения всей электроприводной запорной арматуры, а также сигнализация заклинивания запорной арматуры.

На резервуарах предусмотрено водяное орошение от центрального водоснабжения, а также пенное тушение 4-мя парогенераторами ГПС-600 на каждом РВС по сухотрубу от АЦ или передвижной техники.

Площадка резервуаров хранения конденсата, блок-бокс операторной, а также площадка налива конденсата оборудованы системами пожарной сигнализации и оповещения.

Оповещение и управление эвакуацией людей при пожаре осуществляется с помощью подачи звуковых и световых сигналов.

Таблица 3 – Характеристика резервуарного парка для газового конденсата по взрывопожароопасности

Категория по взрыво- и пожароопасности по Федеральному закону № 123-ФЗ [20] и СП [22]	Класс по взрыво- и пожароопасности по ПУЭ/ Классификация взрывоопасных зон по Федеральному закону № 123-ФЗ [20]	Категория и группа по взрывоопасной смеси по [23], [24]	Категория молниезащиты по [25] Вероятность безотказной работы и защиты от ПУМ по [26]
АН	В-1г	IIА-ТЗ	II/0,99

2.5 Описание проектных решений по наружному противопожарному снабжению и проекта внутриплощадочных проездов

2.5.1 Водозаборные сооружения и водяное пожаротушение

На площадке водозабора размещаются 5 скважин. На площадке УКПГ предусматривается наружное противопожарное водоснабжение от подземного водозабора.

Система водяного пожаротушения в составе: двух резервуаров противопожарного запаса воды $V = 1000 \text{ м}^3$, насосная станция противопожарного водоснабжения и кольцевая противопожарная сеть, обеспечивает подачу воды на наружное и внутреннее пожаротушение зданий и сооружений площадки УКПГ.

Нормативное время продолжительности тушения водой (охлаждения резервуаров) – 6 часов ([27] п. 8.16).

Пожаротушение площадки налива конденсата осуществляется от стационарных комбинированных лафетных стволов ЛС-С20Узэ. Подача воды на охлаждение резервуаров хранения конденсата $V = 2000 \text{ м}^3$ предусмотрена стационарная от кольцевой сети системы водяного пожаротушения.

2.5.2 Пенное пожаротушение

Тушение возможных проливов ЛВЖ осуществляется воздушно-механической пеной средней кратности (6 % концентрации по раствору пенообразователя) с использованием генераторов пены ГПС-600 ХЛ с подключением их через рукавную систему к передвижной пожарной технике.

Система неавтоматического пенного пожаротушения предусмотрена для резервуаров конденсата $V = 2000 \text{ м}^3$. В соответствии со [27], п. 8.3 пенное пожаротушение предусмотрено передвижной пожарной техникой, с установкой на резервуарах пеногенераторов и сухотрубов с соединенными головками, выведенными за обвалование для присоединения передвижной пожарной техники.

При невозможности использовать полустационарные системы пенного пожаротушения (ГПС-600) применяются установки комбинированного тушения пожаров УКТП «Пурга 10.20.30» с подключением их через рукавную систему к передвижной пожарной технике.

В качестве пенообразователя используется синтетический фторсодержащий пенообразователь «Нижегородский АFFF универсальный». Пенообразователь предназначен для получения пены низкой, средней и высокой кратности. Используется для тушения нефти и нефтепродуктов. Пенообразователь по своим параметрам соответствует [28] и ТУ 2412-005-53675123-03.

2.5.3 Внутриплощадочные проезды

Транспортная схема принята смешанная: кольцевая и тупиковая. Ширина проездов принята 6 м. Проезды для основных и специальных машин приняты в соответствии с требованиями [29–31].

Дороги на территории УКТП приподняты над планировочной поверхностью прилегающей территории не менее чем на 0,3 м. В местах, где

выполнение данного требования невозможно, устанавливаются кюветы и сливные канавы, для исключения попадания нефтепродуктов на дорогу.

2.6 Планы тушения пожаров. Ликвидация аварий и пожаров

Для ликвидации аварий и пожаров на объекте разработан план ликвидации аварий (ПЛА). Он включает подробное руководство действиями должностных лиц и производственных подразделений по организации оповещения, сбора и сосредоточения на месте аварии или пожара, необходимого количества сил и средств, проведения первоочередных аварийно-спасательных работ или тушения пожара, а также взаимодействия с привлекаемыми для этих целей сторонними подразделениями.

Первоочередные аварийно-спасательные работы должны включать действия по спасению людей, локализации или ликвидации аварий, защите обслуживающего персонала от опасных факторов с привлечением находящихся на данном предприятии сил и средств.

Указанные планы согласовываются с объектовой комиссией по чрезвычайным ситуациям и утверждаются руководителем предприятия.

3 Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения газового конденсата

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

Основная задача программы ТОКСИ+^{Risk}, производить расчеты последствий и анализа риска аварий на опасных производственных объектах, а также проводить оценку показателей пожарного риска в соответствии с требованиями МЧС России.

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

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

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

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

3.1 Исходные данные для расчета

Исходные данные необходимые для расчета:

1) парк хранения нефтепродуктов представлен двумя резервуарами РВС объемом 2000 м³. Резервуарный парк является опасным производственным объектом в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ [5], так как в

резервуарном парке хранится стабильный газовый конденсат, представляющий собой горючее вещество, которое в смеси с воздухом легко формирует горючую смесь;

2) хранимое вещество – газовый конденсат. ГК – легковоспламеняющаяся жидкость (горючая жидкость по приложениям 1,2 к Федеральному закону № 116-ФЗ [5]). Из анализа свойств вещества можно сделать вывод, что разрушение резервуара ведет к выбросу горючей жидкости на территорию промышленного объекта с возможностью последующего воспламенения или взрыва от источников воспламенения. Плотность ЖФ ОВ – 780 кг/м^3 ;

3) для расчета аварийной ситуации при выбросе газового конденсата принимается максимальная масса вещества, заключенного в аварийном резервуаре. Масса ЖФ ОВ – 1560 т;

4) площадка хранения газового конденсата оборудована обвалованием. Разлив ОВ происходит в поддон с бетонным материалом поверхности, размер поддона – $60 \times 28 \times 1,4 \text{ м}$. Соответственно площадь – 1680 м^2 . Объем – 2352 м^3 . Это позволяет вместить 100 % вещества при моментальном разрушении резервуара;

5) метеоусловия характерны для летних месяцев: температура окружающей среды – 10°C , скорость ветра – $3,6 \text{ м/с}$, направление ветра в диапазоне $[0^\circ \dots 360^\circ] - 160^\circ$;

6) масса горючего в облаке – $12435,9 \text{ кг}$;

7) так как РВС-1 и РВС-2 используются в текущем состоянии на всем промежутке времени, то значение доли времени эксплуатации принято равным единице;

8) количество ОВ по объему которого 10 % составляет газовая фаза;

9) типовой сценарий по методике [33], резервуары с ГЖ при давлении близком к атмосферному ($T_{\text{всп.}} < T_{\text{окр. ср.}}$ или $T_{\text{вещ.}} > T_{\text{всп.}}$). Вероятность полного разрушения РВС-2000 составляет 5×10^{-6} .

3.2 Расчет последствий разрушения

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

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

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

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

$$k_i = \frac{t_{\text{фонд}}}{t_{\text{общ}}}, \quad (1)$$

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

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

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

а) Операторная налива – одновременно находящийся и рискующий персонал равен 5 человек. Коэффициент присутствия на этом объекте равен 0,23.

б) Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ) – одновременно находящийся и рискующий персонал равен 30 человек. Коэффициент присутствия на объекте равен 0,23.

в) Периметр УКПГ – одновременно находящийся и рискующий персонал равен 5 человек. Для управления режимом работы УКПГ практически не требуется постоянного присутствия персонала, а все операции по контролю и регулировкой за работой оборудования и технологического процесса происходят в СЭБе при помощи дистанционной аппаратуры и приборов. На периметре УКПГ находится только персонал выполняющий дежурные обходы для визуального осмотра оборудования. Соответственно коэффициент присутствия на периметре УКПГ рассчитываем равным 0,08.

Для определения зон поражения, на ситуационном план наносится точка выброса внутри обвалования парка резервуаров для хранения газового конденсата, и в контекстном меню аварийного оборудования задаются его характеристики.

Далее, с помощью расчетов строится дерево исходов опасных событий и частота аварийных событий на территории опасного объекта. Список формируется из заданных параметров для проведения расчета и отображается в отдельном окне. В таблице представлены все возможные сценарии, по которым будут производиться расчеты, с указанием ряда исходных данных.

Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утверждена приказом [33]), с изменениями и дополнениями, внесенными приказом МЧС России от 14.12.2010 г. № 649.

Таблица 4 – Условные вероятности опасных исходов

Вероятный опасный исход	Коэффициент вероятности
Рассеяние без воспламенения	0,89205
Пожар пролива	0,1072546
Пожар-вспышка	0,0062589
Взрыв ТВС	0,0006954

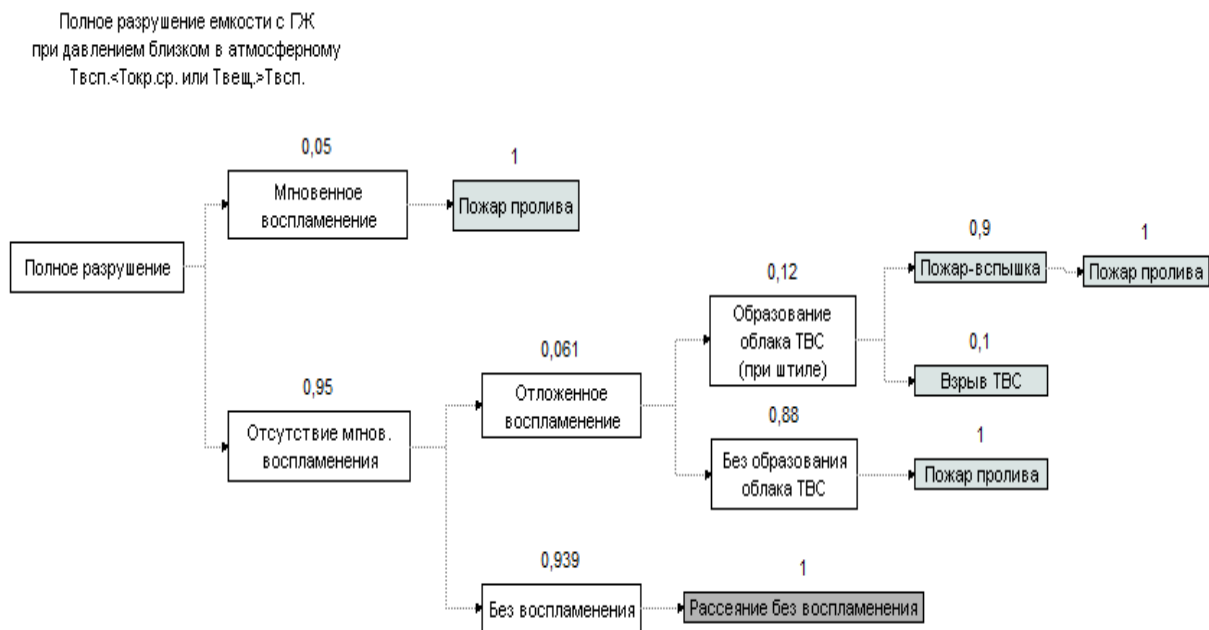


Рисунок 1 – Дерево исходов опасных событий

Устанавливает расчет пожарных величин пожарного риска на производственных объектах. Расчеты по оценке пожарного риска проводят путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом № 123-ФЗ [20].

После этого производится расчет зон поражения при реализации основных поражающих факторах. Для каждого сценария аварии вызывается свое окно ввода исходных данных для расчета.

3.2.1 Описание сценария аварии рассеяние без воспламенения

Выброс газового конденсата на площадку хранения при разрушении РВС-2000.

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-2000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → загазованность территории УКПГ.

3.2.2 Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива

Национальный стандарт согласно [34].

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

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

Позволяет провести оценку зон действия таких опасных факторов, как:

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

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-2000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → воспламенение пролива → возникновение пожара пролива → тепловое воздействие горящего разлива на соседнее оборудование и персонал.

Расчет интенсивности излучения от пожара пролива произведен по методике [35].

Таблица 5 – Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива

Параметр поражения	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны поражения, м.
Без негативных последствий	1,4	565,71
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	348,15
Непереносимая боль через 20 сек.	7	268,93
Непереносимая боль через 3-5 сек.	10,5	213,07
Воспламенение резины	14,8	170,01

Также с помощью программы возможно самостоятельно определить:

- интенсивность теплового излучения в заданной точке пространства;
- определение расстояния от центра пролива по заданной интенсивности теплового излучения;
- определение расстояния от центра пролива по заданной вероятности тепловым излучением;
- определение вероятности поражения тепловым излучением в заданной точке пространства.

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.1.

Зависимость рассчитанных величин представлена в виде графиков:

а) График зависимости интенсивности излучения от расстояния в приложении Б.2.

б) График зависимости вероятности смертельного поражения от расстояния в приложении Б.3.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших» при аварии пожар пролива представлен в приложении Б.4.

3.2.3 Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка

Расчет произведён по [35].

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

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

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

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-2000 → 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.

Протокол расчета размеров взрывоопасной зоны:

Исходные данные:

- Масса паров ЛВЖ = 12435,90 кг;
- НКПР = 1,500 % об;
- Плотность паров ЛВЖ = 6,89 кг/м³;
- Плотность газа/пара при заданной температуре = 6,89 кг/м³.

Вычисление радиуса и высоты зоны, ограничивающей область концентраций, превышающей НКПР, для паров ЛВЖ:

- 1) Радиус зоны НКПР = 81,04 м.
- 2) Высота зоны НКПР = 2,70 м.
- 3) Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания равняется 97,24 м.

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

Результат протокола «Оценка числа пострадавших» при аварии пожар-вспышка представлены в разделе приложение Б.5.

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

Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (ТВС) РД 03-409-01(утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.2001 № 25).

Позволяет провести оценку различных параметров воздушных ударных волн и определить степени поражения людей и повреждения зданий при авариях с взрывом ТВС.

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

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-2000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → образование облака ТВС → взрыв облака ТВС при наличии источника инициирования → возникновение зоны избыточного давления →

→ повреждение соседнего оборудования и поражение персонала ударной волной, огнем и осколками.

Основные поражающие факторы при аварии являются:

- а) ударная волна взрыва;
- б) летящие предметы, осколки, обломки при разрушении оборудования, обрушение зданий и сооружений.

Критерий поражения. РБ «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушной смеси».

Таблица 6 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС) РБ Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушной смеси, давление-импульс

Критерий поражения	Давление и импульс, кПА	Радиус зоны поражения, м
50 % выживание	243	-
Порог выживания	65,9	83,49
Полное разрушение зданий	70,1	86,05
Граница области сильных разрушений	34,5	177,39
Граница области значительных повреждений	14,6	305,5
Полное разрушение остекления	7	521,36
Границы области минимальных повреждений	3,6	872,47
50 % разрушение остекления	2,5	1199,09
10 % и более разрушение остекления	2	1455,82

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

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

Классификация опасных зон разрушения:

- Полное разрушение характеризуется разрушением или обрушением всех или большей части несущих конструкций, капитальных стен. Восстановление разрушенных сооружений невозможно.
- Сильные разрушения характеризуются разрушением части капитальных и большинства остальных стен, несущих конструкций, завалами.

В результате сильных разрушений дальнейшее использование сооружений невозможно или нецелесообразно. Смертельная опасность для людей.

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

Таблица 7 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС) по методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, давление

Критерий поражения	Давление, кПа	Радиус зоны поражения, м
Полное разрушение зданий	100	-
50% разрушение зданий	53	139,81
Среднее повреждение зданий	28	203,06
Умеренное повреждение зданий (повреждение внутренних перегородок, рам т.п.)	12	353
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	676,1
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	1026,1

- 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.

Также при помощи программы, возможно определение расстояния, на котором достигается заданное давление.

На вкладке пробит-функция располагается панель, позволяющая вычислить размеры зон поражения по введенным пользовательским значениям.

Таблица 8 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), руководство руководство по оценки пожарного риска 2006 г.

Критерий поражения	Давление, кПа	Радиус зоны поражения, м
Люди находящиеся в неукрепленных зданиях, погибнут в результате прямого поражения УВ, под развалинами зданий или вследствие удара о твердые предметы	190	-
Наиболее вероятно, что все люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут, либо получают серьезные повреждения в результате действия взрывной волны, либо при обрушении здания или перемещения тела взрывной волной	69	90,91
Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут или получают серьезные повреждения барабанных перепонок и легких под действием взрывной волны, либо будут поражены осколками и развалинами зданий	55	136,32
Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10 % вероятность разрыва барабанных перепонок	24	223,49
Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких как, обрушение зданий и третичного эффекта переноса тела	16	290,24
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	594,09

Вероятные критерии по РБ «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» (утв. РТН №159 от 20.04.2015). Пробит функция:

- определение вероятности отброса людей волной давления в заданной точке пространства;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности длительной потери управляемости людей (состояние нокдауна);
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности отброса людей волной давления;

- определение вероятности разрыва барабанных перепонки у людей в заданной точке пространства;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности повреждения стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности разрыва барабанных перепонки у людей;
- определение вероятности длительной потери управляемости у людей (состояние нокдауна) в заданной точке пространства;
- определение вероятности повреждения стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса, в заданной точке пространства;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности разрушения промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу;
- определение вероятности разрушения промышленных зданий. При которых здания подлежат сносу в заданной точке пространства.

Вероятные критерии поражения по Методике МЧС:

- определение вероятности воздействия волны давления на людей, находящихся вне здания, на заданном расстоянии;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности воздействия волны давления на людей, находящихся в разрушенном здании;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности воздействия волны давления на людей, находящихся вне здания;
- определение вероятности воздействия волны давления на людей, находящихся в разрушенном здании, на заданном расстоянии.

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.6.

График пробит-функции или вероятности того или иного вида поражения в зависимости от расстояния от центра взрыва отображаются:

а) График зависимости вероятного поражения от расстояния в приложении Б.7.

б) График зависимости избыточного давления от расстояния в приложении Б.8.

в) График зависимости импульса от расстояния в приложении Б.9.

г) Р-І диаграмма в приложении Б.10.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших» при аварии взрыв ТВС представлены в приложении Б.11.

3.3 Оценка риска и расчет последствий разрушения

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

Матрица риска программы ТОКСИ+^{Risk} представляет собой область ситуационного плана, ограниченного наиболее удаленными от места авариями зонами поражения. Область разбита на ячейки, в каждой из которых вычисляется значение потенциального риска. Таким образом, матрица риска является способом представления поля потенциального риска на ситуационном плане.

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

принимается условие равномерности распределения людей внутри контура площадного объекта.

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

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

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

На основании сравнительного анализа рассчитанных показателей риска аварии на территории резервуарного парка ЗАО «Геотрансгаз» 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 в приложении Б.12.

В приложении Б.13 представлено количество человек попавших в зону действия опасных факторов при определенном сценарии аварии. Расчет погибших при определенных сценариях аварии представлен в приложении Б.14. Сценарии аварии представлены в виде таблицы в приложении Б.15.

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

Количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам, а также ситуационный план аварийной ситуации, рассчитанные при помощи программы ТОКСИ+^{Risk} представлен в приложении Б.16.

1) Коллективный риск – $3,2 \times 10^{-5}$ чел/год: ожидаемое количество пораженных, в результате возможных аварий за определенный период времени.

2) Индивидуальный риск – $8,0 \times 10^{-7}$ чел/год: частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых опасных факторов.

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

Таблица 9 – Распределение несчастных случаев со смертельным исходом на объектах нефтегазодобычи по травмирующим факторам

Травмирующий фактор	Число несчастных случаев со смертельным исходом	
	2013 г.	2014 г.
Термическое воздействие	1	1
Высота	3	7
Токсичные вещества	0	4
Взрывная волна	1	0
Разрушение технических устройств	3	2
Поражение электрическим током	1	0
Прочее	9	5
Всего	18	19

Соизмеримость уровней риска с некоторыми величинами других рисков может быть проиллюстрирована в таблице 10 по материалам Госкомстата РФ. То есть уровень технологического риска для персонала, меньше суммарного риска гибели от неестественных причин характерных для Ямало-Ненецкого автономного округа.

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

Таблица 10 – Другие риски

Вид риска	Величина риска
Мототранспорт	$2,04 \times 10^{-4}$
Автотранспорт	$3,4 \times 10^{-5}$
Прочий транспорт	$1,1 \times 10^{-5}$
Алкогольное отравление	1×10^{-4}
Другие отравления	$1,63 \times 10^{-4}$
При лечении	$2,52 \times 10^{-6}$
Падении	$2,43 \times 10^{-5}$
Пожар	$7,41 \times 10^{-5}$
Утопление	$1,81 \times 10^{-4}$
Удушение	$4,44 \times 10^{-5}$
Другие	$1,6 \times 10^{-4}$
Без уточнения	$2,45 \times 10^{-4}$
Всего	$1,87 \times 10^{-3}$

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

В результате аварии (разрушение заполненного на 100 % допустимого объема резервуара РВС-2000 с газовым конденсатом с последующим разливом и пожаром пролива), произошедшей на объекте УКПГ, расположенном на Береговом газоконденсатном месторождении ЗАО «Геотрансгаз». Полностью уничтожен резервуар, незначительные повреждения получили несколько зданий предприятия, погиб один человек (из числа работающих на предприятии, имеющий на иждивении двух несовершеннолетних детей 9 и 13 лет) и два сотрудника получили травмы.

В соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ № 613 от 21.08.2000 г. «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» (в редакции от 15.04.2002 г.) в данной ситуации разлив газового конденсата является чрезвычайной ситуацией регионального значения. В зависимости от объема разлившегося газового конденсата и площади разлива на местности подобный случай относится к ЧС регионального значения – разлив до 5000 тонн нефти и нефтепродуктов либо разлив до 1000 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы административной границы субъекта Российской Федерации.

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

4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на УКПГ ЗАО «Геотрансгаз» при разрушении РВС-2000 для хранения газового конденсата. Расчет прямого ущерба

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

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

Остаточная стоимость разрушенного резервуара (по бухгалтерским документам предприятия) составляет 20150000 руб. Утилизационная стоимость материальных ценностей составила 150000 руб.

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

Потери предприятия в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов (резервуар):

$$Π_{О.Ф.У.} = 20150000 - 150000 = 20000000 \text{ руб.}$$

Расчеты производились с учетом времени сбора и прибытия АСФ ГУП ЯНАО «АСФ «ЯВПФЧ» по сигналу о разливе газового конденсата и доставки его к месту аварии. При расчете сил и средств учитываются следующие условия – время локализации разлива нефти на суше – 6 ч.

Таблица 11 – Результаты расчета массы испарившегося газового конденсата при сценарии разрушении РВС-2000 на объекте УКПГ ЗАО «Геотрансгаз»

Наименование продукта	Масса разлива, т	Площадь разлива, м ²	Время существования разлива, ч	Масса испарившихся нефтепродуктов, кг
Газовый конденсат	1560	24021	6	12435,9

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

Коэффициент сбора – 75 %, (соответственно потери составляют, за вычетом испарившегося продукта равняются 348,4 т), средняя оптовая отпускная цена газового конденсата на момент аварии равна 12000 руб./т.

Потери сырья составят:

$$P_{Т.М.Ц.} = 4180800 \text{ руб.}$$

Потери предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов, $P_{О.Ф.П.}$:

- стоимость ремонта и восстановления оборудования, машин – 250000 руб.;
- стоимость ремонта незначительно пострадавших соседних зданий (замена остекления, штукатурка) – 130000 руб.;
- стоимость услуг посторонних организаций (привлеченных к ремонту) – 70000 руб.;
- транспортные расходы, надбавки к заработной плате и затраты на дополнительную электроэнергию составили – 50000 руб.

Таким образом:

$$P_{О.Ф.П.} = 250000 + 130000 + 70000 + 50000 = 500000 \text{ руб.}$$

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

Таким образом:

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

$$U_{ПР.} = 20000000 + 4180800 + 500000 + 0 = 24680800 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

- а) затраты на питание ликвидаторов аварии ($З_{л.}$);
- б) затраты на оплату труда ликвидаторов аварии ($З_{фзл.}$);
- в) затраты на топливо и горюче-смазочные материалы ($З_{гсм.}$);
- г) амортизацию используемого оборудования, технических средств, аварийно-спасательного инструмента ($З_{а.}$).

4.2.1 Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии

1. Затраты на питание ликвидаторов аварии

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

$$З_{л.сут} = \sum (З_{л.сут\ i} \times Ч_i), \quad (3)$$

где $З_{л.сут}$ – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

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

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

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

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$З_{л.} = (З_{л.сут. спас.} \times Ч_{спас} + З_{л.сут. др.ликв.}) \times Д_n, \quad (4)$$

где: D_n – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 1 день.

К работе в зоне ЧС привлекаются: 138 человек из них 94 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 44 человека – работу средней и легкой тяжести.

Таблица 12 – 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	25,03	600	31,13
Крупа разная	80	7,49	100	10,12
Макаронные изделия	30	17,34	20	29,93
Молоко и молокопродукты	300	33,7	500	40,5
Мясо	80	93,44	100	100,18
Рыба	40	56,1	60	73,16
Жиры	40	34,44	50	43,4
Сахар	60	12,23	70	18,14
Картофель	400	19,49	500	23,66
Овощи	150	34,12	180	38,74
Соль	25	6,52	30	7,57
Чай	1,5	5,1	2	6,47
Итого	-	345	-	423

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

$$З_{л.} = (423 \times 94 + 345 \times 44) \times 1 = 54940 \text{ руб.}$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят $З_{л.} = 54940$ руб. Обеспечение питанием формирований РСЧС осуществляется в столовых и за счет средств ЗАО «Геотрансгаз», на территории которого произошла ЧС.

2. Затраты на оплату труда ликвидаторов аварии

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

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации ЧС проводят по формуле:

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

где $Ч_i$ – количество участников ликвидации ЧС i -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки.

Таблица 13 – Результаты расчета достаточности сил и средств, при максимально возможных разливах газового конденсата

Вид техники	Количество	
	Количество имеющихся средств ЛЧС(Н)	Количество необходимых средств ЛЧС(Н)
Вакуумная установка ВАУ-2	1 ед.	1 ед.
Самосвал	1 ед.	1 ед.
Шанцевый инструмент	5 ед.	5 ед.
Экскаватор	1 ед.	1 ед.
Фронтальный погрузчик	1 ед.	1 ед.

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

$$З_{ФЗП} = \sum З_{ФЗП_i} = 36928 + 15750 + 96957 + 10848 + 10380 + 11544 = 182410 \text{ руб.}$$

Таблица 14 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС связанных с разрушением РВС-2000

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	ФЗП _{сут} , руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для i -ой группы, руб.
Пожарные подразделения	30000	32	1154	36928
Отряд механизированной группы	45500	9	1750	15750

Продолжение таблицы 14

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	ФЗП _{сут} , руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для i-ой группы, руб.
Отряд ручной разборки завалов	40000	63	1539	96957
Караул охраны завода	23500	12	904	10848
Медицинская служба	27000	10	1038	10380
Водители различных Т/с	25000	12	962	11544
ИТОГО				182407

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении работ по ликвидации ЧС на территории ЗАО «Геотрансгаз» с учетом периода проведения работ составит $Z_{ФЗП} = 182410$ руб.

3. Затраты на горюче-смазочные материалы

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

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

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

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

Цены (за 1 л) на топливо и горюче-смазочные материалы: бензин – 23 руб.; дизельное топливо – 32 руб.; моторное масло – 49 руб.; трансмиссионное масло – 70 руб.; специальное масло – 67 руб.; пластичные смазки – 43 руб.

В таблице 15 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории УКПГ ЗАО «Геотрансгаз» и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники.

Таблица 15 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транс-го/спец. масел, л	Расход смазки, кг
Пожарная автоцистерна	4	-	1860	2,2/0,3/0,1	0,2
Вакуумная установка ВАУ-2	1	-	300	2,1/0,3/0,1	0,25
Автотопливозаправщик	3	-	530	2,1/0,3/0,1	0,2
Самосвал	6	-	2700	2,1/0,3/0,1	0,25
Фронтальный погрузчик	1	-	250	2,2/0,3/0,1	0,2
АСМ-41-011 на базе ВАЗ-2131	1	40	-	2,2/0,25/0,1	0,25
Экскаватор	1	-	360	2,8/0,4/0,1	0,3
Автобус	2	360	-	2,1/0,3/0,1	0,3
ИТОГО	19	400	6000	17,8/2,45/0,8	1,95

Общие затраты на ГСМ составят:

$$З_{ГСМ} = 400 \times 23 + 6000 \times 32 + 17,8 \times 49 + 2,45 \times 70 + 0,8 \times 67 + 1,95 \times 43 = 202380 \text{ руб.}$$

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется:

$$З_{ГСМ} = 202380 \text{ руб.}$$

4. Затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств

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

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

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

$C_{см}$ – стоимость ОПФ, руб.;

D_n – количество отработанных дней.

Таблица 16 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отраб. дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Пожарная автоцистерна	2480000	4	1	10	2760
Вакуумная установка ВАУ-2	500000	1	1	10	140
Автотопливо-заправщик	2737000	3	1	10	2280
Самосвал	1800000	6	1	10	3000
Фронтальный погрузчик	990000	1	1	10	280
АСМ-41-011 на базе ВАЗ-2131	630000	1	1	10	180
Экскаватор	2300000	1	1	10	640
Автобус	1870000	2	1	10	1040
ИТОГО					10320

Результаты расчетов затрат за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации пожара и ликвидации ЧС на УКПГ составляют $З_A = 10320$ руб.

Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии:

$$P_L = З_{П.} + З_{ФЗП.} + З_{ГСМ.} + З_A. \quad (8)$$

$$P_L = 54940 + 182410 + 202380 + 10320 = 450050 \text{ руб.}$$

4.2.2 Расходы на расследование причин аварии

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

$$P_P = 135000 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты на локализацию (ликвидацию последствий) аварии при разрушении РВС-2000 с газоконденсатом на УКПГ ЗАО «Геотрансгаз» составят:

$$П_L = P_L + P_P. \quad (9)$$

$$П_{л.} = 450050 + 135000 = 585050 \text{ руб.}$$

4.3 Социально-экономические потери

В социально-экономические последствия ЧС(Н) включаются затраты на компенсацию и проведение мероприятий вследствие гибели и травмирования персонала (расчет потерь производится согласно РД 03-496-02).

$$П_{сэ.} = П_{г.л.} + П_{т.л.} \quad (10)$$

$$П_{г.л.} = S_{пог.} + S_{п.к.} \quad (11)$$

$$П_{т.л.} = S_{в.} + S_{и.л.} + S_{м.} \quad (12)$$

где $П_{сэ.}$ – социально-экономические потери, руб.;

$П_{г.л.}$ – затраты, связанные с гибелью персонала, руб.;

$П_{т.л.}$ – затраты, связанные с травмированием персонала, руб.;

$S_{пог.}$ – расходы по выплате пособий на погребение погибших, руб.;

$S_{п.к.}$ – расходы на выплату пособий в случае гибели кормильца, руб.;

$S_{в.}$ – расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности, руб.;

$S_{и.л.}$ – расходы на выплату пенсий лицам, ставшим инвалидам, руб.;

$S_{м.}$ – расходы, связанные с повреждением здоровья пострадавшего, на его медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию, руб.

Средняя стоимость оказания ритуальных услуг, в местности, где произошла авария – $S_{пог.}$ равняется 60000 руб.

На иждивении погибшего находилось двое детей 9 и 13 лет. Периоды выплаты пенсий по случаю потери кормильца составляют соответственно:

$$(18 - 9) \times 12 = 108 \text{ мес.};$$

$$(18 - 13) \times 12 = 60 \text{ мес.}$$

Таким образом, весь период осуществления выплаты по случаю потери кормильца составит 168 месяцев.

Средний месячный заработок погибшего составлял 30000 тыс. руб. Таким образом, размер ежемесячной выплаты на каждого ребенка составит:

$$30000 / 3 = 10000 \text{ руб.}$$

Общая величина выплаты по случаю потери кормильца составит:

$$S_{п.к.} = 10000 \times 168 = 1680000 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты, связанные с гибелью персонала будут равняться:

$$П_{г.п.} = 60000 + 1680000 = 1740000 \text{ руб.}$$

Выплаты пособия по временной нетрудоспособности пострадавшим (при средней месячной зарплате, равной 30000 руб. и 21-м рабочем дне в месяце, когда произошла авария, и периоде до установления стойкой нетрудоспособности со дня аварии, равном десяти рабочим дням) составят на каждого работника:

$$S_B = (30000/21) \times 10 \times 2 = 28570 \text{ руб.}$$

Расходы, связанные с повреждением здоровья пострадавших, на их медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию составили (принимая условие, что оба пострадавших, проходили одинаковое медицинское обслуживание в течении 10 рабочих дней):

$$S_M = ((C_K + C_L) \times D_n) \times 2 \quad (13)$$

где C_K – стоимость одного койко-дня при соответствующем виде лечения;

C_L – расходы на приобретение необходимых лекарственных средств;

D_n – продолжительность лечения, дней.

$$S_M = ((550 + 200) \times 10) \times 2 = 15000 \text{ руб.}$$

Также принимаем, что травмирование не повлекло за собой потерю трудоспособности и поэтому расходы на выплату пенсий лицам, ставшим инвалидам:

$$S_{и.п.} = 0 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты, связанные с травмиранием персонала будут равны:

$$П_{т.п.} = 28570 + 15000 + 0 = 43570 \text{ руб.}$$

Исков о возмещении морального вреда со стороны потерпевших или их родственников не последовало.

Результат социально-экономических потерь при разрушении РВС-2000 на УКПГ ЗАО «Геотрансгаз» составит:

$$П_{с.э.} = 1740000 + 43570 = 1783570 \text{ руб.}$$

4.4 Косвенный ущерб

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

Установка продолжает работать по резервной схеме предусмотренной на случай аварии.

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

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

Таким образом, косвенный ущерб будет равен:

$$У_K = 0 \text{ руб.}$$

4.5 Экологический ущерб

Степень загрязнения атмосферы вследствие разлива газового конденсата определяется массой летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с покрытой газового конденсата поверхности земли или водоема.

Учитывая особенности расположения опасного объекта, при расчете экологического ущерба оценке подвергалась только составляющая, связанная с загрязнением атмосферного воздуха, определяемая следующим соотношением:

$$\dot{Y}_a = 5 \times \sum_{i=1}^n (\dot{I}_{a\dot{a}q} \times M_{\dot{a}q}) \times K_{\dot{E}} \times \dot{E}_{y\dot{a}a} \quad (14)$$

где $H_{бав}$ – базовые нормативы платы за выброс 1 т. загрязняющих веществ в атмосферу в пределах установленных лимитов, руб.: CO, NO, SO, H₂S, сажи (С), HCN, дыма (ультрадисперсные частицы SiO), формальдегида и органических кислот в пределах установленных лимитов. $H_{бав}$ принимаем равным 25, 2075, 1650, 10325, 1650, 8250, 1650, 27 500 и 1375 руб./т соответственно п. 2.8 [36];

$M_{ав}$ – количество вещества, попавшего в атмосферный воздух при аварии (пожаре), т.(оценивается в соответствии с методикой п. 2.14 [36]);

K_{II} – коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей природной среды. (принимаем равным 94 согласно п. 2.26 [36]);

$K_{эав}$ – 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 [36]):

$$K_{эав} = 1,5 \times 1,3 = 1,95.$$

Таким образом: $У_{э} = 677300$ руб.

В результате проведенного расчета суммарный ущерб от аварии составляет:

$$П_{у.} = У_{пр.} + П_{л.} + П_{сэ.} + У_{к.} + У_{э}. \quad (15)$$

$$П_{у.} = 24680800 + 585050 + 1783570 + 0 + 677300 = 27726720 \text{ руб.}$$

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

Таблица 17 – Итоговая таблица значений

Вид ущерба	Величина ущерба, тыс. руб.
Прямой ущерб	24680
Затраты на локализацию аварии	585,05
Социально-экономические потери	1783,57
Косвенный ущерб	0
Экологический ущерб	677,3
ИТОГО:	27 726,72

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места оператора товарного на площадке налива газового конденсата на УКПГ ЗАО «Геотрансгаз»

Установка комплексной подготовки газа предназначена для сбора газоконденсатной смеси с кустов газовых скважин, подготовки газа к транспорту, получения и подготовки к транспортировке стабильного газового конденсата.

Режим работы объекта – 365 дней в году при 2 сменной работе с 11 часовым рабочим днем.

К работе по профессии оператор товарный, допускаются: лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр при приеме на работу; имеющие медицинское заключение о пригодности к работе в дыхательных аппаратах изолирующего типа, и не имеющие медицинских противопоказаний к работе в опасных и вредных условиях труда; имеющие допуск не ниже II группы по электробезопасности; прошедшие обучение, проверку знаний: требований охраны труда газовой и пожарной безопасности при проведении конкретных работ на объекте по действиям при ликвидации аварий и их последствий, по оказанию доврачебной помощи; имеющие навыки применения соответствующих СИЗ.

Оператор товарный при работе на территории УКПГ руководствуется [37].

На площадке налива операторами товарными производится налив стабильного конденсата газа в автоцистерны для последующей коммерческой продажи сторонним потребителям.

Рабочими объектами оператора товарного являются:

а) Площадка резервуаров хранения конденсата – размер площадки 60×28 м. На бетонированной площадке с бордюром высотой 1,4 м. расположены резервуары хранения РВС-1 и РВС-2 объемом $V = 2000 \text{ м}^3$ на

металлических сваях. В эти емкости стабильный конденсат с площадки концевых сепараторов подается насосами внутрипарковой перекачки. Резервуары оборудованы обвалованием, которое согласно СНиП, удерживает 100 % от объема резервуара газоконденсата.

б) Площадка налива конденсата – размеры $12,5 \times 10$ м. Под навесом размещается автоматизированная система налива АСН-10ВГ, которая позволяет производить одновременно налив двух автоцистерн.

Категория по пожарной опасности площадки резервуаров хранения и площадки налива конденсата – АН согласно Федеральному закону № 123-ФЗ [20].

5.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды оператора товарного

5.2.1 Метеоусловия

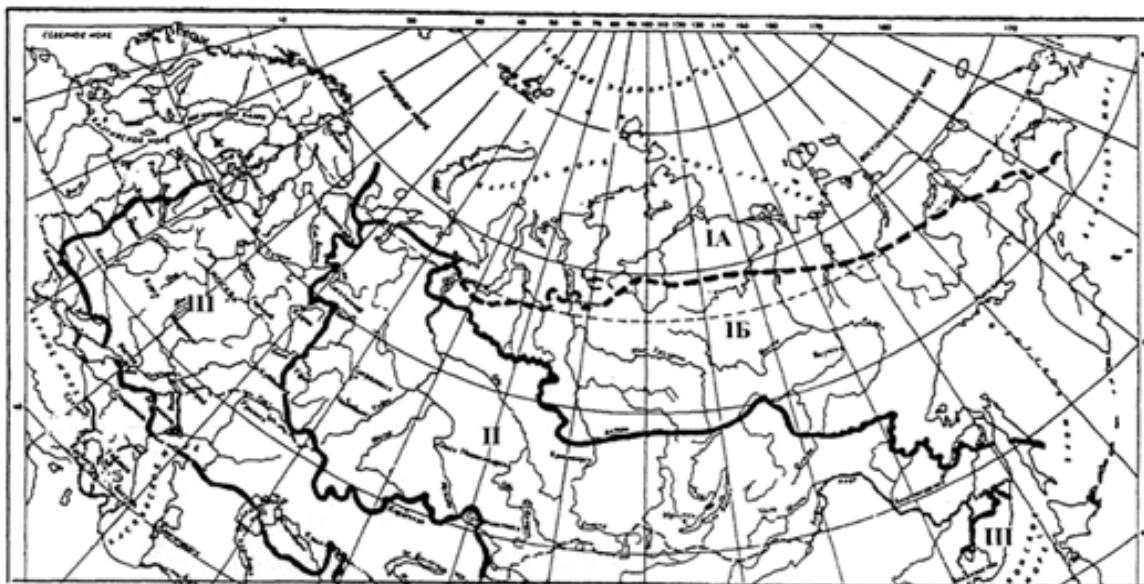


Рисунок 2 – Схема районирования территории Российской Федерации по климатическим регионам

Установка комплексной подготовки газа ЗАО «Геотрансгаз», согласно [38], Тюменская область (районы Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов), находятся в IB – IV климатическом поясе (3 класс защиты). Средняя температура зимних месяцев – минус 41 °С, средняя скорость ветра – 1,3 м/с.

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

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

Руководствуясь инструкцией [39] и [40] – признаки и порядок действия в аварийных ситуациях:

1) Признаки переохлаждения: озноб и дрожь; нарушение сознания: заторможенность и апатия, бред и галлюцинации, неадекватное поведение; посинение и побледнение губ; снижение температуры тела.

2) Признаки обморожения нижних конечностей: потеря чувствительности; кожа бледная, твердая и холодная на ощупь; нет пульса у лодыжек.

3) Порядок действий при переохлаждении: при появлении озноба и мышечной дрожи необходимо дополнительно укрыть пострадавшего мягким одеялом, предложить теплый чай с сахаром; в теплом помещении немедленно снять одежду и поместить в ванну с температурой воды 35–40 °С; после согревающей ванны обязательно укрыть теплым одеялом или надеть теплую сухую одежду; продолжать поить пострадавшего теплым чаем с сахаром до прибытия врачей.

4) Порядок действий при обморожении: как можно скорее доставить пострадавшего в теплое помещение; снять с обмороженных конечностей одежду и обувь; немедленно укрыть поврежденные участки от внешнего тепла теплоизолирующей повязкой с большим количеством ваты или одеялами и

теплой одеждой; дать теплый чай; дать 1–2 таблетки анальгина; вызвать «Скорую помощь».

5) Недопустимо: растирать обмороженную кожу; помещать обмороженные конечности в теплую воду или обкладывать грелками; смазывать кожу маслами или вазелином.

Нормы согласно [41] приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Эквивалентные температуры для оценки комбинированного действия низких температур воздуха и ветра на незащищенные участки тела человека

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С											
	10,0	4,4	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8	-23,3	-29,0	-34,4	-40,0	-45,6	-51,1
	Эквивалентная температура охлаждения, °С											
безветрие	10,0	4,4	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8	-23,3	-29,0	-34,4	-40,0	-45,6	-51,1
2,2	8,9	2,2	-2,8	-8,9	-14,4	-20,6	-26,1	-32,2	-37,8	-43,9	-49,4	-55,6
4,4	4,4	-2,2	-8,9	-15,6	-22,8	-31,1	-36,1	-43,3	-50,0	-56,7	-63,9	-70,6
6,6	2,2	-5,6	-12,8	-20,6	-27,8	-35,6	-42,8	-50,0	-57,8	-65,0	-72,8	-80,0
8,8	0	-7,8	-15,6	-23,3	-31,7	-39,4	-47,2	-55,0	-63,3	-71,1	-78,9	-85,0
11,0	-1,1	-8,9	-17,8	-25,1	-33,9	-42,2	-50,6	-58,9	-66,7	-75,6	-83,3	-91,7
13,2	-2,2	-10,6	-18,9	-27,8	-36,1	-44,4	-52,8	-61,7	-70,0	-78,3	-87,2	-95,6
15,4	-2,8	-11,7	-20,0	-29,0	-37,2	-46,1	-55,0	-63,3	-72,2	-80,6	-89,4	-98,3
17,6	-3,3	-12,2	-21,1	-29,4	-38,3	-47,2	-56,1	-65,0	-73,3	-82,2	-91,1	-100,0
Ветер со скоростью, большей, чем 17,6 м/с, дает незначительный дополнительный эффект	Незначительная опасность. Обморожение более чем за 1 ч при сухой коже				Высокая опасность. Опасность обморожения в течение 1 мин.				Очень высокая опасность. Обморожение наступает через 30 с			

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

При подготовке к работам оператор товарный обязан: одеть спецодежду, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты для работы при низких температурах на открытом воздухе в соответствии с погодными условиями;

подобрать необходимый инструмент с учетом хрупкости металла и материалов при низких температурах.

5.2.2 Производственный шум

Шум – беспорядочное сочетание по силе частоте звуков. Перенос энергии без вещества.

Особенности негативного действия производственного шума на оператора товарного: тугоухость; синдром хронической усталости; страх, тревога; повышенная раздражительность, утомляемость; вестибулярные нарушения; нарушение артериального давления; гастрит, язвенная болезнь; снижение иммунитета.

Шум, возникающий при работе оборудования налива конденсата и работе двигателей грузовых автомобилей, превышает нормативные значения и имеет диапазон от 80–100 дБ. В таблице 19 приведены правила и нормы согласно [42].

Таблица 19 – Предельно допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, в дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение работ легкой и средней тяжести на производстве и всех видов работ в быту	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Вид трудовой деятельности выбран в соответствии с [43].

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

Для индивидуальной защиты работников от производственного шума применяется СИЗ – наушники защитные, беруши.

5.2.3 Производственное освещение

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

Освещенность – мера количества света равномерно распределенного на 1 м².

Негативные факторы влияющие на естественное освещение площадки налива газоконденсата и УКПГ в целом зависят от:

- а) Географическое положение (в зимний период очень короткий световой день длительностью 2–3 часа);
- б) Туман в атмосферном воздухе (при сильных морозах).

Искусственное освещение площадки происходит от верхних источников. Используются газоразрядные лампы. Главный недостаток таких ламп – со временем появляется пульсация.

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

Таблица 20 – Освещенность рабочих поверхностей мест производства работ, расположенных вне зданий, на этажерах вне зданий и под навесом (согласно [44]).

Разряд зрительной работы	Отношение минимального размера объекта различения к расстоянию от этого объекта до глаз работающего	Минимальная освещенность в горизонтальной плоскости, лк	Освещенность на территории УКПГ и площадки налива конденсата, лк
IX	Менее 0,005	50	40

Мероприятия проводимые по профилактике недостаточности освещенности, коллективной и индивидуальной защите: выбор рациональной

схемы освещения; установка дополнительного светового оборудования; производственно-лабораторный контроль; профилактические медицинские осмотры; аттестация рабочих мест; средства индивидуальной защиты.

5.2.4 Газовый конденсат

На рабочих объектах оператора товарного, обращается опасное вещество – газовый конденсат. ГК – легковоспламеняющаяся жидкость (горючая жидкость по приложениям 1,2 к Федеральному закону № 116-ФЗ [5]). По степени воздействия на организм человека относится к 4 классу опасности. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны – 300 мг/м^3 . По своему химическому составу, представляют органические соединения, состоящие в основном из углерода и водорода. Пары жидких углеводородов обладают наркотическими свойствами, влияют на центральную нервную систему, вызывают отравления, сопровождающиеся головной болью, головокружением, тошнотой, рвотой, возможны психические расстройства. Вдыхание больших доз вредных газов может привести к потере сознания, нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы, смерти.

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

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

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

Согласно инструкции [45], оператор товарный должен знать, помимо характеристик газового конденсата, также свойства метанола, одоранта, ингибитора коррозии, а также требования безопасности при их получении, транспортировке, хранении, использовании, утилизации.

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

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

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

5.3 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды оператора товарного

5.3.1 Механические опасности

Движущиеся машины и механизмы:

а) на движущихся частях оборудования предусмотрена установка защитных кожухов;

б) спецодежда имеет броский вид (светоотражающие элементы).

5.3.2 Электроопасность

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

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

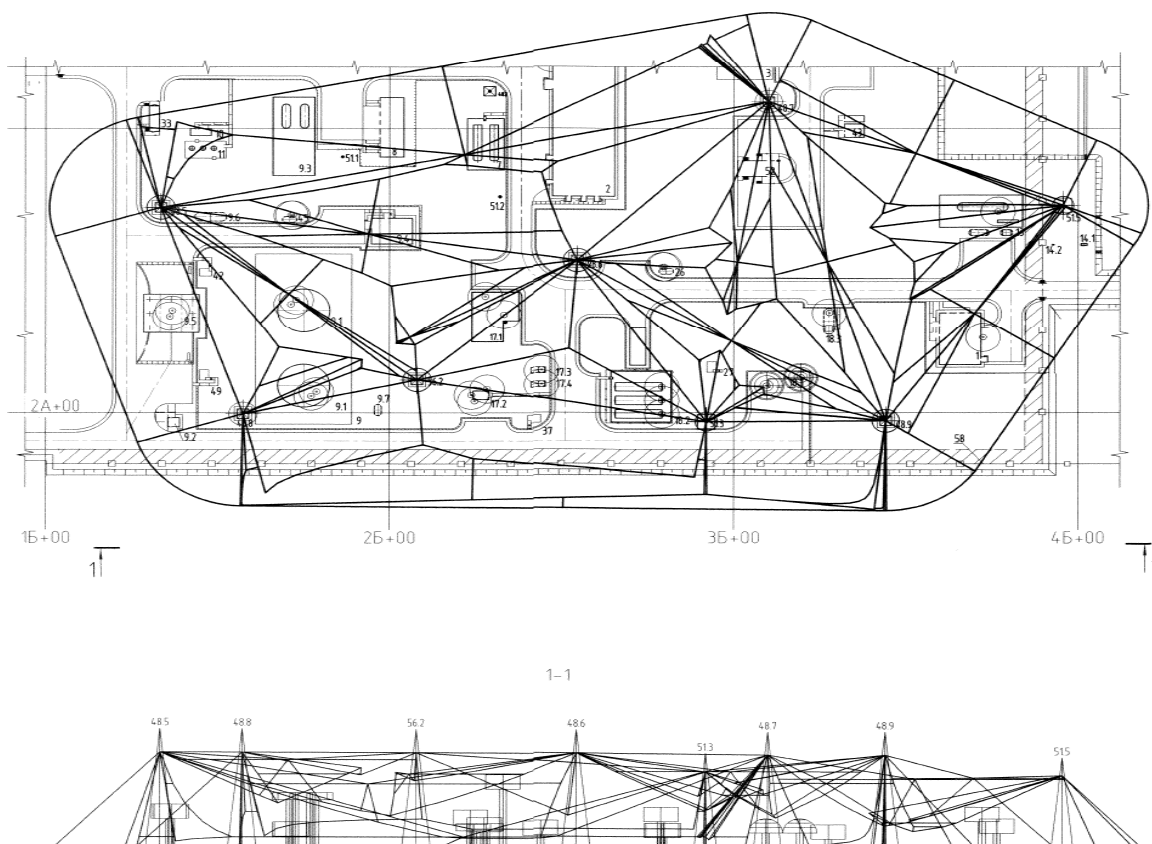


Рисунок 3 – Зоны защиты двойных стержневых молниеотводов

5.3.3 Пожаровзрывоопасность

Категория взрывоопасной смеси – ПА по [23] и группа взрывоопасной смеси – ТЗ по [24].

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

К основным причинам, связанным с отказом оборудования, относятся: прекращение подачи энергоресурсов; коррозия и эрозия оборудования и трубопроводов; физический износ или механическое повреждение;

эксплуатация оборудования при параметрах, выходящих за пределы, указанные в технических условиях или паспортах; неисправность предохранительных клапанов и несоблюдение сроков их ревизии; неисправности контрольно-измерительных приборов и средств автоматики; пропуски углеводородного конденсата во фланцевых соединениях, результате разрыва прокладок, появления трещин, пропусков через дефекты в сварных швах и т.д.; неисправности приборов определения взрывоопасных концентраций горючих газов; несвоевременного и некачественного проведения ремонтных работ.

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

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

- Технические: осмотр платформ установки и резервуаров парка не менее одного раза за смену; своевременное освидетельствование, ревизия, ремонт сооружений, предохранительных устройств; исправность контрольно-измерительных приборов и средств автоматики; немедленное прекращение работы неисправного оборудования; площадка налива должна быть оснащена первичными средствами пожаротушения по перечню, согласованному с местными органами пожарного надзора; своевременное и качественное проведение ремонтных работ.

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

5.4 Охрана окружающей среды

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

Площадка УКПГ не является угрозой загрязнения гидросферы так как находится на расстоянии около 7 км от ближайшего водного объекта. Поэтому анализ негативного влияния на гидросферу не производится.

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

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

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Основные опасные факторы, способствующие возникновению и развитию чрезвычайных ситуаций на данном производстве: перекачивание опасных веществ создает опасность выброса большого количества вещества при аварийной разгерметизации системы; наличие большого количества

сварных и фланцевых соединений, запорной и регулирующей арматуры создается более вероятная опасность разгерметизации системы; способность опасных веществ, при разгерметизации оборудования, создавать облако газовоздушной смеси; воспламенение углеводородов от искр в электрических аппаратах.

Мероприятия по уменьшению опасного фактора связанного с воспламенением газового конденсата и его паров: все электрооборудование в пределах взрывоопасной зоны должно быть взрывозащищенным в соответствии с категорией и группой взрывоопасной смеси; все токоведущие части электрооборудования, а также оборудование, емкости, коммуникации, в которых возникают заряды статического электричества, должны быть заземлены; площадка налива должна быть оснащена средствами пожаротушения по перечню, согласованному с местными органами пожарного надзора.

Оператор товарный должен точно знать порядок проведения аварийных работ на рабочем месте, руководствуясь «Планом ликвидации аварий (ПЛА)». Все действия должны производиться только по указания старшего по смене.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

На основании Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением (утв. [46]), в целях повышения уровня безопасности жизни и здоровья работников для оператора товарного утверждены нормы выдачи соответствующей спецодеждой и обувью, а также обезвреживающие средства.

Таблица 21 – Обезвреживающие средства, утвержденные к выдаче оператору товарному

Виды смывающих или обезвреживающих средств	Нормы выдачи на месяц	Наименование работ и производственных факторов
Средства для защиты кожи при негативном влиянии окружающей среды (от раздраж. и повреждения кожи).	100 мл	Наружные работы, связанные с воздействием пониженных температур, ветра.
Средства для защиты от бактериологических вредных факторов (дезинфицирующие).	100 мл	Работы выполняемые в закрытой специальной обуви.
Средства гидрофобного действия (отталкивающие влагу, сушащие кожу).	100 мл	Работы, выполняемые в резиновых перчатках или перчатках из полимерных материалов.
Средства гидрофильного действия (впитывающие влагу, увлажняющие кожу).	100 мл	Работы с техническими маслами, смазками, нефтепродуктами раздражающего действия.
Средства для защиты от биологических вредных факторов (от укусов членистоногих).	400 мл	Наружные работы в период активности кровососущих насекомых
Очищающие кремы, гели и пасты	200 мл	Работы связанные с трудносмываемыми, устойчивыми загрязнениями: масла, смазки, нефтепродукты.

Технологический процесс на УКПГ является непрерывным, основная часть работы оператора товарного происходит на открытом воздухе. Одним из решающих вредных факторов является пониженная температура в зимний период, а также вероятность возможного пролива на одежду остатков газового конденсата при заправке автоцистерн и взятие проб на анализ. Абсолютный минимум температуры для данного региона минус 56 °С. Неблагоприятной чертой температурного режима является короткий безморозный период и возможность заморозков в летние месяцы. Средняя продолжительность безморозного периода 88 дней, период устойчивых морозов 201 день.

В связи с этим предлагается, в целях повышения уровня безопасности, на наружных работах зимой, утвердить дополнительный костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с масловодоотталкивающей пропиткой на утепляющей подкладке.

Таблица 22 – Режим работ на открытой территории в климатическом регионе ІВ согласно нормам [41]

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	≤ 1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	не регламентируется*											
-15	не регламентируется*											
-20	не регламентируется*								186	1	120	1
-25	не регламентируется*								115	1	85	2
-30	не регламентируется*				148	1	111	1	84	2	65	3
-35	164	1	142	1	108	1	83	2	66	3	53	3
-40	116	1	104	2	82	2	66	3	55	3	45	4
-45	90	2	82	2	67	3	56	3	46	4	38	4
-50	73	2	67	3	59	3	48	4	40	4	34	5
-55	62	3	57	3	49	4	42	4	36	5	29	6
-60	52	3	50	4	43	4	37	4	32	5	27	6
* Отдых по причине физической усталости вследствие возможного перегревания следует проводить в теплом помещении												

Примечание: а – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин; б – число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Однако возможности должной защиты человека от охлаждения в суровых климатических условиях, с помощью одной лишь одежды, ограничены по причине малой эффективности утепления стоп и кистей, а также в связи с охлаждением лица и органов дыхания. В зимний период, при температурах воздуха ниже минус 30 °С, а также как мероприятие по профилактике производственного шума, предлагается введение еще одного дополнительного перерыва сверх нормы, на отдых и обогрев за 4-часовой период рабочей смены.

Заключение

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

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

В ходе работы были сделаны следующие выводы:

- 1) Предприятия газо-нефтепереработки являются потенциально опасными производственными объектами, подлежащими обязательному декларированию. Основными причинами возникновения ЧС является человеческий фактор (80 %);

2) По древу событий полного разрушения РВС-2000 выявлены следующие опасные исходы: пожар пролива; пожар-вспышка и взрыв ТВС;

3) При помощи программы ТОКСИ^{+Risk} рассчитаны коллективный и индивидуальный риск при разрушении резервуара хранения газового конденсата объемом 2000 м³. Коллективный риск составил – $3,2 \times 10^{-5}$ чел/год.; индивидуальный риск – $8,0 \times 10^{-7}$ чел/год. Согласно статьи 93 Федерального закона № 123-ФЗ [20] риски являются приемлемыми;

4) Произведен расчет экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на установке комплексной подготовки газа ЗАО «Геотрансгаз», который составляет 27726720 руб.

Список публикаций

1. Тиханов Е.А. Анализ аварийных ситуаций на нефтегазовых предприятиях в России в 2009–2014 годах /Е.А. Тиханов, Т.А. Белькова // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи. Юрга, 9–11 Апреля 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015.– С. 755–760.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1994. – 16 с.
2. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. – М.: Госстандарт России, 1994. – 16 с.
3. ГОСТ 2609 8-84 Межгосударственный стандарт. Нефтепродукты. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2010. – 12 с.
4. ПБ 08-624-03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. – М.: ПИО ОБТ, 2003. – 300 с.
5. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. (ред. от 13.07.2015) [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=183010>. Дата обращения 17.02.2016.
6. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21 декабря 1994 № 69-ФЗ (ред. от 23.05.2016) [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=198242>. Дата обращения 25.05.2016.
7. ГОСТ Р 22.1.02-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1995. – 10 с.
8. ВППБ-01-03-96 Правила пожарной безопасности для предприятий АК «Транснефтепродукт» [Электронный ресурс] / Библиотека гостов и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/42/42060/. Дата обращения 15.03.2015.

9. Сафонов В.С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности / В.С. Сафонов, Г.Э. Одишария, А.А. Швыряев. – М.: РАО «Газпром», 1996 г. – 208 с.
10. ГОСТ Р 22.0.11-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Предупреждение природных чрезвычайных ситуаций. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1999. – 8 с.
11. Измалков В.И. Безопасность и риск при техногенных воздействиях / В.И. Измалков, А.В. Измалков. – М.: НИЦЭБ РАН, 1994 г. – 269 с.
12. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 № 7-ФЗ (ред. от 29.12.2015) [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=183341>. Дата обращения 17.03.2016.
13. Козлитин А.М. Методы технико-экономической оценки промышленной и экологической безопасности высокорисковых объектов техносферы / А.М. Козлитин, А.И. Попов. – Саратов: СГТУ, 2000. – 265 с.
14. ОСТ 51.40-93 Газы горючие природные, поставляемые и транспортируемые по магистральным газопроводам. Технические условия [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/10/10423/. Дата обращения 23.02.2016.
15. Козлитин А.М. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка: детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: Учебное пособие / А.М. Козлитин, Б.Н. Яковлев; под ред. А.И. Попова. – Саратов: СГТУ, 2000. – 124 с.
16. ГОСТ Р 54389-2011 Конденсат газовый стабильный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2012. – 16 с.
17. Ластовкин Е.Д. Справочник нефтепереработчика / Г.А. Ластовкин, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудин. – Л.: Химия, 1986. – 649 с.
18. Лазарев Н.В. Вредные вещества в промышленности/ под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – 365 с.

19. Чазов Е.И. Неотложные состояния. Диагностика и лечение. Справочник / Е.И. Чазов. – М.: Медицина, 2002. – 704 с.

20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=182705>. Дата обращения 29.03.2016.

21. ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/11/11702/. Дата обращения 07.10.2015.

22. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/55/55322/. Дата обращения 10.10.2015.

23. ГОСТ Р 51330.11-99 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 12. Классификация смесей газов и паров с воздухом по безопасным экспериментальным максимальным зазорам и минимальным воспламеняющим токам. – М.: Госстандарт России, 1999. – 13 с.

24. ГОСТ Р 51330.5-99 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 4. Метод определения температуры самовоспламенения. – М.: Госстандарт России, 1999. – 19 с.

25. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. – М.: Издательство МЭО 2004. – 41 с.

26. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. – М.: ЦПТИ ОРГРЭС, 2004. – 59 с.

27. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы. – М.: ФГУП ЦПП, 2007. – 20 с.

28. ГОСТ Р 50588-2012 Пенообразователи для тушения пожаров. Общие требования и методы испытаний. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2012. – 28 с.
29. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Минрегион России, 2011. – 114 с.
30. СНиП II-89-80 Генеральные планы промышленных предприятий. – М.: Стройиздат 1981. – 32 с.
31. СП 19.13330.2011 Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий. – М.: Минрегион России, 2011. – 34 с.
32. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ.изд./А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др.; в 2 книгах. – М.: Химия, 1990. – 578 с.
33. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. МЧС РФ (приказ 404) [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/56/56326/. Дата обращения 09.09.2015.
34. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартиформ, 2014. – 65 с.
35. ГОСТ 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартиформ, 2014. – 65 с.
36. РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44716/. Дата обращения 13.02.2016.
37. ИОТ – 01-16-2013 Инструкцией для оператора товарного ЗАО «Геотрансгаз». – Уренгой, 2013. – 6 с.

38. Постановление Минтруда РФ от 31.12.1997 № 70 (ред. от 17.12.2001) «Об утверждении Норм бесплатной выдачи работникам теплой специальной одежды и теплой специальной обуви по климатическим поясам, единым для всех отраслей экономики (кроме климатических районов, предусмотренных особо в Типовых отраслевых нормах бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам морского транспорта; работникам гражданской авиации; работникам, осуществляющим наблюдения и работы по гидрометеорологическому режиму окружающей среды; постоянному и переменному составу учебных и спортивных организаций Российской оборонной спортивно-технической организации (РОСТО))» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_69046/. Дата обращения 25.09.2015.

39. ИОТ – 02-04-2013 Инструкция по охране труда при работах на открытом воздухе в холодное время года ЗАО «Геотрансгаз». – Уренгой, 2013. – 10 с.

40. ИО – 03-2013 Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве ЗАО «Геотрансгаз». – Уренгой, 2013. – 17 с.

41. МР 2.2.7.2129-06 Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/49/49253/. Дата обращения 20.05.2016.

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

43. Руководство 2.2.755-99 «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов

производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса» [Электронный ресурс] / Библиотека гостов и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/6/6854/. Дата обращения 15.05.2016.

44. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] / Библиотека гостов и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/1/1898/. Дата обращения 15.05.2016.

45. ИОТ – 02-32-2013 Инструкции по охране труда для оператора товарного при наливных операциях ЗАО «Геотрансгаз». – Уренгой, 2013. – 8 с.

46. Приказ Минздравсоцразвития России от 09.12.2009 № 970н (ред. от 20.02.2014) «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» (Зарегистрировано в Минюсте России 27.01.2010 N 16089) [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98122/. Дата обращения 17.05.2016.

47. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 января 2001 №197-ФЗ (ред. от 30.12.2015) [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=191626>. Дата обращения 30.04.2016.

Приложение А

(обязательное)

Анализ известных аварий, имевших место на других аналогичных объектах, или аварий, связанных с обращающимися опасными веществами

Дата	Описание аварии (инцидента)	Число пострадавших
02.02. 1979	Усть-Куйгинская нефтебаза Республика Саха (Якутия) – Разрушение произошло через два года после монтажа. Разрыв стенки произошел по образующей на всю ее высоту по основному металлу. Распространение трещины началось от трещиноподобных дефектов на уторном соединении стенки с днищем при появлении дополнительных напряжений, связанных с неравномерной осадкой. Разрушение РВС, при отрицательной температуре $T = -57^{\circ}\text{C}$. Хрупкое разрушение произошло из-за использования стали низкого качества (ВСт3кп), а также сварных соединений, имеющих технологические дефекты. Разлилось 624 т нефтепродукта.	Пострадавших нет.
05.07. 2004	Нижне-Бестяхская нефтебаза ОАО НК «Туймаада-нефть», Республика Саха (Якутия). Произошел прорыв днища заполненного резервуара РВС-1000 в результате которого произошла утечка топлива. После устранения аварии при осмотре было выявлено, что резервуар имел видимый уклон в сторону узла ввода-вывода. В ходе проведенного расследования, на стороне максимального уклона резервуара на днище был обнаружен свищ диаметром около 15 мм, расположенный впритык к уторному шву. Паспорт резервуара отсутствовал. По маркировке листов стенки – резервуар изготовлен из стали ВСт3пс.	Пострадавших нет.
13.01. 2007	ООО «РН-Комсомольский НПЗ». Во время отбора проб из резервуара вручную через верхний люк произошел «хлопок» внутри резервуара с возгоранием бензина. Резервуар деформирован и восстановлению не подлежит.	Рабочий получил ожоги лица.

Продолжение приложения А

Дата	Описание аварии (инцидента)	Число пострадавших
29.08. 2007	ООО «Ямбурггаздобыча» ОАО «Газпром» на установке комплексной подготовки газа Заполярного газоконденсатного месторождения, цех осушки газа № 4.0 во время приема-сдачи смен, предположительно из-за разгерметизации 11-й линии осушки газа, произошел взрыв с последующим возгоранием. Разрушились здание цеха и три линии осушки газа.	Жертв и пострадавших не зарегистрировано
03.04. 2008	В ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» ОАО «НК «ЛУКОЙЛ» на газопроводе месторождения «Ловинка–Северная Даниловка» ТПП «Урайнефтегаз» при демонтаже дренажного устройства сбора конденсата из газопровода произошло возгорание газовоздушной смеси.	Ожоги различной степени тяжести получили несколько человек.
20.08. 2008	В резервуарном парке Петродворцовой нефтебазы ОАО «Леннефтепродукт» при освобождении резервуара от остатка бензина возник пожар в зоне работ вблизи резервуара. При этом обгорела стена резервуара.	Оператор получил ожоги различной степени тяжести.
07.04. 2010	В ООО «Газпром добыча Астрахань» разгерметизировалась установка сепарации пластового газа с утечкой и возгоранием углеводородного сырья. Угрозы загрязнения атмосферного воздуха нет.	Пострадавших нет.
24.06. 2010	В ОАО «Белгородоблгаз» во время завершения строительства нового газопровода был поврежден действующий газопровод, что привело к выходу газа с воспламенением. Авария ликвидирована.	Не указано.
27.12.2010	Горно-Алтайск, АЗС «Транснефть». Произошел взрыв резервуара для хранения горюче-смазочных материалов на автозаправочной станции.	Один человек погиб.
14.02.2011	Новый Уренгой ООО «Фирма МАКС» взорвался резервуар с нефтью. ЧП произошло в микрорайоне Коротчаево в Новом Уренгое. Пострадавших нет. На момент взрыва в резервуаре находилось 4,5 т стабильного конденсата.	Не указано.
26.03.2011	Юрьев-Польский район, склада ГСМ «Сосново-борский». При производстве сварочных работ по ремонту пустой емкости для хранения нефтепродуктов произошел взрыв скопившихся в ней паров.	Двое пострадавших.

Продолжение приложения А

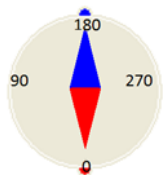
Дата	Описание аварии (инцидента)	Число пострадавших
28.06.2011	Филиал ОАО «ОГК-2» – Сургутская ГРЭС-1. При производстве работ по снятию заглушки за задвижкой 1ГФ-1, перед пуском газа на ГРП-1, после проведенного ремонта, произошел неконтролируемый выход газа из газопровода через фланцевый разъем заглушки и взрыв ГВС в помещении ГРП-1.	В результате аварии травмировано 12 человек.
25.01.2013	Взрыв паров нефтепродуктов в резервуаре на территории нефтебазы п. Жатай. Механик должным образом не проконтролировал проведение работ по откачке нефтепродуктов из резервуара в бензовоз, что повлекло нарушение правил безопасности и привело к взрыву паров нефтепродуктов в резервуаре. Данное происшествие повлекло за собой причинение имущественного ущерба в размере более 900 тысяч рублей.	В результате взрыва водитель АТЦ получил многочисленные ожоги.

Приложение Б

(обязательное)

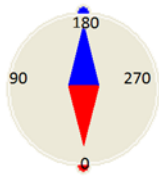
Отчет по результатам расчетов в программе ТОКСИ+Risk

- Б.1 – Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива.
- Б.2 – График зависимости интенсивности излучения от расстояния.
- Б.3 – График зависимости вероятности смертельного поражения от расстояния.
- Б.4 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар пролива.
- Б.5 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка.
- Б.6 – Расчет последствий ударных волн при взрыве ТВС.
- Б.7 – График зависимости вероятного поражения от расстояния.
- Б.8 – График зависимости избыточного давления от расстояния.
- Б.9 – График зависимости импульса от расстояния.
- Б.10 – Р-І диаграмма.
- Б.11 – Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС.
- Б.12 – Социальный риск (Диаграмма F-N).
- Б.13 – Таблица лиц, попавших в зону действия опасных факторов.
- Б.14 – Таблица погибших.
- Б.15 – Таблица сценариев аварии.
- Б.16 – Количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам и ситуационный план аварийной ситуации.

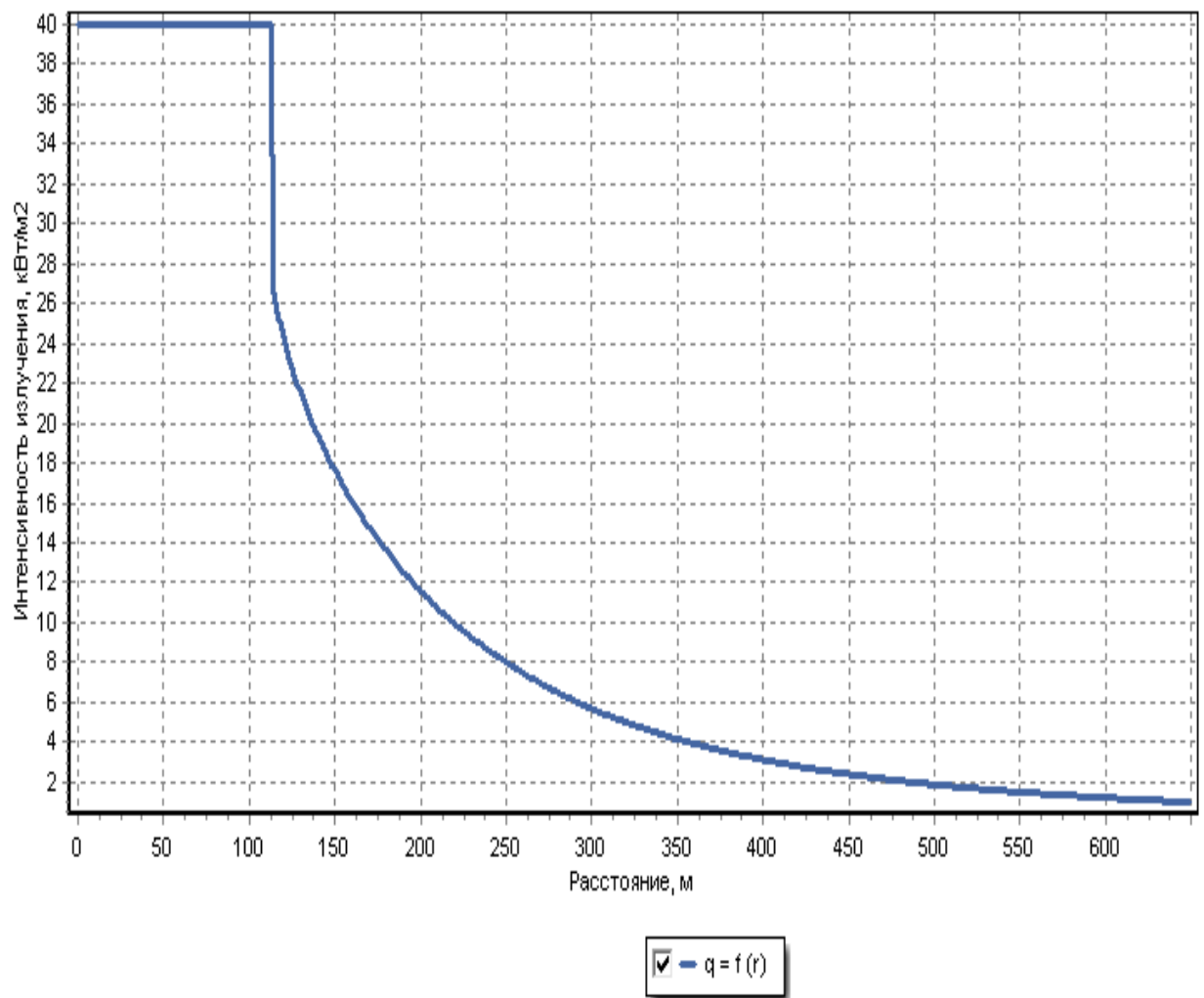


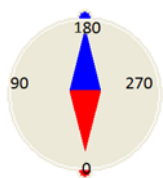
Б.1 – Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива

Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива					
Исходные данные:					
Вещество	Нефтепродукты				
Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м ²	40				
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² *с)	0,1				
Эффективная площадь пролива =	40001,48				
Методика:	Методика определения расч. величин пожарного риска на ПО, 2010/ГОСТ 12.3.047-2012				
Критерий: интенсивность излучения					
Название критерия	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны "			
Воспламенение резины	14,8	170,01			
Воспламенение древесины	13,9	177,63			
Непереносимая боль через 3-5 сек	10,5	213,07			
Непереносимая боль через 20 сек.	7	268,93			
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	348,15			
Без негативных последствий	1,4	565,71			

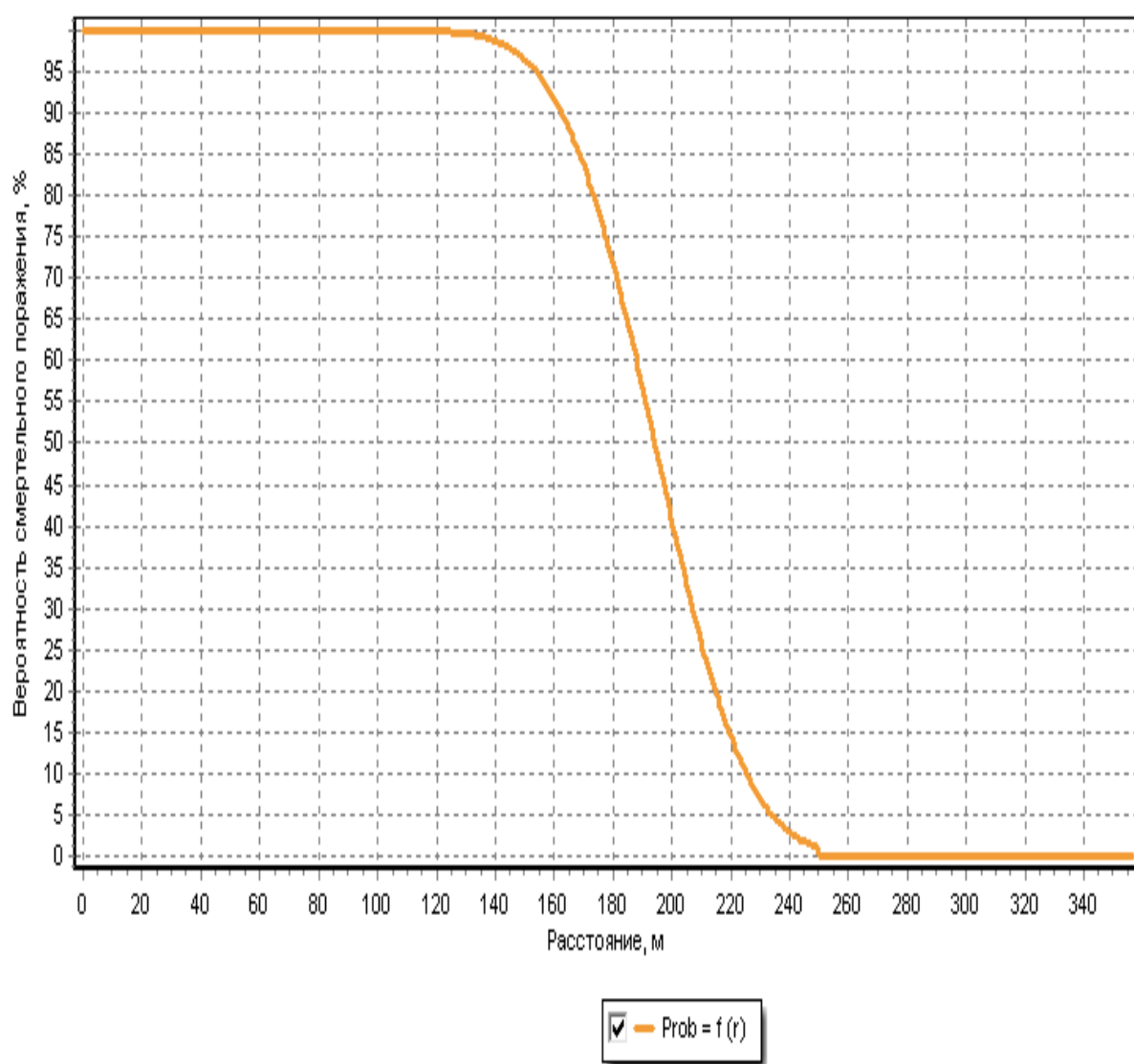


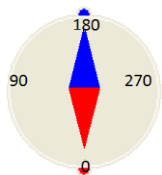
Б.2 – График зависимости интенсивности излучения от расстояния





Б.3 – График зависимости вероятности смертельного поражения от расстояния





Б.4 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар пролива

Протокол модуля

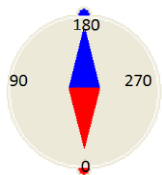
«Оценка числа пострадавших»

Показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов аварии

№ п/п	Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
1.	Операторная налива	5	5	100	Без негативных последствий, 1,4 кВт/м2	160
2.	Операторная налива	5	5	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	160
3.	Операторная налива	5	5	100	Безопасно для человека в брезентовой одежде, 4,2 кВт/м2	160
4.	Операторная налива	5	5	100	Непереносимая боль через 3-5 сек, 10,5 кВт/м2	160
5.	Операторная налива	5	5	100	Воспламенение древесины, 13,9 кВт/м2	160
6.	Операторная налива	5	5	100	Воспламенение резины, 14,8 кВт/м2	160
7.	Операторная налива	5	5	100	Без негативных последствий, 1,4 кВт/м2	160
8.	Операторная налива	5	5	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	160
9.	Операторная налива	5	5	100	Безопасно для человека в брезентовой одежде, 4,2 кВт/м2	160
10.	Операторная налива	5	5	100	Непереносимая боль через 3-5 сек, 10,5 кВт/м2	160
11.	Операторная налива	5	5	100	Воспламенение древесины, 13,9 кВт/м2	160
12.	Операторная налива	5	5	100	Воспламенение резины, 14,8 кВт/м2	160
13.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Без негативных последствий, 1,4 кВт/м2	160
14.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	160
15.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Безопасно для человека в брезентовой одежде, 4,2 кВт/м2	160
16.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Непереносимая боль через 3-5 сек, 10,5 кВт/м2	160
17.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Воспламенение древесины, 13,9 кВт/м2	160
18.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	28	92	Воспламенение резины, 14,8 кВт/м2	160
19.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Без негативных последствий, 1,4 кВт/м2	160
20.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	160
21.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Безопасно для человека в брезентовой одежде, 4,2 кВт/м2	160
22.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Непереносимая боль через 3-5 сек, 10,5 кВт/м2	160

23.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Воспламенение древесины, 13,9 кВт/м2	160
24.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Воспламенение резины, 14,8 кВт/м2	160
25.	Периметр УКПГ	5	5	100	Без негативных последствий, 1,4 кВт/м2	160
26.	Периметр УКПГ	5	5	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	160
27.	Периметр УКПГ	5	5	100	Безопасно для человека в брезентовой одежде, 4,2 кВт/м2	160
28.	Периметр УКПГ	5	5	92	Непереносимая боль через 3-5 сек, 10,5 кВт/м2	160
29.	Периметр УКПГ	5	4	78	Воспламенение древесины, 13,9 кВт/м2	160
30.	Периметр УКПГ	5	4	73	Воспламенение резины, 14,8 кВт/м2	160
31.	Периметр УКПГ	5	5	100	Без негативных последствий, 1,4 кВт/м2	160
32.	Периметр УКПГ	5	5	100	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	160
33.	Периметр УКПГ	5	5	100	Безопасно для человека в брезентовой одежде, 4,2 кВт/м2	160
34.	Периметр УКПГ	5	5	95	Непереносимая боль через 3-5 сек, 10,5 кВт/м2	160
35.	Периметр УКПГ	5	5	82	Воспламенение древесины, 13,9 кВт/м2	160
36.	Периметр УКПГ	5	4	78	Воспламенение резины, 14,8 кВт/м2	160

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



Б.5 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка

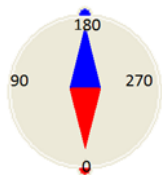
Протокол модуля

«Оценка числа пострадавших»

Показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов аварии

№ п/п	Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
1.	Операторная налива	5	5	100	Пожар-вспышка: Топливо нефтяное М=12435,90 кг	160
2.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	0	0	Пожар-вспышка: Топливо нефтяное М=12435,90 кг	160
3.	Периметр УКПГ	5	2	36	Пожар-вспышка: Топливо нефтяное М=12435,90 кг	160

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



Б.6 – Расчет последствий ударных волн при взрыве ТВС

Расчет последствий воздействия ударных волн при взрыве ТВС

Протокол расчетов по РБ "Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей"

Исходные данные:

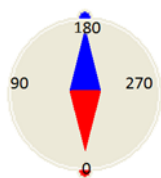
Вещество	Топливо нефтяное
Удельная теплота сгорания, МДж/кг	43
Стехиометрическая концентрация, кг/м ³	0,024408
Класс чувствительности	Слабо-чувствительные вещества
Агрегатное состояние	Гетерогенное
Концентрация горючего, кг/м ³	Равна стехиометрической
Масса горючего, кг	12435,9
Окружающее пространство	Наличие труб,полостей, каверн
Облако у поверхности земли	

Критерии давление-импульс

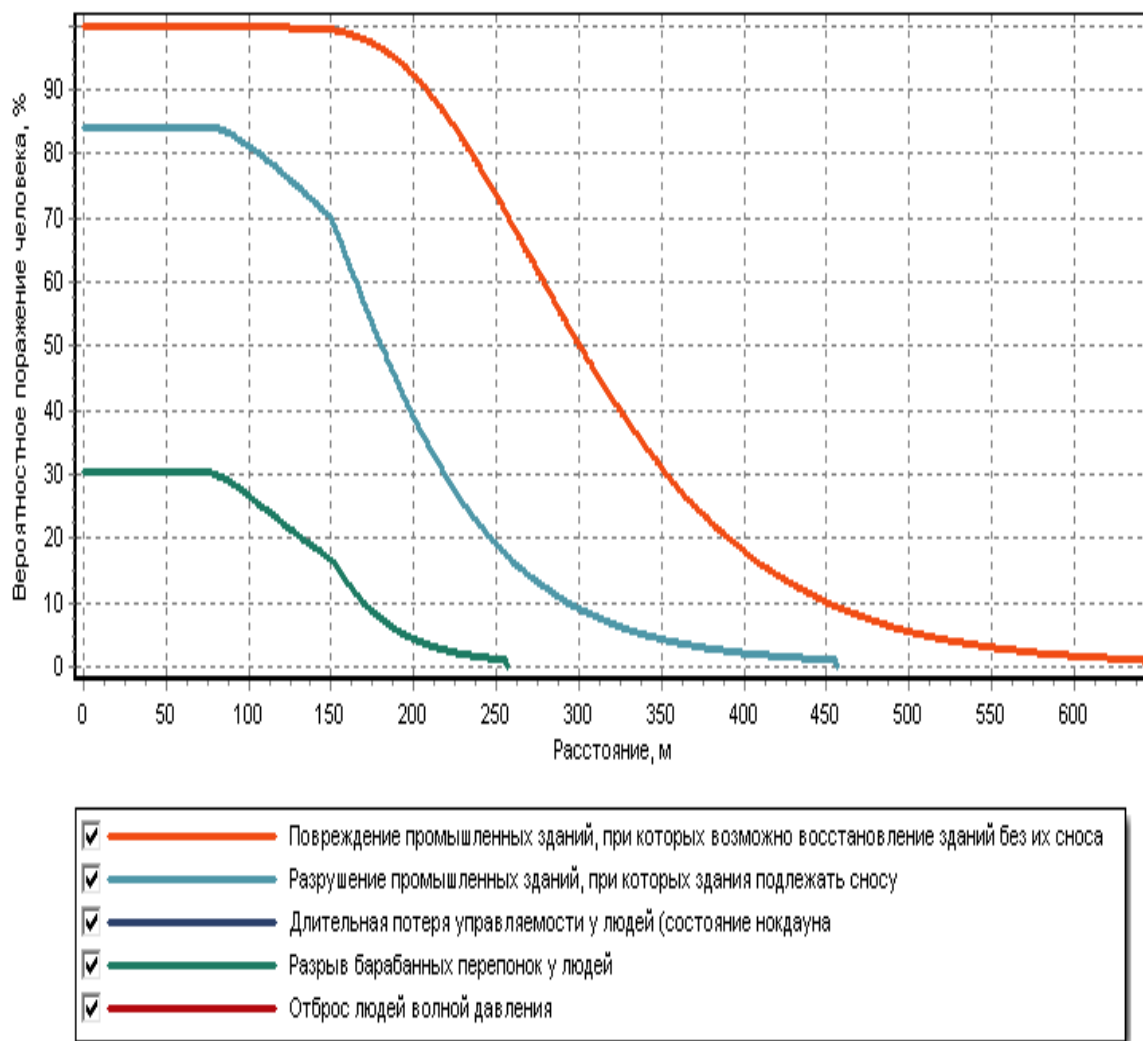
Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа*с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Порог выживания	71,213	3,146	0,099	83,49
Полное разрушение зданий	70,479	3,052	0,1	86,05
Определение давления и импульса на заданном расстоянии	66,072	2,626	0,107	100
Граница области сильных разрушений	35,059	1,481	0,137	177,39
Граница области значительных повреждений	14,818	0,86	0,17	305,5
Полное разрушение остекления	7	0,504	0,207	521,36
Граница области минимальных повреждений	3,645	0,301	0,247	872,47
50% разрушение остекления	2,499	0,219	0,274	1199,09
10% и более разрушение остекления	2	0,18	0,291	1455,82

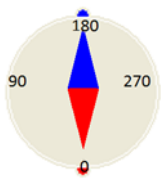
Критерий избыточное давление

Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа*с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Наиболее вероятно, что все люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут, либо получат серьезные повреждения в результате действия взрывной волны, либо при обрушении здания или перемещении тела взрывной волной	69	2,889	0,102	90,91
Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут или получат серьезные повреждения барабанных перепонок и легких под действием взрывной волны, либо будут поражены осколками и развалинами здания	55	1,927	0,122	136,32
50%-ое разрушение зданий	53	1,878	0,124	139,81
Средние повреждения зданий	28	1,293	0,144	203,06
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	1,175	0,15	223,49
Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16	0,905	0,167	290,24
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	0,744	0,18	353
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	0,442	0,217	594,09
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	0,388	0,227	676,1
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	0,256	0,261	1026,12

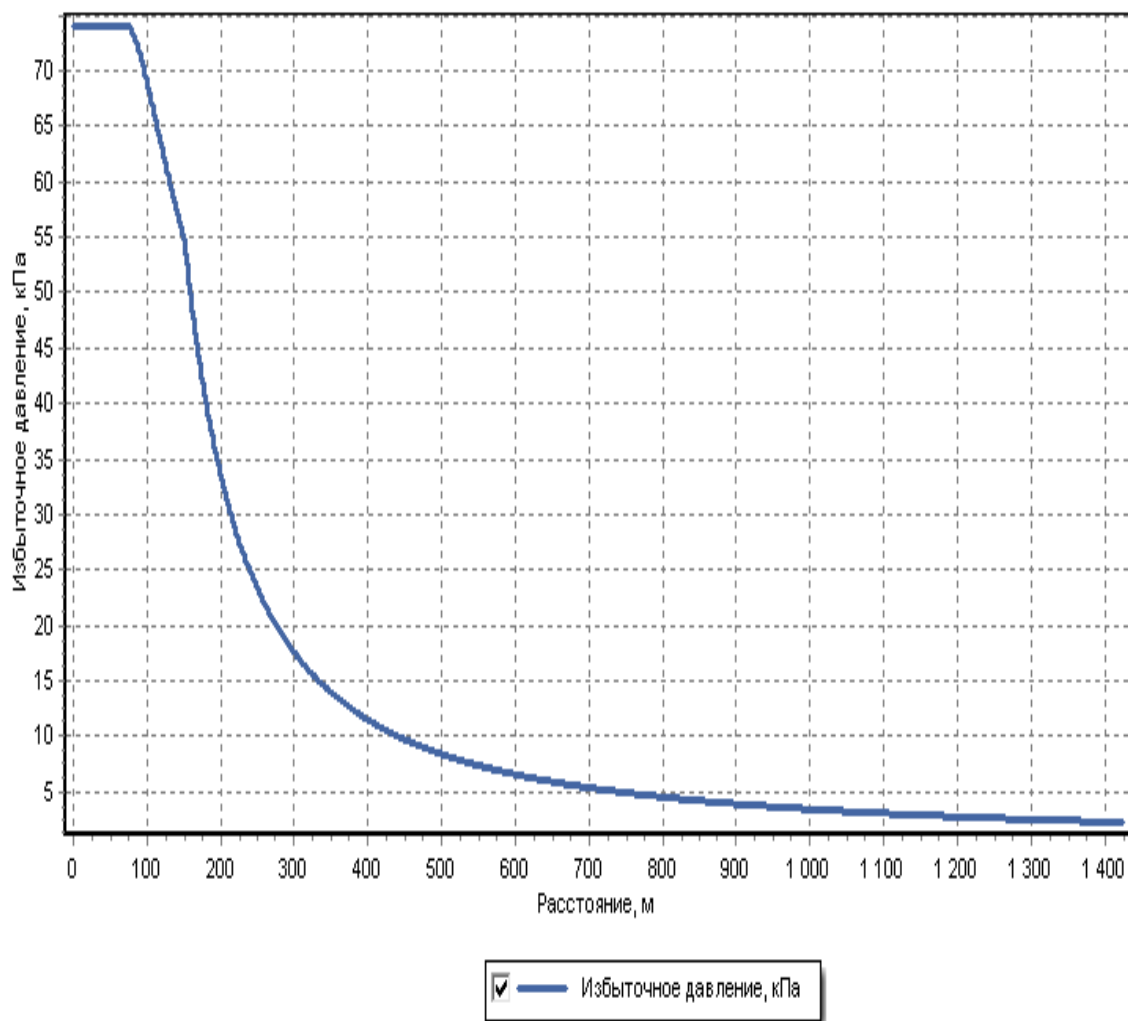


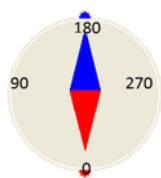
Б.7 – График зависимости вероятного поражения от расстояния



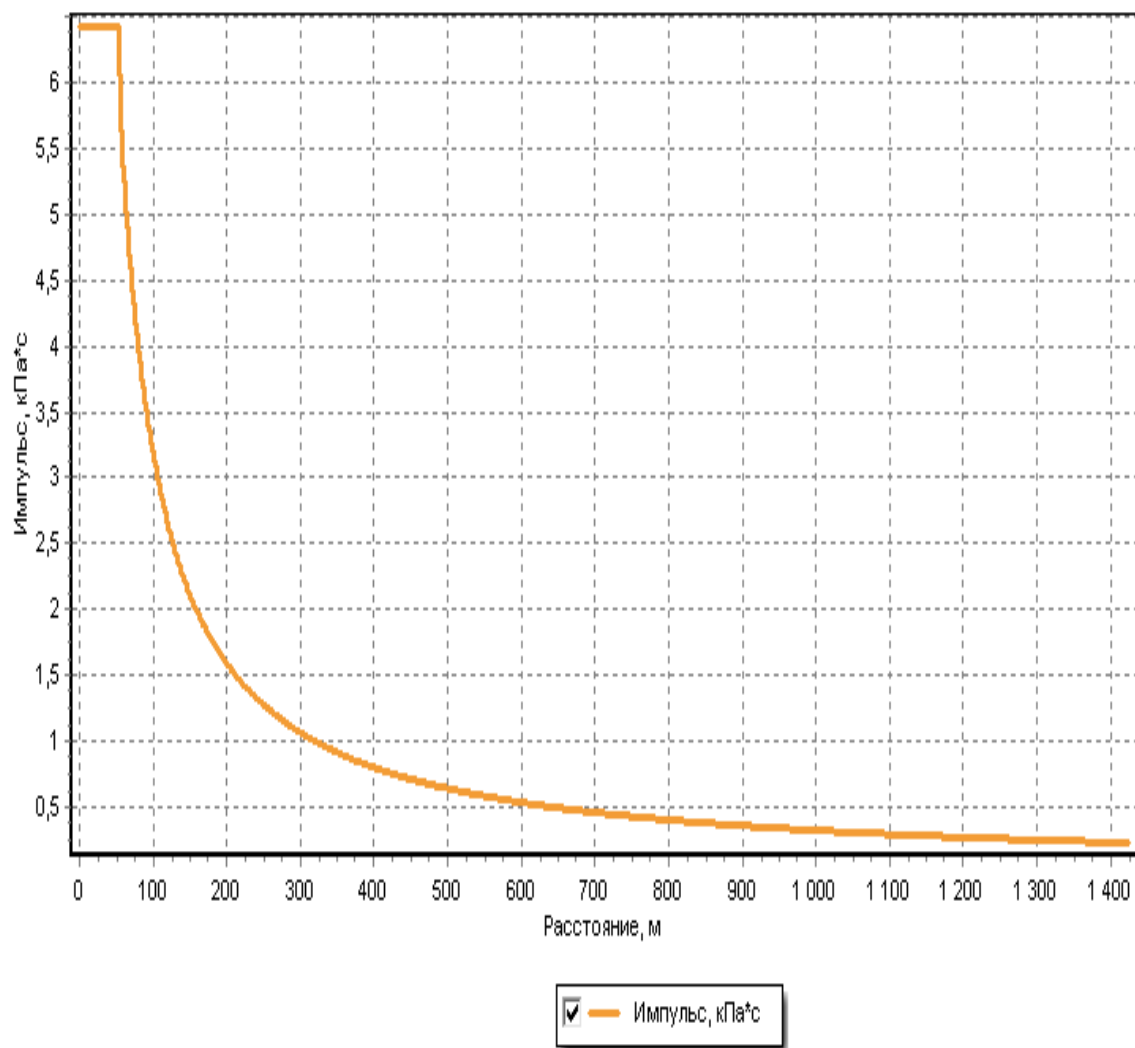


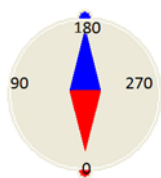
Б.8 – График зависимости избыточного давления от расстояния



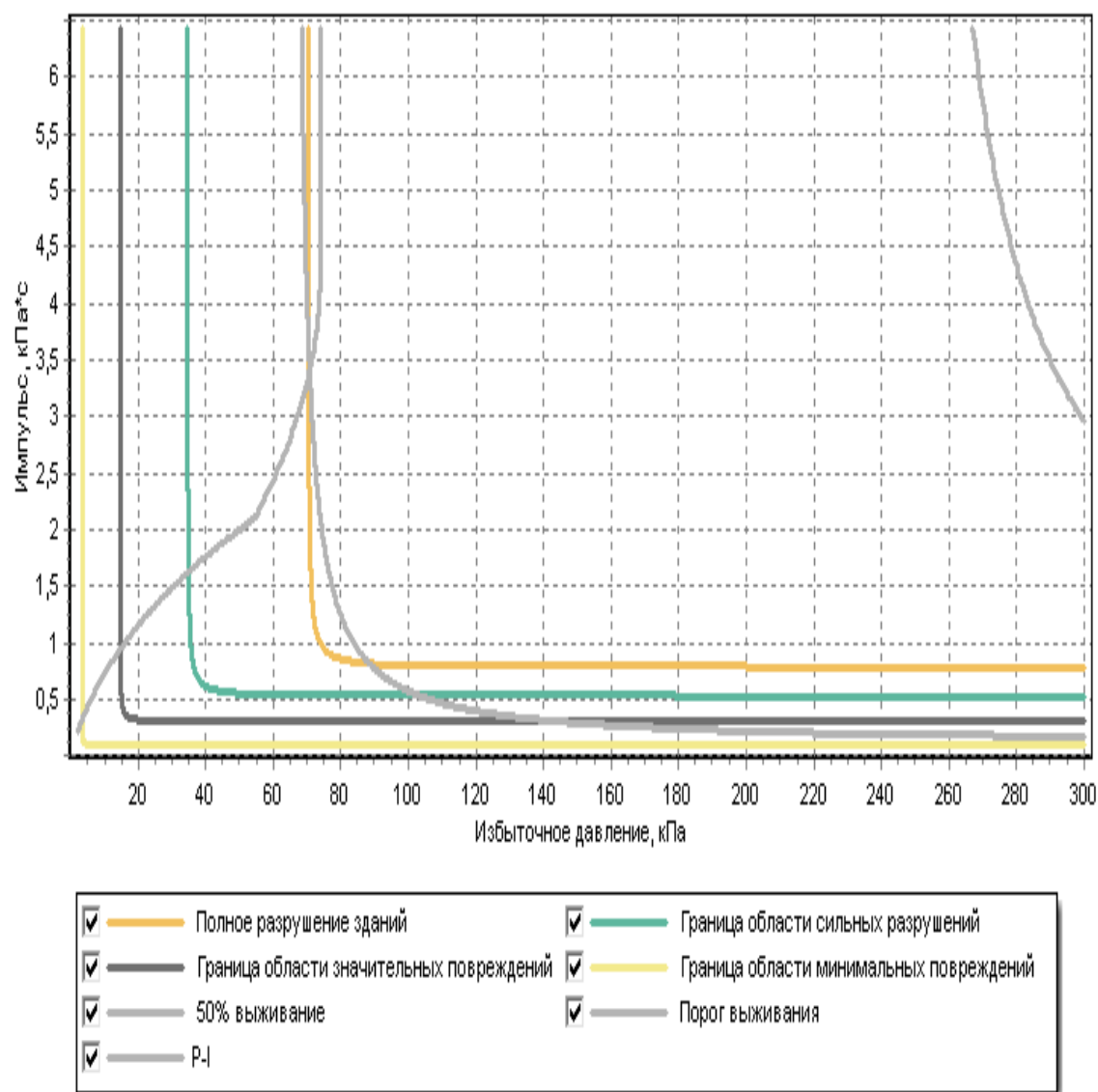


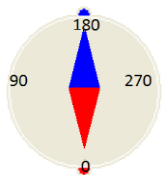
Б.9 – График зависимости импульса от расстояния





Б.10 – Р-І диаграмма





Б.11 – Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС

Протокол модуля

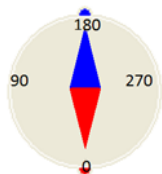
«Оценка числа пострадавших»

Показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов аварии

№ п/п	Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
1.	Операторная налива	5	5	100	Граница области сильных разрушений	160
2.	Операторная налива	5	5	100	Граница области значительных повреждений	160
3.	Операторная налива	5	5	100	Полное разрушение зданий	160
4.	Операторная налива	5	5	100	Полное разрушение остекления	160
5.	Операторная налива	5	5	100	Порог выживания	160
6.	Операторная налива	5	5	100	Граница области сильных разрушений	160
7.	Операторная налива	5	5	100	Граница области значительных повреждений	160
8.	Операторная налива	5	5	100	Полное разрушение зданий	160
9.	Операторная налива	5	5	100	Порог выживания	160
10.	Службно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	0	0	Граница области сильных разрушений	160
11.	Службно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Граница области значительных повреждений	160
12.	Службно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	0	0	Полное разрушение зданий	160
13.	Службно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Полное разрушение остекления	160
14.	Службно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	0	0	Порог выживания	160
15.	Службно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	0	0	Граница области сильных разрушений	160
16.	Службно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	100	Граница области значительных повреждений	160
17.	Службно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	0	0	Полное разрушение зданий	160
18.	Службно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	0	0	Порог выживания	160
19.	Периметр УКПГ	5	2	38	Граница области сильных разрушений	160
20.	Периметр УКПГ	5	5	82	Граница области значительных повреждений	160
21.	Периметр УКПГ	5	2	23	Полное разрушение зданий	160
22.	Периметр УКПГ	5	5	100	Полное разрушение остекления	160

23.	Периметр УКПГ	5	2	22	Порог выживания	160
24.	Периметр УКПГ	5	2	38	Граница области сильных разрушений	160
25.	Периметр УКПГ	5	5	82	Граница области значительных повреждений	160
26.	Периметр УКПГ	5	2	23	Полное разрушение зданий	160
27.	Периметр УКПГ	5	2	22	Порог выживания	160

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

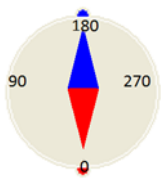


Б.12 – Социальный риск (Диаграмма F-N)

Диаграмма F-N. Группа физических лиц: Персонал

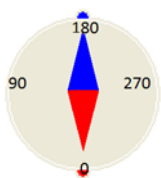
Диаграмма F-N. Группа физических лиц: Персонал	
Количество погибших	Частота, 1/год
1	5,91E-06
2	5,74E-06
3	5,67E-06
4	5,67E-06
5	5,67E-06
6	2,05E-06
7	1,97E-06
8	3,59E-07
9	4,26E-08





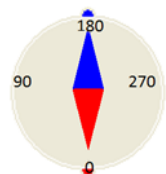
Б.13 – Таблица лиц, попавших в зону действия опасных факторов

№ сценария аварии	Операторная налива	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	Периметр УКПГ	Итого по сценариям
1	5	0	3	8
2	5	0	3	8
3	5	0	3	8
4	5	15	4	24
5	5	15	4	24
6	5	0	3	8
7	5	15	4	24
8	5	15	4	24
9	5	0	3	8
10	0	0	1	1
11	5	0	3	8
12	5	0	2	7
13	5	0	3	8
14	5	0	3	8
15	5	0	2	7
16	5	0	3	8
17	5	0	3	8
18	5	15	4	24
19	1	0	1	2
20	1	0	1	2
21	0	0	1	1
22	1	0	1	2
23	1	0	1	2
24	0	0	1	1
25	1	0	1	2
26	5	15	4	24
27	0	0	1	1
28	1	0	1	2
29	1	0	1	2
30	1	0	1	2
31	1	0	1	2
32	1	0	1	2
33	1	0	1	2
34	1	0	1	2
35	1	0	1	2
36	1	0	1	2
Итого по площадным объектам	104	90	76	



Б.14 – Таблица погибших

№ сценария аварии	Операторная налива	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	Периметр УКПГ	Итого по сценариям
1	5	0	2	7
2	5	0	2	7
3	5	0	2	7
4	5	1	3	9
5	5	1	3	9
6	5	0	2	7
7	5	1	3	9
8	5	1	3	9
9	5	0	2	7
10	0	0	1	1
11	5	0	2	7
12	5	0	2	7
13	5	0	2	7
14	5	0	2	7
15	5	0	2	7
16	5	0	2	7
17	5	0	2	7
18	5	1	3	9
19	1	0	1	2
20	1	0	1	2
21	0	0	1	1
22	1	0	1	2
23	1	0	1	2
24	0	0	1	1
25	1	0	1	2
26	5	1	3	9
27	0	0	1	1
28	1	0	1	2
29	1	0	1	2
30	1	0	1	2
31	1	0	1	2
32	1	0	1	2
33	1	0	1	2
34	1	0	1	2
35	1	0	1	2
36	1	0	1	2
Итого по площадным объектам	104	6	60	



Б.15 – Таблица сценариев аварии

№ сценария аварии	Опасное явление	Состояние оборудования	Оборудование	Площадный объект	Метео	Площадь пролива, м2	Площадь отверстия разгерметизации, м2	Частота сценария, 1/год	Коллективный риск для сценария, 1/год*чел	Индивидуальный риск для сценария, 1/год
1	Пожар-пролива	Рабочее состояние 3	РВС-2000 №1	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	5,36E-07	6,95E-07	1,74E-08
2	Пожар-пролива	Рабочее состояние 1	РВС-2000 №1	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	2,61E-06	3,29E-06	8,23E-08
3	Пожар-пролива	Рабочее состояние 6	РВС-2000 №2	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	2,61E-06	3,36E-06	8,39E-08
4	Пожар-пролива	Рабочее состояние 5	РВС-2000 №2	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	5,36E-07	7,26E-07	1,81E-08
5	Пожар-пролива	Рабочее состояние 5	РВС-2000 №2	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	9,61E-07	1,30E-06	3,25E-08
6	Пожар-пролива	Рабочее состояние 5	РВС-2000 №2	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	2,61E-06	3,35E-06	8,38E-08
7	Пожар-пролива	Рабочее состояние 4	РВС-2000 №2	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	5,36E-07	7,26E-07	1,81E-08
8	Пожар-пролива	Рабочее состояние 6	РВС-2000 №2	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	5,36E-07	7,25E-07	1,81E-08
9	Пожар-пролива	Рабочее состояние 4	РВС-2000 №2	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	2,61E-06	3,35E-06	8,38E-08
10	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 1	РВС-2000 №1	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	1,48E-07	1,57E-10	3,92E-12
11	Пожар-пролива	Рабочее состояние 3	РВС-2000 №1	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	9,61E-07	1,25E-06	3,11E-08
12	Пожар-пролива	Рабочее состояние 3	РВС-2000 №1	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	2,61E-06	3,29E-06	8,21E-08
13	Пожар-пролива	Рабочее состояние 2	РВС-2000 №1	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	5,36E-07	6,96E-07	1,74E-08
14	Пожар-пролива	Рабочее состояние 2	РВС-2000 №1	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	9,61E-07	1,25E-06	3,12E-08
15	Пожар-пролива	Рабочее состояние 2	РВС-2000 №1	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	2,61E-06	3,29E-06	8,22E-08
16	Пожар-пролива	Рабочее состояние 1	РВС-2000 №1	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	5,36E-07	6,96E-07	1,74E-08
17	Пожар-пролива	Рабочее состояние 1	РВС-2000 №1	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	9,61E-07	1,25E-06	3,12E-08
18	Пожар-пролива	Рабочее состояние 4	РВС-2000 №2	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	9,61E-07	1,30E-06	3,25E-08
19	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 3	РВС-2000 №1	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	3,13E-08	3,07E-09	7,68E-11
20	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 6	РВС-2000 №2	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	5,52E-08	5,72E-09	1,43E-10
21	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 6	РВС-2000 №2	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	1,48E-07	1,57E-10	3,92E-12
22	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 5	РВС-2000 №2	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	3,13E-08	2,64E-09	6,61E-11
23	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 5	РВС-2000 №2	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	5,52E-08	5,71E-09	1,43E-10
24	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 5	РВС-2000 №2	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	1,48E-07	1,57E-10	3,92E-12
25	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 4	РВС-2000 №2	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	3,13E-08	2,55E-09	6,37E-11
26	Пожар-пролива	Рабочее состояние 6	РВС-2000 №2	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	9,61E-07	1,30E-06	3,25E-08
27	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 4	РВС-2000 №2	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	1,48E-07	1,57E-10	3,92E-12
28	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 6	РВС-2000 №2	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	3,13E-08	2,24E-09	5,61E-11
29	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 3	РВС-2000 №1	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	5,52E-08	5,61E-09	1,40E-10
30	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 3	РВС-2000 №1	Периметр УКПГ	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	1,48E-07	9,50E-10	2,37E-11
31	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 2	РВС-2000 №1	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	3,13E-08	3,07E-09	7,69E-11
32	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 2	РВС-2000 №1	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	5,52E-08	5,62E-09	1,40E-10
33	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 2	РВС-2000 №1	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	4,91E-04	1,48E-07	4,05E-10	1,01E-11
34	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 1	РВС-2000 №1	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	-	3,13E-08	3,07E-09	7,69E-11
35	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 1	РВС-2000 №1	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	5,52E-08	5,62E-09	1,40E-10
36	Горизонтальный факел	Рабочее состояние 4	РВС-2000 №2	Операторная налива	С3, 3.6 м/с, 10°C	1680	7,85E-03	5,52E-08	5,71E-09	1,43E-10
Итого по объекту									3,19E-05	7,97E-07

Б.16 – Количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам и ситуационный план аварийной ситуации



Протокол модуля
«Анализ риска»

17 мая 2016

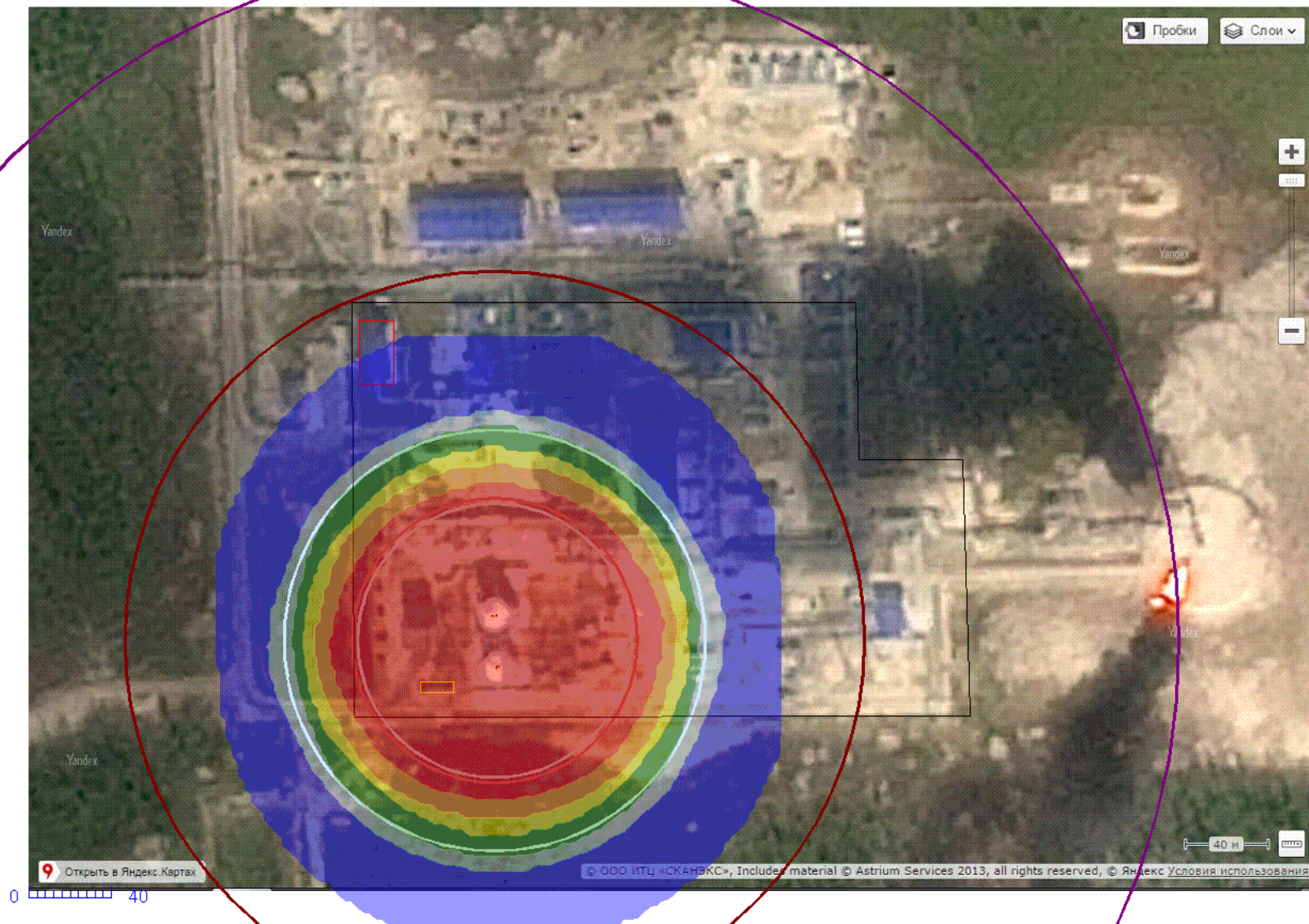
Количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам¹

Группа физических лиц *Персонал*

№ п/п	Наименование слоя	Число одновременно находящихся людей	Число рискующих	Кэф. присутствия	Коэффициенты защищенности от			Коллективный риск, чел/год	Индивидуальный риск, 1/год
					токсики	взрывов	гермического воздействия		
1.	Операторная налива	5	5	0.23	0.00	0.00	0.00	2.84E-005	5.68E-006
2.	Служебно-эксплуатационный блок (СЭБ)	30	30	0.23	0.00	0.00	0.00	1.22E-007	4.08E-009
3.	Периметр УКПГ	5	5	0.08	0.00	0.00	0.00	3.36E-006	6.71E-007
Итого		40	40	0.18	0.00	0.00	0.00	3.2E-005	8.0E-007

¹ Примечание: число пострадавших в слое приведено к ближайшему целому (в большую сторону)

Ситуационный план аварийной ситуации:



№	уровень	цвет	интервал
1	1.000 e-09		1.000E-009 - 4.130E-006
2	4.130 e-06		4.130E-006 - 8.259E-006
3	8.259 e-06		8.259E-006 - 1.239E-005
4	1.239 e-05		1.239E-005 - 1.652E-005
5	1.652 e-05		1.652E-005 - 2.065E-005
6	2.065 e-05		2.065E-005 - 2.477E-005