

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



Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность  
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Оценка риска и расчет последствий аварии в блоке №3 (узел выдачи жидкого аммиака) на КАО «Азот»</b>

УДК 614.8:661.53.001.24:004.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г41	Мирланбек уулу Женишбек		

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
Ассистент 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 – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе  
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

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

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

Институт	Юргинский технологический институт
Направление	Техносферная безопасность
Профиль	Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра	Безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой БЖДЭиФВ  
 \_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
17Г41	Мирланбек уулу Женишбек

Тема работы:

Оценка риска и расчет последствий аварии в блоке №3 (узел выдачи жидкого аммиака) на КАО «Азот»

Утверждена приказом директора (дата, номер) 30.01.2018 г. № 9

Срок сдачи студентами выполненной работы: 09.06.2018 г.

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Наименование опасного вещества: аммиак Объем резервуара 6 10000 м <sup>3</sup> Параметры окружающего пространства: Температура воздуха: 273 К Класс устойчивости атмосферы: Изотермия - D Скорость ветра на высоте 10 метров: 5 м/с Давление в оборудовании 2026500 Па Температура в оборудовании: 243 К Общая масса газообразного ОБ в оборудовании: 1704 кг Масса жидкого ОБ в оборудовании: 612900 кг Температура подстилающей поверхности: 273 К Пролив происходит в обваловку Площадь обвалования: 400 м <sup>2</sup>
<b>Перечень подлежащих</b>	1 проанализировать литературные источники на предмет

<b>исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<p>возможных аварийных ситуаций на ХОО для оценки их потенциальной опасности.</p> <p>2 провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС в блоке №3 (узел выдачи жидкого аммиака) КАО «Азот».</p> <p>3 рассчитать вероятные зоны действия поражающих факторов при реализации сценариев аварийной ситуации в блоке №3.</p> <p>4 составить оперативную часть плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня А–5 блока №3.</p>
---	--

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

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	ассистент каф. ЭиАСУ Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	ассистент каф. БЖДЭиФВ Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	ассистент каф. БЖДЭиФВ Романенко Василий Олегович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	15.02.2018 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г41	Мирланбек уулу Женишбек		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 84 страниц, 12 рисунков, 21 таблица, 11 формул, 45 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: аварийная ситуация с АХОВ, жидкий аммиак, изотермический резервуар, зоны смертельных поражений, план локализации и ликвидации аварийной ситуации.

Целью выпускной квалификационной работы является расчет химической обстановки сценария развития аварийной ситуации при полной и частичной разгерметизации резервуара с аммиаком для обеспечения оперативности реагирования при локализации и ликвидации ЧС на КАО «Азот».

Задачи:

- проанализировать литературные источники на предмет возможных аварийных ситуаций на ХОО для оценки их потенциальной опасности.
- провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС в блоке №3 (узел выдачи жидкого аммиака) КАО «Азот».
- рассчитать вероятные зоны действия поражающих факторов при реализации сценариев аварийной ситуации в блоке №3.
- составить оперативную часть плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня А–5 блока №3.

## Abstract

Graduation qualification work contains 89 pages, 12 drawings, 21 tables, 11 formulas, 45 source, 3 applications.

Key words: emergency situation from ahov, liquid ammonia, isothermal reservoir, zones of death legal disorders, plan of localization and elimination of the emergency situation.

The goal of the final qualifying work is the calculation of the chemical situation of the scenario of the development of the emergency situation when the reservoir with ammonia is completely and partially depressurized in order to ensure the promptness of the response when localizing and eliminating emergencies at KJSC Azot.

### Tasks:

- analyze literature sources for possible emergencies in the CSO to assess their potential hazard.
- carry out an analysis of emergencies and assess the risk of occurrence of emergencies in the block number 3 (liquid ammonia dispensing unit) of KJSC «Azot».
- calculate the probable zones of action of the damaging factors in the implementation of the emergency scenarios in the block number 3.
- to compile the operational part of the plan for localization and elimination of emergency situations at level A-5 of Block No.3.

## Нормативные документы, обозначения, сокращения

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.005-88. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

ГОСТ Р 50779.21-96. Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным.

ГОСТ 12.1.044-89. Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.

ГОСТ Р 51901.13-2005 Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей.

ГОСТ 6221-90 Аммиак безводный сжиженный с изм. №1. Технические условия.

В работе использовались следующие сокращения:

ПБ – пожарная безопасность;

ФПС – федеральная противопожарная служба;

ГПС – государственная противопожарная служба;

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

НАСФ – нештатное аварийно-спасательное формирование;

АВХ – изолирующий воздушно-дыхательный аппарат;

ХОО – химически опасный объект;

ЦТА – цех транспортировки аммиака;

МТХ – малотоннажная химия.

## Оглавление

	С.
Введение	10
1 Обзор литературы	11
1.1 Краткая характеристика химически опасных объектов	11
1.2 Химическая промышленность Кузбасса	13
1.3 Статистика аварий на ХОО и анализ причин их возникновения	15
1.3.1 Перечень аварий с аммиаком, имевших место на аналогичных объектах	16
1.4 Разработка план локализации и ликвидации аварийных ситуаций	20
2 Описание предприятия	23
2.1 Краткая географическая и социально-экономическая характеристика КОО «Азот» и оценка возможной обстановки на его территории	23
2.1.1 Краткая географическая характеристика КОО «Азот»	23
2.1.2 Сведения о природно-климатических условиях в районе расположения промышленного объекта	23
2.1.3 Размеры и границы территории	24
2.1.4 Краткое описание предприятия	24
2.1.5 Производство продукции КОО «Азот» за 2017 г.	25
2.2 Краткая характеристика опасности технологического блока № 3	27
2.2.1 Блок № 3 (узел выдачи I жидкого аммиака корп. 683/1)	27
2.2.2 Краткая характеристика отделения жидкого аммиака цеха транспортировки аммиака (ЦТА) производства малотоннажной химии (МТХ)	27
2.2.3 Степень опасности и характер воздействия веществ на организм человека, индивидуальные средства защиты	29
2.2.4 Список инструмента, материалов, приспособлений и средств индивидуальной защиты, находящихся в аварийных шкафах корпуса 683/1	30
2.2.5 Табель технического оснащения нештатного аварийно-спасательного формирования (НАСФ), создаваемого из числа производственного персонала цеха транспортировки аммиака	31
2.2.6 Перечень возможных сценариев развития аварийных ситуаций уровня «А» в блоке № 3 с указанием основных причин их возникновения	31
2.2.7 Анализ условий возникновения и динамики развития аварийных ситуаций в блоке №3 опасного объекта	33
3 Расчет химической обстановки при разгерметизации изотермического резервуара	41
3.1 Оценка вероятности реализации аварийных ситуаций и сценариев их дальнейшего развития в блоке № 3 опасного объекта	41
3.2 Определение количества опасных веществ, участвующих в создании	45



поражающих факторов при реализации сценариев аварийной ситуации в блоке № 3 опасного объекта	
3.3 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов при реализации сценариев аварийной ситуации в блоке №3 опасного объекта	46
3.4 Ситуационный план аварийной ситуации и основные опасности технологического блока №3	47
3.5 Перечень наиболее значимых факторов, влияющих на показатели риска и оценка уровня опасности технологического блока №3	49
3.6 Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации на стадии А – 5	53
3.7 Оперативная часть плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня «А» блока №3	54
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	56
4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной на Кемеровском АО «Азот» расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий	56
4.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии	57
4.1.2 Расчет затрат на оплату труда ликвидаторов аварии	58
4.1.3 Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших	59
4.1.4 Расчет затрат на топливо и горюче-смазочные материалы	61
4.1.5 Расчет затрат на амортизацию используемого оборудования и технических средств	62
4.2 Расчет величины социального ущерба	63
4.3 Определение величины экономического ущерба	64
5 Социальная ответственность	66
5.1 Описание рабочего места оператора блока №3 (узел выдачи жидкого аммиака) КАО «Азот» на предмет возникновения вредных и опасных производственных факторов	66
5.2 Анализ выявленных вредных факторов	67
5.2.1 Шум	67
5.2.2 Вибрация	70
5.3 Анализ выявленных опасных факторов	71
5.4 Охрана окружающей среды	72
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
Заключение	74
Список используемых источников	76
Приложение А	80
Приложение Б	83
Приложение В	84

## Введение

Среди чрезвычайных ситуаций техногенного характера аварии на химически опасных объектах занимают одно из важнейших мест.

Растет ассортимент применяемых в промышленности, сельском хозяйстве и быту химических веществ. Некоторые из них токсичны и вредны. При проливе, или выбросе в окружающую среду способны вызвать массовые поражения людей, животных, приводят к заражению воздуха, почвы, воды, растений. Их называют аварийно-химически опасными веществами (АХОВ). Определенные виды АХОВ находятся в больших количествах на предприятиях, их производящих или использующих в производстве. В случае аварии может произойти поражение людей не только непосредственно на объекте, но и за его пределами, в ближайших населенных пунктах.

Поэтому, на сегодняшний день актуальным становится мероприятия по защите, прогнозирование и ликвидации последствий аварий с выбросом АХОВ на предприятиях химической промышленности. Особое внимание нужно уделить планам локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС), при помощи ПЛАСа появляется возможность отследить условия возникновения, а также динамику развития аварийных ситуаций и выявить более частые причины сбоев как в пределах одного предприятия, так и при помощи анализа аварий на подобных предприятиях.

## 1 Обзор литературы

### 1.1 Краткая характеристика химически опасных объектов

Зарождение производства химических веществ относится к ранним стадиям развития человеческого общества. Еще задолго до нашей эры в Китае, Индии, Египте и Греции вырабатывались металлы, краски, керамические изделия, и только в более позднюю эпоху химические производства появились в Западной Европе.

На протяжении многих веков химические производства были совершенно лишены научной основы, и уровень их развития определялся искусством людей, овладевших практическими приемами производства. М.В. Ломоносовым были написаны труды по многим разделам химических технологий, им основана первая химическая лаборатория (1748 г.) и организовано производство высококачественных изделий из стекла и фарфора.

Разнообразными были древнерусские химические промыслы. Добыча и варка соли, изготовление напитков, выделка кож, изготовление керамических и стекольных изделий, пороха и красок, лекарственных препаратов – таков далеко не полный перечень химических производств, известных на территории России с глубокой древности.

В начале XX века в дореволюционной России в составе химической промышленности выделялись: производство кислот, солей, щелочей (основная химия), синтетических красителей, лаков и красок, фармацевтических препаратов, продуктов лесохимии, взрывчатых веществ и резины.

Именно это время можно назвать крупномасштабным началом развития химического производства и строительства химических предприятий, в дальнейшем химически опасных объектов, в России.

Химическое производство – совокупность процессов и операций,

осуществляемых в машинах и аппаратах и предназначенных для переработки сырья путем химических превращений в необходимые продукты.

Требования к химическому производству:

- получение в производстве необходимого продукта;
- экологическая безопасность;
- безопасность и надежность эксплуатации;
- максимальное использование сырья и энергии;
- максимальная производительность труда.

Химически опасный объект (ХОО) – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества при аварии, на котором или при разрушении, которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных, растений, а также окружающей природной среды [2].

К химически опасным объектам относятся:

- заводы и комбинаты химических отраслей промышленности, а также отдельные установки (агрегаты) и цеха, производящие и потребляющие АХОВ;
- заводы (комплексы) по переработке нефтегазового сырья;
- производства других отраслей промышленности, где используются АХОВ (целлюлозно-бумажной, текстильной, металлургической, пищевой и др.);
- железнодорожные станции, порты, терминалы и склады на конечных (промежуточных) пунктах перемещения АХОВ;
- транспортные средства (контейнеры и наливные поезда, автоцистерны, речные и морские танкеры, трубопроводы и т.д.).

При этом АХОВ могут быть как исходным сырьем, так и промежуточными, а также конечными продуктами промышленного производства.

Аварийные выбросы аварийно-химически опасных веществ (АХОВ) могут произойти при повреждениях и разрушениях емкостей при хранении,

транспортировке или переработке. Кроме того, некоторые нетоксичные вещества в определенных условиях (взрыв, пожар) в результате химической реакции могут образовать АХОВ. В случае аварии происходит не только заражение приземного слоя атмосферы, но и заражение водных источников, продуктов питания, почвы [2].

## 1.2 Химическая промышленность Кузбасса

Большой масштаб развития химической промышленности в Кузбассе начался после окончания второй мировой войны.

Кемеровская область имеет широкий спектр техногенных источников опасности, приводящих к возникновению ЧС. К таким источникам можно отнести 75 химически опасных объектов, расположенных в городах и районах области, а также крупные железнодорожные узлы и станции Транссибирской магистрали, проходящей через Кемеровскую область.

Наибольшую опасность в городе Кемерово представляют предприятия химической промышленности, такие как ООО «ПО «Химпром», ОАО «Азот», ЗАО Фирма «Токем» [1].

Кемеровское ОАО «Азот». Решение о строительстве Новокемеровского химического комбината было принято Советом Народных комиссаров СССР в апреле 1945 года. Почти 11 лет строились цеха комбината, складские помещения, подъездные дороги, железнодорожные пути. Предприятие комплектовалось инженерно-техническими работниками – выпускниками Томского политехнического и Казанского химико-технологического институтов, Кемеровского химического техникума, аппаратчиками – первыми выпускниками ГПТУ-3.

5 ноября 1956 года были получены первые тонны химической продукции в цехе 638.

В 1958–1969 гг. – открылись цеха слабой азотной кислоты, аммиачной селитры, кристаллического карбамида, серной кислоты, по производству

уротропина и формалина. Налажено производство аммиака и метанола по схеме газификации кокса, получены углеаммонийные соли, первые партии ионообменной смолы АВ-17-8 и сульфамиды, чистые смолы.

1962 г. – завод произвел первые тонны одного из главных видов продукции – капролактама. Спустя 4 года введена в эксплуатацию вторая очередь производства аммиака и метанола.

1980–1985 гг. – период коренной реконструкции и технического перевооружения. Предприятие переведено на новую сырьевую базу – природный газ. На этой основе построены два крупнотоннажных агрегата аммиака мощностью 450 тысяч тонн в год каждый.

1975г. – Новокемеровский химкомбинат преобразован в КПО «Азот», который в 1993 г. стал акционерным обществом открытого типа.

1998г. – предприятие вошло в состав холдинга «СИБУР».

В декабре 2011г. в составе компании «СДС Азот» Кемеровское ОАО «Азот» стало одним из предприятий ЗАО ХК «Сибирский Деловой Союз».

Сегодня Кемеровское ОАО «Азот» – одно из крупнейших предприятий химической отрасли России, единственный за Уралом производитель минеральных удобрений для аграрного комплекса, взрывчатки для угледобывающих предприятий, капролактама для химической промышленности, продукции органического синтеза для производителей пластмасс и красителей. Качество продукции КАО «Азот» хорошо известно потребителям в России, Западной Европе, Америке, странах Азиатско-Тихоокеанского региона.

Кемеровское ОАО «Азот» – это мощный производственный комплекс, который состоит из 50 основных и вспомогательных цехов. Предприятие стабильно работает и динамично развивается, ежегодно реализуя насыщенные инвестиционные программы по модернизации оборудования и техническому переоснащению, внедрению новейших технологий для

повышения качества продукции и безопасности производства, снижения негативного воздействия на окружающую среду [5].

Предприятие вырабатывает в качестве товарных продуктов минеральные удобрения: аммиачную селитру с кондиционирующей магниальной добавкой марки А и Б, карбамид (мочевина) марки А и Б, сульфат аммония, аммиак: жидкий технический марки А и Б и водный технический марки А и Б; жидкая углекислота; соли углеаммонийные марки А и Б, карбонаты аммония (пищевая добавка Е503), кислоту азотную;

В таблице 1 представлен перечень производств и цехов, имеющих АХОВ на Кемеровском ОАО «Азот».

Таблица 1 – Перечень производств и цехов, имеющих АХОВ на Кемеровском ОАО «Азот»

Наименование опасного производства	№ корпуса	Наименование АХОВ	Максимально возможное, т	Максимальная единичная емкость, м <sup>3</sup>	Высота обваловки	Условия хранения
Производство МТХ	684/1,6 84/2	Аммиак	17600	13211	13 м 14м	Изотермическое
Производство МТХ	637	Аммиак	600	90	Нет	Сжатый под давлением 16 атм.
Цех МТХ	863	Диметил-амин	400	80	Заглублена	Под давлением 6 атм.
Цех карбамида	А9060	Соляная кислота	150	80	Нет	Объем поддона 11 м <sup>3</sup>

Основным веществом, которое используется на предприятии, является аммиак.

### 1.3 Статистика аварий на ХОО и анализ причин их возникновения

Перечень аварий, имевших место на аналогичных объектах, производящих минеральные удобрения и имеющие в обращении большие количества аммиака и вспомогательных химических веществ, представлен

частной выборкой ЧС, произошедших за рубежом, на территории СССР и Российской Федерации в период с 1989 г. по 2008 г. представлен в подпункте 1.3.1 и в приложении А.

### 1.3.1 Перечень аварий с аммиаком, имевших место на аналогичных объектах

В г. Иваново 20.03.89 г. произошел мгновенный выброс жидкого аммиака на предприятии ПО «Азот» из изотермического хранилища жидкого аммиака. Авария привела к мгновенному, выбросу 7000 тонн сжиженного аммиака в окружающую среду. В результате аварии резервуар был оторван от днища и отброшен в сторону на удаление 25 м. При падении резервуара оказались разрушенными и железобетонный стакан, и эстакада с трубопроводами, среди которых надо трубопровод с природным газом. Возник сильный пожар, пламя от которого поднималось в начальной фазе на несколько десятков метров. От пожара на месте изотермического хранилища произошло возгорание склада с нитрофоской, был поврежден трубопровод с природным газом. Возник сильный пожар, пламя от которого поднималось в начальной фазе на несколько десятков метров. От пожара на месте изотермического хранилища произошло возгорание склада с нитрофоской, находившего на удалении 50 м. На складе было около 24000 тонн нитрофоски. Количество аммиака в первичном облаке составило около 70–90 тонн, последующая скорость испарения аммиака была около 14 т/ч. Наиболее интенсивное поступление аммиака в атмосферу имело место в первые 12 часов (время испарения озера аммиака), а поступление оксидов азота от разложения нитрофоски – в течение первых суток (более 90 %). Распространение паров аммиака и продуктов термического разложения нитрофоски произошло на 30–35 км, образовав зону заражения площадью 400 км<sup>2</sup>. При этом на расстоянии до 5 км облако имело высоту 100 м, на



расстоянии 10 км – до 400 м, 20 км – до 800 м. В результате аварии пострадали 57 человек и погибли 7 человек;

01.02.2005 на предприятии ОАО «Хакасский рыбокомбинат» произошел выброс аммиака. ОАО «Хакасский рыбокомбинат». На аммиачно-холодильной установке из-за повреждения трубного пучка конденсатора произошел выброс аммиака в атмосферы. Пострадавших нет;

20.09.2005 в Молокозавод г. Озерск. Взрыв паров аммиака. Молокозавод г. Озерск. Порядка двухсот килограммов аммиака вырвалось из компрессорной установки холодильного отделения. Выброс 200 кг аммиака в атмосферу. Никто из работников не пострадал;

12.07.2006 ОАО «Южно-Сахалинский рыбозавод». Произошел выброс аммиака. Красовский рыбоконсервный завод-филиал ОАО «Южно-Сахалинский рыбозавод». В аммиачном холодильнике разрушилось резиновое сальниковое уплотнение нагнетательного вентиля аммиачного компрессора, в результате чего произошел неконтролируемый выброс смеси жидкого и газообразного аммиака. Выброс аммиака в пределах помещения. Госпитализирован один человек;

06.09.2007 в Самарский хладокомбинат № 1 произошел пожар на АХУ. На Самарском хладокомбинате № 1 произошел пожар на компрессорной аммиачной станции. Горела кровля и утеплитель компрессорной аммиачной станции. Площадь возгорания составила 10 кв.м.

Новомосковское ПО «Азот» Выброс аммиака. Неправильное проведение ремонта. Во время ремонта при вскрытии крышки вентиля на линии аммиака произошел выброс газа. Выброс аммиака в пределах помещения. Погиб аппаратчик.

Щекинское АО «Азот». Выброс аммиака. Произошел выброс аммиака через разрушенную крышку цилиндра компрессора, при переходе с одного компрессора на другой. Считается, что авария, в результате которой погиб аппаратчик, произошла из-за грубого нарушения технологической дисциплины. Два оператора получили отравление.

Березниковское ПО «Азот. Выброс аммиака. В результате падения груза разгерметизировался газопровод высокого давления. Несмотря на оперативную отсечку аварийного трубопровода, произошел выброс жидкого аммиака порядка 1 тонны. Выход в атмосферу 1 тонны аммиака. Распространение по территории завода. Зона загазованности составляла 170–200 м. На момент аварии в зоне находились 222 человека. Интоксикацию получили 15 человек, из них 5 смертельную.

Хладокомбинат города Новороссийска. Выброс аммиака. В результате разгерметизации трубопровода образовалась значительная загазованность территории. Значительная загазованность территории. Пострадало 16 человек

Райпотребсоюз г. Омска. Выброс аммиака. В результате разгерметизации трубопровода образовалась значительная загазованность территории. Значительная загазованность территории. Пострадавших – 13 человек.

Ленинский ОРПО (Минпищепрома РФ) г. Москва. Выброс аммиака. На холодильнике Ленинского ОРПО в г. Москве в результате разрушения крышки сальника компрессора произошла утечка аммиака. Авария была быстро локализована; серьезно пострадавших не было. Выброс аммиака в пределах помещения. Пострадавших нет

Анализ сведений об известных авариях на объектах, позволяет отметить некоторые общие закономерности их возникновения и развития.

Причины возникновения аварий условно можно объединить в три основные группы:

- разрушение (разгерметизация) технологического оборудования и арматуры;
- ошибки, запаздывание, бездействие персонала в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера.

За последний период времени аварий на химически опасных предприятиях произошло 47, погибло 33 человека, 130 человек получили травмы различной степени тяжести.

Анализ основных причин аварий, происшедших в резервуарных парках, позволил выделить следующие взаимосвязанные группы ЧС, вызванные:

- отказами (неполадками) оборудования (21 %);
- ошибочными действиями персонала (38 %);
- внешними воздействиями природного и техногенного характера (4 %).
- разгерметизация (разрыв) хранилища (37 %).

На рисунке 1 представлены основные причины аварий

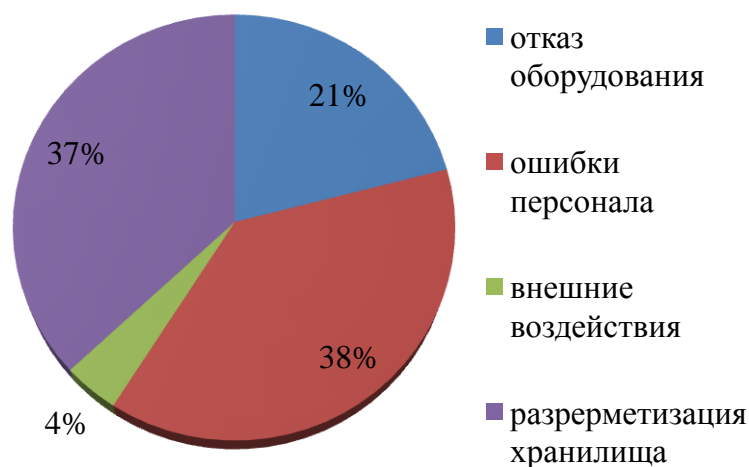


Рисунок 1 – Основные причины аварий

Масштабы последствий этих аварий носят самый разнообразный характер, и могут быть от локальных до катастрофических.

Несмотря на определенный прогресс, достигнутый в последние годы на химическом производстве, химически опасные объекты остаются одними из наиболее опасных объектов [6].

Опасность возникновения аварийных ситуаций оценивается тяжестью причиняемого ущерба, который зависит от того, как проявляется авария: в виде взрывов и пожаров, в виде хрупких разрушений или локальных отказов резервуаров. Как показывает практика, аварии на химически опасных объектах в большинстве случаев сопровождаются значительными потерями АХОВ, отравлением местности и гибелью людей. Поэтому есть основания считать, что на сегодняшний день вопрос обеспечения надежности химического производства остается до конца нерешенным.

Для разработки мероприятий, позволяющих предотвратить аварии, необходимо опираться на анализ произошедших аварий, который представляет собой практический интерес: изучения причин возникновения, последствий и разработка мероприятий по предотвращению ЧС.

Во избежание подобных аварийных ситуаций разрабатывается план локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

#### 1.4 Разработка план локализации и ликвидации аварийных ситуаций

План локализации и ликвидации аварийных ситуаций (далее ПЛАС) разрабатывается на химически и взрывопожароопасные промышленные объекты, на которых вероятны аварии с выбросами токсичных и взрывопожароопасных веществ, взрывами в производственных помещениях, в аппаратуре, и в наружных установках, которые, в свою очередь, могут привести к поражению людей, разрушению технологического оборудования, сооружений, зданий, нанести вред окружающей природной среде.

ПЛАС предусматривает необходимые меры и действия персонала по предупреждению аварийных ситуаций и аварий, по их ликвидации, локализации, исключению отравлений, воспламенения, взрывов или максимальному снижению их тяжести.

Цель разработки ПЛАС заключается в:

- прогнозировании вариантов возникновения и дальнейшего развития аварийных ситуаций;

- установлении степени готовности предприятия к локализации и устранению аварийных ситуаций;

- планировании слаженных действий производственного персонала предприятия и аварийно-спасательных формирований по ликвидации и локализации аварийных ситуаций;

- разработке мероприятий, повышающих противоаварийную защиту и снижающих масштабы последствий;

- оценке достаточности принятых по предупреждению возникновения аварийных ситуаций мер;

- расчете зон действия поражающих факторов.

План локализации и ликвидации аварийных ситуаций должен содержать:

- расчетно-пояснительную записку с подробным анализом опасности вероятных аварийных ситуаций на объекте;

- оперативную часть, включающую краткую характеристику опасности объекта, мероприятия по защите персонала и действиям по ликвидации и локализации аварийных ситуаций;

- титульный лист.

ПЛАС подлежит пересмотру и уточнению при изменении аппаратного оформления, технологии, метрологического обеспечения технологических процессов, по предписанию Ростехнадзора, после аварии, как минимум один раз в 5 лет.

Учитывая необходимость проведения оценки опасностей и анализа риска, разработку ПЛАС проводят специалисты, обладающие опытом разработки деклараций промышленной безопасности.

При разработке ПЛАС следует руководствоваться законодательной базой и следующими документами:

- РД 09-536-03 «Методические указания о порядке разработки плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на химико-технологических объектах»;

- федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116 – ФЗ от 21.07.97 г. (ст. 10);

- ПБ 09-540-03 Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (п. 2.8);

- приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору «Об утверждении порядка осуществления экспертизы промышленной безопасности планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на взрывоопасных, пожароопасных и химически опасных производственных объектах и требований к оформлению заключения данной экспертизы» №1005 от 15 ноября 2006 г. [7].

## 2 Описание предприятия

2.1 Краткая географическая и социально-экономическая характеристика КОО «Азот» и оценка возможной обстановки на его территории

### 2.1.1 Краткая географическая характеристика КОО «Азот»

Кемеровское ОАО «Азот» находится в пределах северной окраины Кузнецкого Каменноугольного бассейна. Площадка предприятия граничит с западной окраиной города Кемерово. Расстояние от площадки КОО «Азот» до русла реки Томь около 20 км. Река замерзает в ноябре, вскрывается в конце апреля, начале мая месяца. Рельеф окружающего района всхолмленный, расчлененный, со значительно развитой гидрографической сетью.

Поверхность района расположения КОО «Азот» имеет резко выраженный общий уклон в северном направлении в сторону реки Томь. Древесная растительность в пределах долины реки почти отсутствует, водораздельные пространства покрыты смешанными лесами [5].

Территория предприятия незатопляемая. Землетрясения, сели, оползни, лавины для данной местности нехарактерны.

2.1.2 Сведения о природно-климатических условиях в районе расположения промышленного объекта

Климат региона континентальный с резкими неблагоприятными метеорологическими проявлениями времени года. Зима продолжительная (ноябрь-март) суровая с сильными морозами. В зимнее время возможны ураганные ветры, сопровождающиеся обильными снегопадами и снежными заносами. Ветер преимущественно юго-западный.

Кузбасс находится в седьмой зоне сейсмоактивности в соответствии с Федеральной картой микрорайонирования (ОСР-97).

Согласно СНиП 2.01.01-82 климатический район г. Кемерово – 1 В

Температура наружного воздуха:

- среднегодовая – минус 0,4 °С;
- абсолютная минимальная – минус 55 °С;
- абсолютная максимальная – плюс 38 °С.

Исходя из географических, климатических особенностей на территории предприятия возможно возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера:

- в зимнее время возможны снежные заносы и обледенения, ураганные ветры, которые могут привести к временной остановке производства, нарушению движения авто- и железнодорожного транспорта по внутрипроизводственным путям;

- независимо от времени года возможны землетрясения антропогенного характера, пожары, аварии, связанные с выбросом и разливом АХОВ, ЧС космогенного характера.

### 2.1.3 Размеры и границы территории

Кемеровское открытое акционерное общество «Азот» расположено в 6,5 км от центра города, занимает площадь 250 га.

Территория застроена многоэтажными производственными и служебно-бытовыми зданиями и наружными установками, в которых размещены различные химические цеха и производства. Плотность застройки составляет 33 %.

### 2.1.4 Краткое описание предприятия

В восточной части промплощадки расположены:



- цех производства МТХ, цех № 7, заводоуправление, цех КИПиА, центральная лаборатория, цех электроснабжения.

В южной и юго-восточной части расположены:

- отделение по производству аммиачной воды, цех аммиачной селитры (№ 13), цех складского хозяйства.

В западной части промплощадки расположены:

- ЗАО «Капролактан-Кемерово», управление железнодорожного транспорта, базисные склады бензола, мазута.

В северной части промплощадки расположены:

- цех кальцинированной соды (печи сжигания), изотермические емкости для хранения жидкого аммиака ЦТА, химводоподготовка, цеха аммиак-1, аммиак-2.

В центральной части промплощадки расположены: производство малотоннажной химии и цеха: слабой азотной кислоты (№15), карбамида, угле аммонийных солей (№9).

Кроме названных производств имеются отдельные технологические цеха.

#### 2.1.5 Производство продукции КОО «Азот» за 2017 г

В таблице 3 указана производимое продукции в год.

Таблица 3 – Перечень продукции, производимой на КОО «Азот» за 2017 год

Наименование	Производство 2017 год, млн. т.
Аммиак	1,1
Азотных удобрений	2,2
Капролактан	0,115

Краткое описание транспортных путей:

- железнодорожный транспорт;

- автомобильный транспорт.

Железнодорожный транспорт. По территории промплощадки проходят ж/д пути общей протяженностью 80 км, с выходом на станции Ишанова и Предкомбинат.

Суточная возможность по перевозке грузов составляет 9000 т (150 вагонов).

Железнодорожным транспортом перевозится большая часть грузов, представляющих опасность для людей и территории.

Автомобильный транспорт.

Автомобильный парк КОО «Азот» и ООО «Азот-Автотранс» включает в себя:

- легковой – 37 единиц (6 – А-А, 26 – аренда, 5 – Азот);
- автобусы – 48 единицы (4 – А-А, 34 – аренда, 10 – Азот);
- самосвалы – 20 единиц (18 – аренда, 2 – Азот);
- автомобиль связи и оповещения – 4 единицы;
- грузовые автомобили – 58 единицы (бортовые: 3 – А-А, 24 – аренда, 14 – Азот; фургоны: 7 – аренда, 8 – Азот);
- седельные тягачи – 7 единиц; (1 А-А, 6 – аренда);
- санитарный автомобиль – 3 единицы;
- автопогрузчик – 4 единицы.

Инженерная техника предприятия:

- бульдозеры – 2 единицы;
- экскаваторы – 9 единиц (2 – аренда, 7 – Азот);
- погрузчики – 8 единиц (2 – А-А, 2 аренда, 4 – Азот);
- а/краны – 13 единиц (2 – А-А, 7 – аренда, 4 – Азот);
- буроям – 1 единица;
- а/вышки – 7 единиц (2 – А-А, 3 – аренда, 2 – Азот);
- топливозаправщики – 2 единицы (аренда).

## 2.2 Краткая характеристика опасности технологического блока № 3

### 2.2.1 Блок № 3 (узел выдачи I жидкого аммиака корп. 683/1)

Аварийные ситуации в зависимости от масштаба определяются уровнем аварийных ситуаций («А», «Б», «В»):

- на уровне «А» аварийная ситуация характеризуется развитием в пределах одного блока объекта (цеха), являющегося структурным подразделением организации;

- на уровне «Б» аварийная ситуация характеризуется переходом за пределы одного блока объекта (цеха) и развитием ее в пределах организации;

- на уровне «В» аварийная ситуация характеризуется развитием и выходом за пределы территории организации, возможностью воздействия поражающих факторов на население близлежащих населенных пунктов и другие организации (объекты), а также окружающую природную среду.

### 2.2.2 Краткая характеристика отделения жидкого аммиака цеха транспортировки аммиака (ЦТА) производства малотоннажной химии (МТХ)

Отделение жидкого аммиака предназначено для подготовки оперативных запасов жидкого аммиака с целью стабилизации работы цехов, потребляющих аммиак.

Отделение жидкого аммиака введено в эксплуатацию совместно с агрегатом АМ-70 (цех Аммиак-1) в 1979 г. в составе одного изотермического резервуара позиция 1 вместимостью 8600 т и аммиачно-холодильных установок цикла хранения (рис. 2).

Проекты изотермического резервуара  $V = 20000 \text{ м}^3$  и газгольдера постоянного давления  $V = 400 \text{ м}^3$  разработаны Центральным научно-исследовательским институтом «Проектстальконструкция», г. Москва.

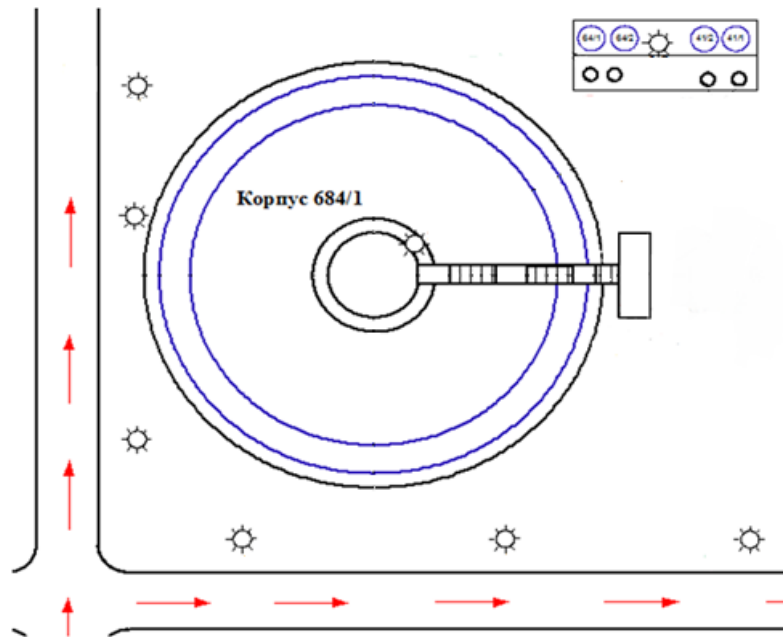


Рисунок 2 – Изотермический резервуара позиция 1

В 1984 г. при вводе агрегата аммиака АМ-76 (цех Аммиак-2) отделение расширилось по проекту Новомосковского филиала ГИАП.

В 1987 г. отделение расширилось по проекту Новомосковского филиала ГИАП с установкой второго изотермического резервуара позиция 101 вместимостью 9000 т (рис. 3).

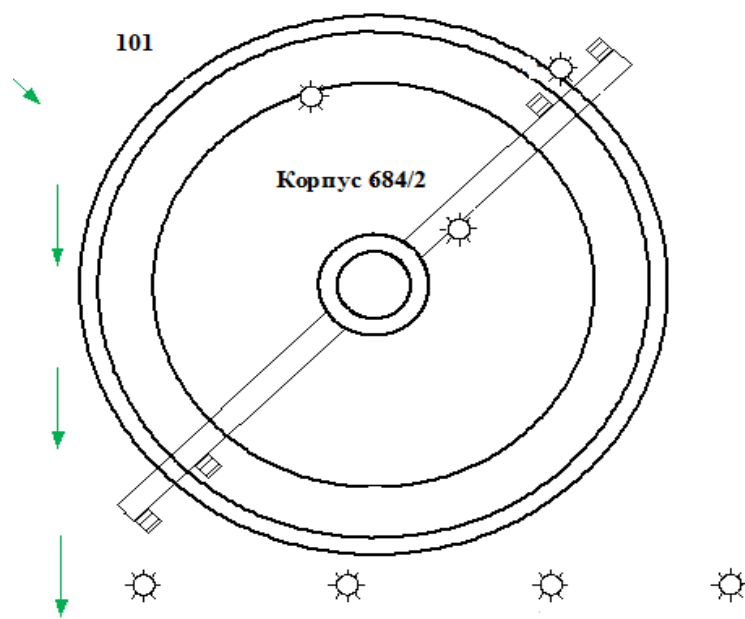


Рисунок 3 – Изотермический резервуара позиция 101

Проектная вместимость отделения жидкого аммиака без учета вместимости вспомогательного оборудования составляет 17600 т. Производительность узла выдачи корпуса 683/1 с подогревом жидкого аммиака в корпус 637 составляет 60 т/ч (без учета резервного подогревателя и насоса жидкого аммиака) [27].

### 2.2.3 Степень опасности и характер воздействия веществ на организм человека, индивидуальные средства защиты

Опасным веществом, обращающимся в блоке, является:

Аммиак – токсичное вещество с удушливым резким запахом, класс опасности – 4.

ПДК в воздухе рабочей зоны – 20 мг/м<sup>3</sup>.

Эмпирическая формула – NH<sub>3</sub>.

Коррозионен.

Газообразный аммиак вызывает острое раздражение слизистых оболочек, слезотечение, удушье, боли в желудке, рвоту, резкие расстройства дыхания и кровообращения, в ближайшие часы смерть может наступить от сердечной слабости или остановки дыхания, чаще смерть наступает через несколько часов или дней после отравления.

Обязательная защита кожи и глаз.

Возможен химический ожог глаз и верхних дыхательных путей, жидкий аммиак также вызывает сильные ожоги; при хронических отравлениях – значительные сдвиги высшей нервной деятельности, в жировом и белковом обмене, кроветворении [9].

Меры первой помощи: при отравлении через дыхательные пути – свежий воздух, вдыхание теплых водяных паров с добавлением уксуса или лимонной кислоты, пить теплое молоко с боржомом или с содой, при удушье – кислород, при нарушениях или остановке дыхания – искусственное дыхание, камфара, кофеин, успокаивающие средства (настойка валерианы,

бромиды); пораженную кожу промыть водой, наложить примочки из 3/5 % раствора уксусной или лимонной кислоты; при попадании жидкого аммиака в глаза их промывают большим количеством воды или 0,5/1,0 % раствором квасцов (вазелиновое или оливковое масло закапывать в нос).

Методы перевода вещества в безвредное состояние: поглощение паров аммиака распыленной водой.

Средства индивидуальной защиты: фильтрующий промышленный противогаз с коробкой марки «КД» или противогаз с фильтром ДОТ-600 (А2В2Е2К2Р3), защитные очки и перчатки из щелочестойкой резины, защитный костюм и фартук, для защиты рук от обмороживания – утепленные резиновые перчатки, для защиты ног в зимних условиях – валенки с галошами или войлочные сапоги с резиновой окантовкой на подошве или прорезиненная обувь, а в летний период – ботинки.

Количество опасного вещества в блоке составляет 8610 т аммиака.

Количество вещества, участвующего в создании поражающих факторов для наиболее опасного по своим последствиям сценария аварийной ситуации составляет 4176,643 т аммиака.

2.2.4 Список инструмента, материалов, приспособлений и средств индивидуальной защиты, находящихся в аварийных шкафах корпуса 683/1

Таблица 4 – Перечень приспособлений и средств индивидуальной защиты, находящихся в аварийных шкафах корпуса 683/1

Наименование	Количество, шт.	Место расположения
Костюм х/б	3	Аварийный шкаф. Корпус 683/1
Белье нательное	3 комплекта	
Костюм прорезиненный	2	
Рукавицы противокислотные	3 пары	
Перчатки резиновые	4 пары	

Продолжение таблицы 4

Сапоги резиновые	3 пары	-
Простынь х/б	1	
Противогаз ПШ-1	2 комплекта	
Монтажный пояс	2	
Прокладки из паронита, толщиной 2 / 3 мм, разные	по 2	
Ключи омедненные разные	13	
Заглушки разные	5	
Молоток	2	
Зубило	2	

2.2.5 Табель технического оснащения нештатного аварийно-спасательного формирования (НАСФ), создаваемого из числа производственного персонала цеха транспортировки аммиака

Оснащение нештатного аварийно-спасательного формирования представлена в таблице – 5.

Таблица 5 – Оснащения нештатного аварийно-спасательного формирования

Герметичный защитный костюм	2	Для защиты от аммиака, оказывающего поражающее воздействие через кожу и дыхательные пути
Изолирующий воздушно-дыхательный аппарат (АВХ)	2	

2.2.6 Перечень возможных сценариев развития аварийных ситуаций уровня «А» в блоке № 3 с указанием основных причин их возникновения

Аварийная ситуация А – 1. Разгерметизация арматуры, фланцевых соединений, трубопровода выдачи жидкого аммиака в цех Карбамид на наружной установке корп. 683/1.

Коррозионный, физический износ. Механическое повреждение. Ошибки производственного персонала. Выход технологических параметров за критические значения. Внешнее воздействие природного или техногенного характера.

Аварийная ситуация А–2. Разгерметизация арматуры, фланцевых соединений, трубопровода жидкого аммиака из узла выдачи I на узел приёма I на наружной установке корп. 683/1.

Коррозионный, физический износ. Механическое повреждение. Ошибки производственного персонала. Выход технологических параметров за критические значения. Внешнее воздействие природного или техногенного характера.

Аварийная ситуация А–3. Разгерметизация изотермического резервуара жидкого аммиака поз. 1 с выбросом аммиака в окружающую среду.

Коррозионный, физический износ. Механическое повреждение. Ошибки производственного персонала. Выход технологических параметров за критические значения. Внешнее воздействие природного или техногенного характера. Попадание теплого жидкого аммиака в нижнюю часть резервуара.

Аварийная ситуация А–4. Разгерметизация насоса поз. 41/1, 2, 64/1, 2.

Коррозионный, физический износ. Механическое повреждение. Ошибки производственного персонала. Выход технологических параметров за критические значения. Внешнее воздействие природного или техногенного характера.

Аварийная ситуация А–5. Разгерметизация крышки подогревателя жидкого аммиака поз. 33/1, 2.

Коррозионный, физический износ. Механическое повреждение. Ошибки производственного персонала. Выход технологических параметров за критические значения. Внешнее воздействие природного или техногенного характера [14].



## 2.2.7 Анализ условий возникновения и динамики развития аварийных ситуаций в блоке № 3 опасного объекта

Для каждой возможной стадии развития аварийных ситуаций уровня «А» в блоке №3 отделения жидкого аммиака выполнен анализ условий возникновения и динамики их развития, проведена оценка возможных последствий, определены оптимальные средства предупреждения и локализации аварийных ситуаций.

Стадия аварийной ситуации А–1. Наименование аварийной ситуации: Разгерметизация арматуры, фланцевых соединений, трубопровода выдачи жидкого аммиака в цех Карбамид на наружной установке корп. 683/1.

При каких условиях возможна аварийная ситуация:

- коррозионный, физический износ;
- механическое повреждение;
- ошибки производственного персонала;
- выход технологических параметров за критические значения;
- внешнее воздействие природного или техногенного характер;

Возможное развитие аварийной ситуации:

- образование пролива аммиак;
- образование токсичного облака аммиака на территории и предприятия;
- интоксикация персонала парами аммиака.

Основные принципы анализа условий возникновения аварийной ситуации: Оценка коррозионных свойств аммиака. Сбор данных о скорости коррозии и износа. Проверка соответствия материала трубопроводов, арматур, фланцевых соединений, защитного покрытия, уплотнительных материалов требованиям нормативов и проектной документации. Оценка наличия условий для механического повреждения трубопроводов от внешних и внутренних источников воздействия. Проверка надежности и правильности крепления трубопроводов, арматуры. Проверка навыков обслуживающего

персонала.

Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации:

Способы предупреждения:

- своевременное диагностирование трубопроводов;
- своевременный и качественный планово-предупредительный ремонт арматуры;
- своевременная замена изношенных и не соответствующих нормативам трубопроводов и арматуры;
- применение эффективного защитного покрытия;
- контроль технологических параметров приборами КИПиА.

Наличие автоматической системы непрерывного контроля аммиака в воздухе рабочей зоны.

Средства предупреждения:

- сигнализация;
- предохранительные клапана на оборудовании;
- оперативная система связи;
- пожарные извещатели.

Способы локализации и ликвидации:

- дистанционная остановка насосов выдачи жидкого аммиака из ЦПУ;
- прекращение выдачи аммиака;
- отсечение блока (участка трубопровода) запорной арматурой;
- сброс давления;
- осаждение (гашение) аммиачного облака водой;
- исключение источников зажигания;
- освобождение аварийного трубопровода от аммиака.

Средства локализации и ликвидации:

- электрозадвижки, отсекающий, запорная арматура с ручным управлением;
- насос ПХВ для подачи воды пожарным кранам;

- первичные средства пожаротушения;
- блокировки.

Исполнители и порядок действий при локализации и ликвидации аварийной ситуации.

Определены в оперативной части плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня А блока № 3 отделения жидкого аммиака.

Стадия аварийной ситуации А–2.

Наименование аварийной ситуации: разгерметизация арматуры, фланцевых соединений, трубопровода жидкого аммиака из узла выдачи I на узел приёма I на наружной установке корп. 683/1.

При каких условиях возможна аварийная ситуация:

- коррозионный, физический износ;
- механическое повреждение;
- ошибки производственного персонала;
- выход технологических параметров за критические значения;
- внешнее воздействие природного или техногенного характера.

Возможное развитие аварийной ситуации:

- образование пролива аммиака.
- образование токсичного облака аммиака на территории предприятия.
- интоксикация персонала парами аммиака.

Основные принципы анализа условий возникновения аварийной ситуации: Оценка коррозионных свойств аммиака. Сбор данных о скорости коррозии и износа. Проверка соответствия материала трубопроводов, арматур, фланцевых соединений, защитного покрытия, уплотнительных материалов требованиям нормативов и проектной документации. Оценка наличия условий для механического повреждения трубопроводов от внешних и внутренних источников воздействия. Проверка надежности и правильности крепления трубопроводов, арматуры. Проверка навыков обслуживающего персонала.

Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации

аварийной ситуации:

Способы предупреждения:

- своевременное диагностирование трубопроводов;
- своевременный и качественный планово-предупредительный ремонт арматуры;
- своевременная замена изношенных и не соответствующих нормативам трубопроводов и арматуры;
- применение эффективного защитного покрытия;
- контроль технологических параметров приборами кип;
- наличие автоматизированной системы управления (асу);
- наличие автоматической системы непрерывного контроля аммиака в воздухе рабочей зоны.

Средства предупреждения:

- сигнализация;
- автоматизированная система управления технологическим процессом (асу);
- оперативная система связи;
- предохранительные клапана на оборудовании;
- пожарные извещатели.

Способы локализации и ликвидации:

- дистанционная остановка насосов выдачи жидкого аммиака из цпу.
- прекращение выдачи аммиака;
- отсечение блока (участка трубопровода) запорной арматурой;
- сброс давления;
- осаждение (гашение) аммиачного облака водой;
- исключение источников зажигания;
- освобождение аварийного трубопровода от аммиака.

Средства локализации и ликвидации:

- электрозадвижки, отсекающий, запорная арматура с ручным управлением;

- насос пхв для подачи воды пожарным кранам;
- первичные средства пожаротушения;
- блокировки.

Исполнители и порядок действий при локализации и ликвидации аварийной ситуации.

Определены в оперативной части плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня А блока №3 отделения жидкого аммиака.

Стадия аварийной ситуации А–3.

Наименование аварийной ситуации:

Разгерметизация изотермического резервуара жидкого аммиака поз. 1 с выбросом аммиака в окружающую среду.

При каких условиях возможна аварийная ситуация:

- коррозионный, физический износ;
- механическое повреждение;
- ошибки производственного персонала;
- выход технологических параметров за критические значения;
- внешнее воздействие природного или техногенного характера;
- попадание теплого жидкого аммиака в нижнюю часть резервуара.

Возможное развитие аварийной ситуации:

- образование пролива аммиака в железобетонном ограждении или разрушение ограждения;
- образование токсичного облака аммиака на территории предприятия;
- интоксикация персонала парами аммиака;
- выход токсичного облака аммиака за территорию предприятия;
- интоксикация населения парами аммиака.

Определены в оперативной части плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня А блока №3 отделения жидкого аммиака.

Стадия аварийной ситуации А – 4.

Наименование аварийной ситуации:

Разгерметизация насоса поз. 41/1, 2, 64/1, 2.

При каких условиях возможна аварийная ситуация:

- коррозионный, физический износ;
- механическое повреждение;
- ошибки производственного персонала;
- выход технологических параметров за критические значения;
- внешнее воздействие природного или техногенного характера.

Возможное развитие аварийной ситуации:

- образование пролива аммиака;
- образование токсичного облака аммиака на территории предприятия;
- интоксикация персонала парами аммиака.

Основные принципы анализа условий возникновения аварийной ситуации: Оценка коррозионных свойств аммиака. Сбор данных о скорости коррозии и износа. Проверка соответствия материала оборудования требованиям нормативов и проектной документации. Оценка наличия условий для механического повреждения оборудования от внешних и внутренних источников воздействия. Проверка надежности и правильности крепления оборудования. Проверка навыков обслуживающего персонала.

Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации:

Способы предупреждения:

- своевременное диагностирование и экспертиза промышленной безопасности оборудования;
- -своевременный и качественный планово-предупредительный ремонт оборудования;
- своевременная замена изношенного и не соответствующего нормативам оборудования;
- применение эффективного защитного покрытия;
- наличие резервного оборудования;
- контроль технологических параметров приборами кип;
- наличие автоматической системы непрерывного контроля аммиака в

воздухе рабочей зоны.

Средства предупреждения:

- сигнализация;
- предохранительные клапана на оборудовании;
- оперативная система связи;
- пожарные извещатели.

Способы локализации и ликвидации:

- остановка аварийного насоса;
- дистанционная остановка насосов выдачи жидкого аммиака из цпу;
- отсечение блока (аварийного насоса) запорной арматурой;
- сброс давления;
- подача воды к месту разгерметизации;
- исключение источников зажигания;
- освобождение аварийного насоса от продукта.

Средства локализации и ликвидации:

- электродвижке, отсекающий, запорная арматура с ручным управлением;
- насос пхв для подачи воды пожарным кранам;
- первичные средства пожаротушения;
- блокировки.

Исполнители и порядок действий при локализации и ликвидации аварийной ситуации:

Определены в оперативной части плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня А блока №3 отделения жидкого аммиака.

Стадия аварийной ситуации А-5. Наименование аварийной ситуации:

Разгерметизация крышки подогревателя жидкого аммиака поз. 33/1, 2.

При каких условиях возможна аварийная ситуация:

- коррозионный, физический износ;
- механическое повреждение;
- ошибки производственного персонала;

- выход технологических параметров за критические значения;
- внешнее воздействие природного или техногенного характера.

Возможное развитие аварийной ситуации:

- образование пролива аммиака;
- образование токсичного облака аммиака на территории предприятия;
- интоксикация персонала парами аммиака.

Основные принципы анализа условий возникновения аварийной ситуации: оценка коррозионных свойств аммиака. Сбор данных о скорости коррозии и износа. Проверка соответствия материала оборудования требованиям нормативов и проектной документации. Оценка наличия условий для механического повреждения оборудования от внешних и внутренних источников воздействия. Проверка надежности и правильности крепления оборудования. Проверка навыков обслуживающего персонала.

Исполнители и порядок действий при локализации и ликвидации аварийной ситуации:

Определены в оперативной части плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня А блока № 3 отделения жидкого аммиака.

Проанализировав каждую возможную стадию развития аварийных ситуаций уровня «А» в блоке №3 отделения жидкого аммиака и выполнив анализ условий возникновения, динамики, а так же их развития, пришли к выводу о необходимости разработки ситуационного плана наиболее опасного сценария, который не был ранее рассмотрен в плане локализации и ликвидации аварийных ситуаций отделения жидкого аммиака цеха транспортировки аммиака (ЦТА) производства малотоннажной химии (МТХ), т.е. аварийная ситуация с образование токсичного облака аммиака на территории, при условии разгерметизация трубопровода или оборудования с выбросом аммиака [20].



### 3 Расчет химической обстановки при разгерметизации изотермического резервуара

#### 3.1 Оценка вероятности реализации аварийных ситуаций и сценариев их дальнейшего развития в блоке № 3 опасного объекта

Изотермический резервуар представляет собой вертикальную цилиндрическую емкость, состоящую из внутреннего и наружного резервуаров и огороженную снаружи железобетонным кольцом.

Пространство между резервуарами заполнено изоляционными материалами:

- между днищами уложено три слоя из пеностеклоблоков;
- между стенками – маты из стекловолокна и перлит;
- пространство между крышами заполнено перлитом.

Для защиты наружного резервуара от повышения или понижения давления в межстенном пространстве, в зависимости от колебаний температуры и давления наружного воздуха, важно поддерживать в нем небольшое постоянное избыточное давление. Межстенное пространство резервуара заполняются сухим азотом до избыточного давления от 10 до 50 мм водного столба.

Для контроля герметичности внутреннего резервуара предусмотрены места отбора проб газа для анализа из межстенного пространства по всей высоте резервуара и на крыше.

Основываясь на анализе статистической информации, а также используя данные экспертных оценок ведущих специалистов в области промышленной безопасности, рассмотрим возможные аварийные ситуации на изотермическом хранилище аммиака:

- спонтанный отказ, разрушение изотермического хранилища (резервуара с двойной оболочкой) – частота  $1,0 \times 10^{-7}$  1 / Год [11];

- механические повреждения резервуара с двойной оболочкой – частота  $1,0 \times 10^{-5}$  1 / год [12];

- попадание перегретой жидкости («теплого» жидкого аммиака) в изотермическое хранилище и/или переполнение хранилища из-за ошибочных действий персонала, внезапный рост давления в газовом пространстве резервуара до значений превышающих критические, отказ системы сброса давления – частота  $2,5 \times 10^{-5}$  1 / год [5, 12, 13];

- природные экстремальные воздействия (частота  $1,8 \times 10^{-6}$  1 / год), террористические действия (частота  $1,0 \times 10^{-6}$  1 / год).

Учитывая приведенные данные о частотах характерных отказов технологического оборудования, рассчитаем частоту разрушения изотермического хранилища аммиака.

«Дерево неисправностей» изотермического хранилища аммиака приведено на рисунке 4.

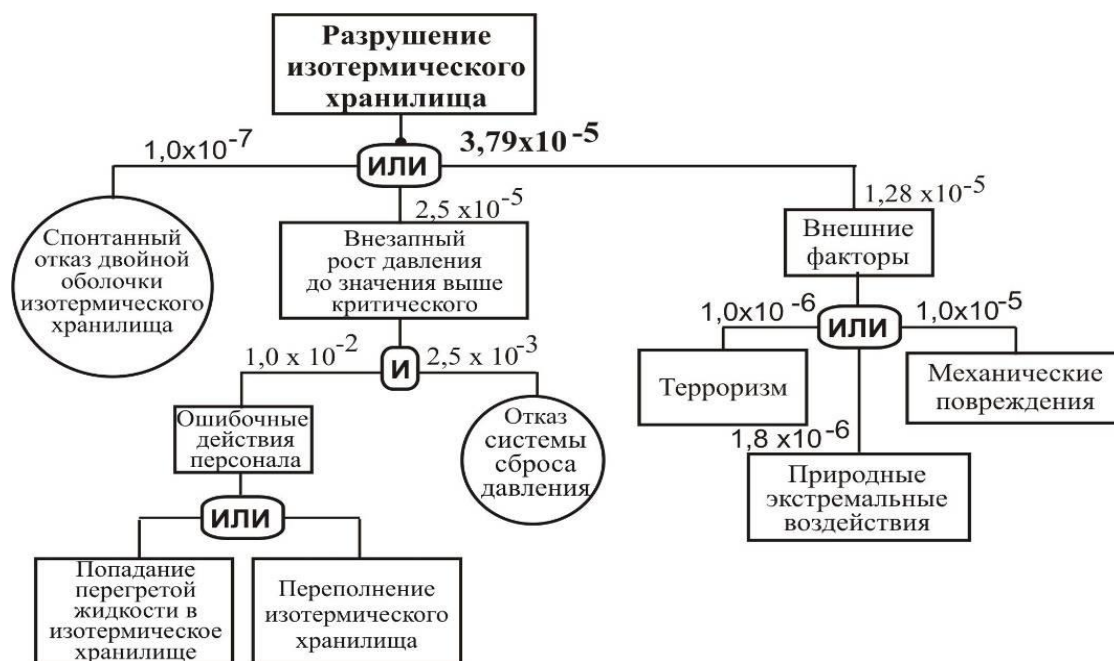


Рисунок 4 – Дерево неисправностей

Вероятности реализации исходных аварийных ситуаций (частота исходного события) в технологическом блоке №3, представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Вероятности реализации аварийных ситуаций в блоке № 3

Стадия аварийной ситуации	Наименование аварийной ситуации	Вероятность реализации аварийной ситуации, 1 / год
A – 1	Разгерметизация арматуры, фланцевых соединений, трубопровода выдачи жидкого аммиака в цех Карбамид на наружной установке корп. 683/1	$3,18 \times 10^{-4}$
A – 2	Разгерметизация арматуры, фланцевых соединений, трубопровода жидкого аммиака из узла выдачи I на узел приёма I на наружной установке корп. 683/1	$3,11 \times 10^{-4}$
A – 3	Разгерметизация изотермического резервуара жидкого аммиака поз. 1 с выбросом аммиака в окружающую среду	$3,79 \times 10^{-5}$
A – 5	Разгерметизация крышки подогревателя жидкого аммиака поз. 33/1, 2	$8,5 \times 10^{-5}$

Вероятности реализации исходных аварийных ситуаций (частота исходного события) в технологическом блоке № 3, представлены на рисунке 5.

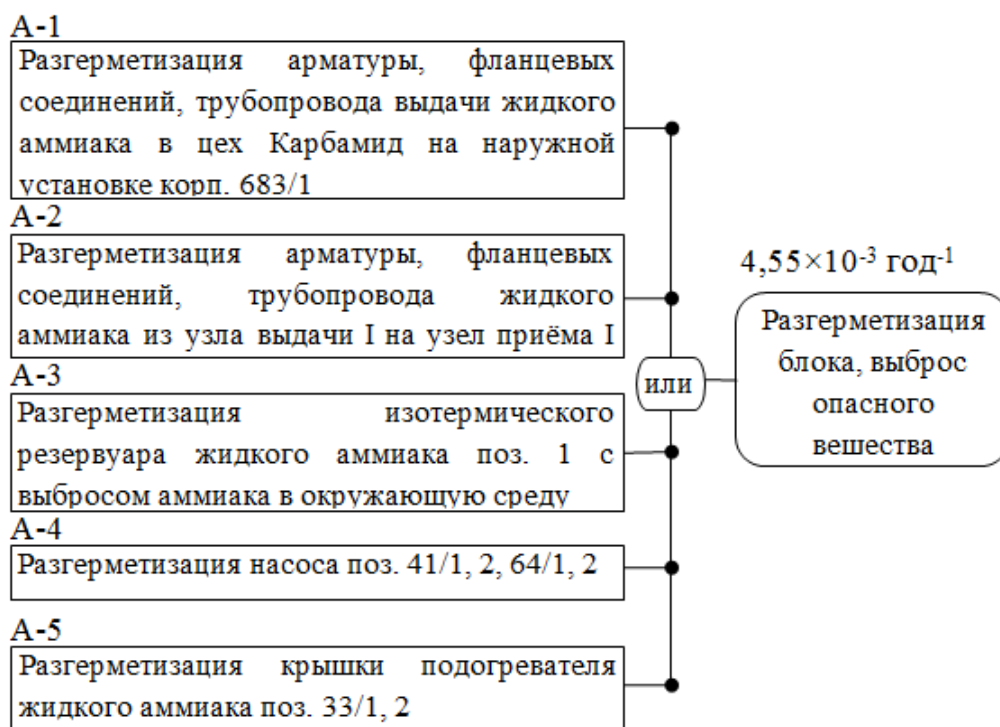


Рисунок 5 – «Дерево неисправностей» технологического блока №3

Используя метод анализа «дерева неисправностей», рисунок 5, определим вероятность разгерметизации (частоту исходного события) технологического блока №3 с выбросом опасного вещества [8].

Выполненные расчеты показали, что частота исходного события (разгерметизация технологического блока №3) при реализации рассматриваемых аварийных ситуаций хотя бы на одном из n рассматриваемых элементов оборудования блока, составляет  $4,5 \cdot 10^{-3}$  год<sup>-1</sup> [7].

Условные вероятности, характеризующие последовательность дальнейшего развития аварийной ситуации в технологическом блоке №3 для рассматриваемых сценариев, определялись с использованием метода анализа «дерева событий», рисунок 6 [9].

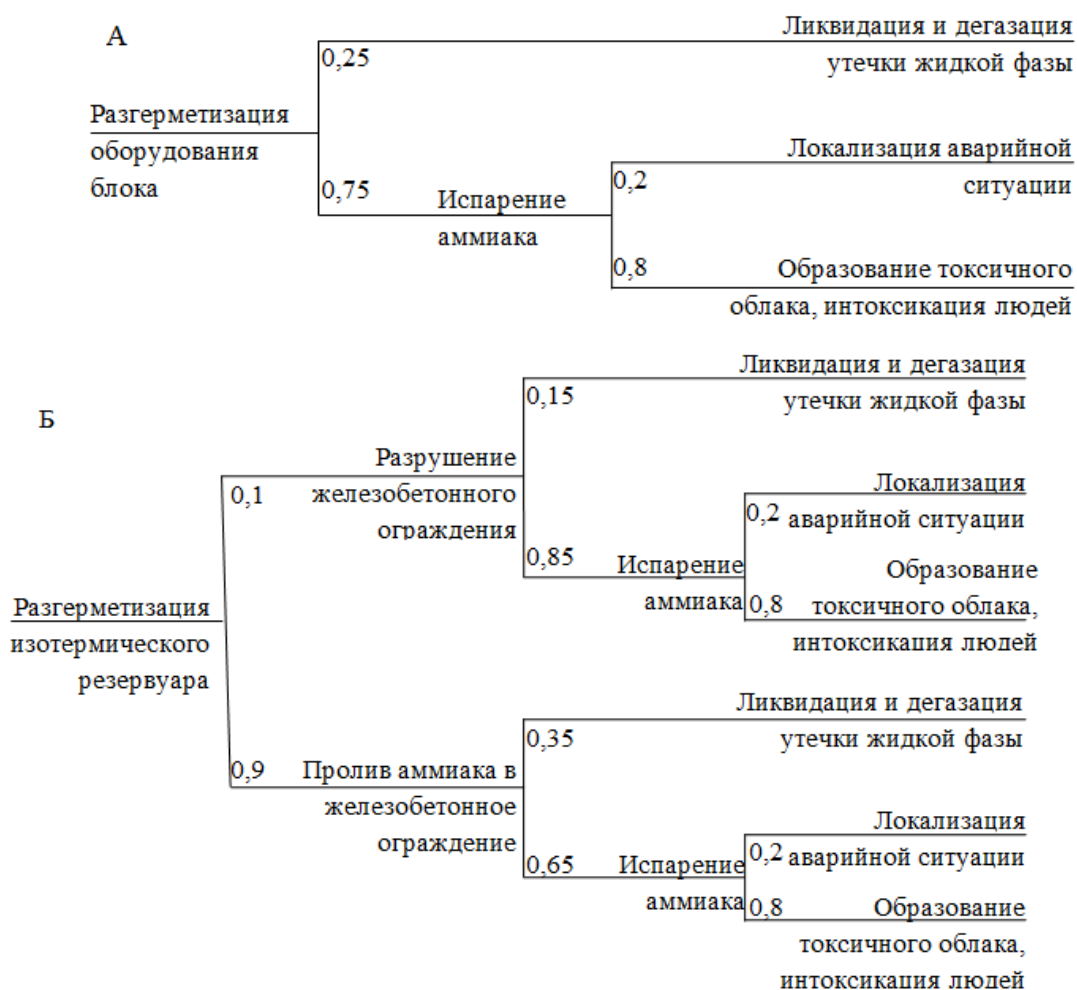


Рисунок 6 – Дерево событий при аварии в технологическом блоке №3:  
 А – Разгерметизация оборудования блока; Б – Разгерметизация изотермического резервуара.

3.2 Определение количества опасных веществ, участвующих в создании поражающих факторов при реализации сценариев аварийной ситуации в блоке № 3 опасного объекта

Данные о количестве опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов при аварийной разгерметизации оборудования технологического блока №3 для наиболее представительных из рассмотренных выше сценариев приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов при реализации сценариев развития аварийной ситуации в блоке №3

Стадия аварийной ситуации	Последствия		Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества, т	
				Участвующего в аварии	Участвующего в создании поражающих факторов
А–5	Образование токсичного облака аммиака на территории	При полном разрушении изотермического резервуара жидкого аммиака с выбросом аммиака в окружающую среду без разрушения железобетонного ограждения	Токсическое поражение	10000	6,15
		При частичном разрушении изотермического резервуара жидкого аммиака с выбросом аммиака в окружающую среду, без разрушения железобетонного ограждения		10000	1,17

### 3.3 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов при реализации сценариев аварийной ситуации в блоке № 3 опасного объекта

Расчеты вероятных зон действия поражающих факторов производился в соответствии с Методическими указаниями по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ РД-03-26-2007, утвержденными Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.12.2007г. № 859.

Сценарий развития аварии А – 5 указан в таблице 8.

Таблица 8 – Сценарий развития аварии А – 5

Аварийные ситуации	Результаты расчета	
	При полной разгерметизации изотермического резервуара жидкого аммиака с выбросом аммиака в окружающую среду без разрушения железобетонного ограждения	При частичной разгерметизации изотермического резервуара жидкого аммиака с выбросом аммиака в окружающую среду без разрушения железобетонного ограждения
Размеры зон поражения (глубина × ширина), м		
Зона смертельных поражений	97 × 10	97 × 40
Зона пороговых поражений	465 × 143	385 × 72

По условиям хранения и при разгерметизации изотермического резервуара жидкого аммиака с выбросом аммиака в окружающую среду, без разрушения железобетонного ограждения определяем тип сценария аварийной ситуации – 3 (согласно РД-03-26-2007). В качестве наихудших условий рассеяния принимается скорость ветра на высоте 10 м – 1 м/с, устойчивость атмосферы – класс F. Выбираем тип подстилающей поверхности, над которой происходит рассеяние – центр малых городов, с характерным размером шероховатости 0,55 м.

- время экспозиции принимаем равным – 30мин;
- масса жидкого фазы – 7700 кг.

### 3.4 Ситуационный план аварийной ситуации и основные опасности технологического блока № 3

Основная опасность технологического блока №3 связана с проявлением поражающего фактора токсичного облака – токсического воздействия – при реализации сценария А–5.

Протокол определения числа пострадавших указан в таблице 9.

Таблица 9 – Протокол определения числа пострадавших людей по направлениям ветра для полного разрушения

Направление ветра, град.	Кол-во пострадавших в зоне порогового поражения ( $0,9 \text{ кг/м}^3 \text{ с}$ )	Кол-во пострадавших в зоне смертельного поражения ( $9,0 \text{ кг/м}^3 \text{ с}$ )
0	13	0
45	10	0
90	5	0
135	10	2
180	10	7
225	6	3
270	17	0
315	5	0

При полном разрушении резервуара с аммиаком максимальное количество пострадавших порогового поражения при 270 град. 29 чел.

При полном разрушении резервуара с аммиаком максимальное количество пострадавших смертельного поражения при 180 град 3 чел.

Ситуационный план наиболее опасного сценария А–5 представлен в приложении А.

Образование токсичного облака аммиака на территории (при разгерметизации изотермического резервуара жидкого аммиака поз. 1 с выбросом аммиака в окружающую среду, с разрушением железобетонного ограждения в блоке №3 отделения жидкого аммиака).

Краткое описание сценария аварии с образованием токсичного облака аммиака на территории при разгерметизации изотермического резервуара

жидкого аммиака с разрушением железобетонного ограждения в блоке №3 отделения жидкого аммиака (рис.7).

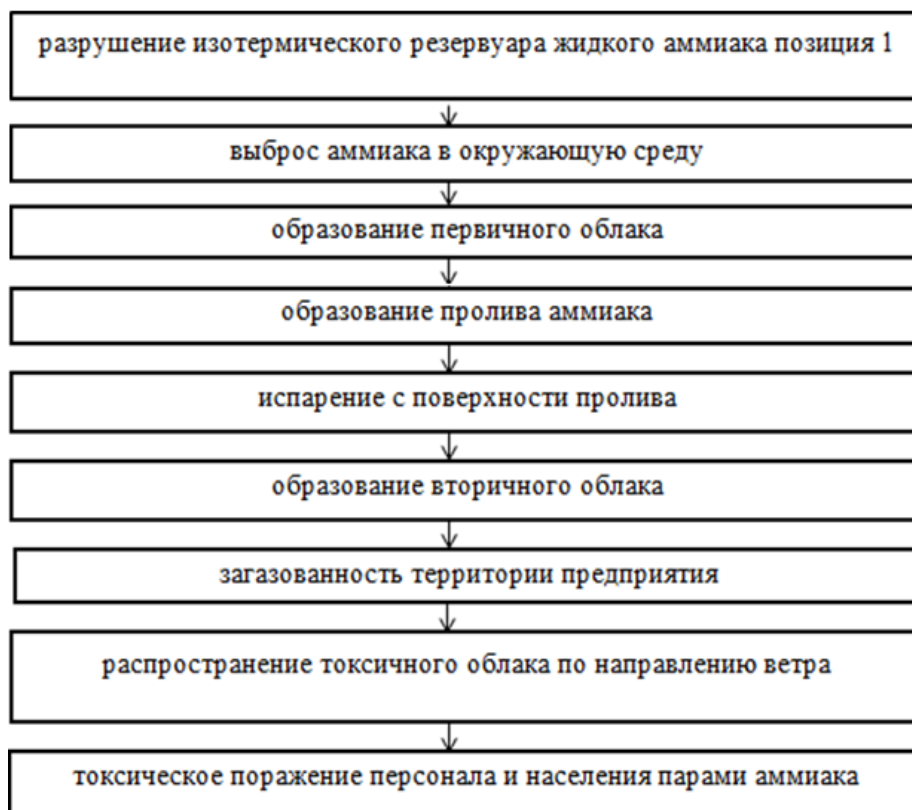


Рисунок 7 – Краткое описание сценария аварии

Таблица 10 – Протокол определения число пострадавших людей по направлении ветра для частичного разрушения

Направление ветра, град.	Кол-во пострадавших в зоне порогового поражения (0,9 кг/м <sup>3</sup> с)	Кол-во пострадавших в зоне смертельного поражения (9, 0 кг/м <sup>3</sup> с)
0	16	0
45	22	0
90	13	0
135	19	1
180	17	3
225	19	0
270	29	0
315	17	0

При полном разрушении резервуара с аммиаком максимальное количество пострадавших смертельного поражения при 180 град 3 чел.



При частичном разрушении резервуара с аммиаком максимальное количество пострадавших порогового поражения при 270 град 17 чел.

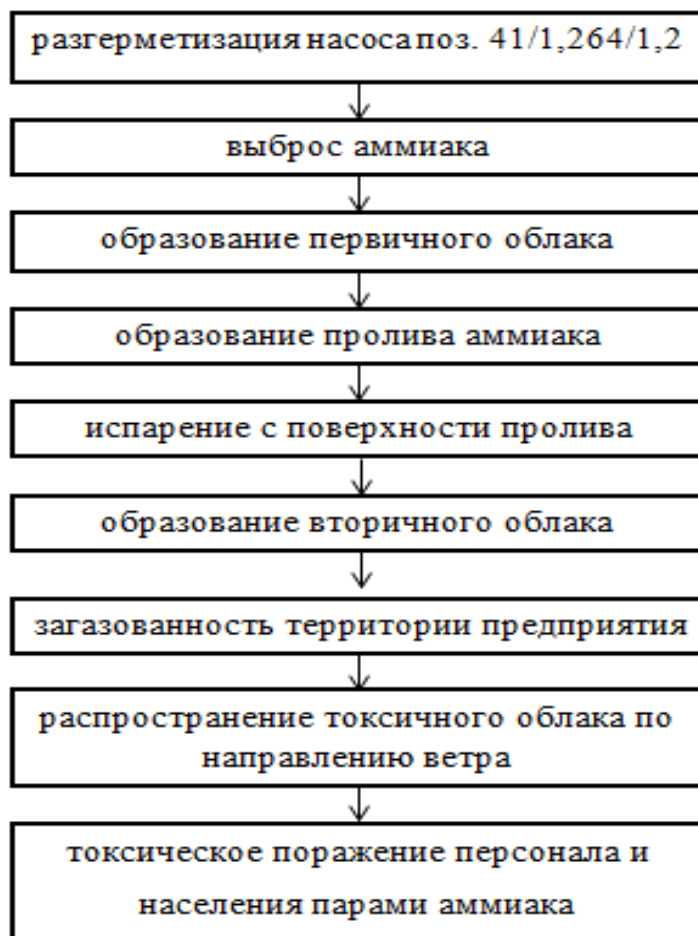


Рисунок 8 – Краткое описание сценария аварии

Размеры зон действия поражающих факторов представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Размеры зон действия поражающих факторов

Зоны поражения	Размеры зон (глубина×ширина), м
Зона смертельных поражений	18×4
Зона пороговых поражений	63×6

3.5 Перечень наиболее значимых факторов, влияющих на показатели риска и оценка уровня опасности технологического блока №3

В качестве наиболее значимых факторов, влияющих на показатели риска блока №3, определены физико-химические, термодинамические и токсикологические свойства аммиака, наличие большой массы аммиака в

единичной емкости, транспортировка аммиака при повышенных значениях давления до 1,85 МПа (изб.), а также количество опасного вещества участвующего в формировании поражающих факторов [23].

Среди основных причин, способствующих возникновению аварий, следует отметить:

- отказы оборудования;
- ошибки персонала;
- внешние воздействия.

Наиболее тяжелые последствия можно ожидать при разрушении изотермического резервуара жидкого аммиака позиция 1 с последующим разрушением железобетонного ограждения на стадии развития аварийной ситуации А – 5, сопровождающейся образованием токсичного облака аммиака и распространением его по направлению ветра, при этом зона летальных поражений человека выходит за пределы предприятия и в случае преобладания северного, северо-восточного, восточного, юго-восточного, южного, юго-западного или западного направлений ветра затрагивает прилегающие жилые территории.

При разгерметизации изотермического резервуара жидкого аммиака позиция 1 без разрушения железобетонного ограждения с выбросом аммиака, образованием токсичного облака и распространением его по направлению ветра (сценарий А–5) зона летальных поражений человека выходит за пределы отделения жидкого аммиака и затрагивает соседние корпуса и технологические блоки цехов КАО «Азот». Зона пороговых поражений человека в случае преобладания северо-восточного, восточного или юго-восточного направлений ветра выходит за пределы предприятия и затрагивает прилегающие жилые территории. Следовательно, при реализации сценария А–5 аварийная ситуация перейдет на уровень «Б», а в случае преобладания северо-восточного, восточного или юго-восточного направлений ветра – на уровень «В». В этом случае потенциальный риск гибели третьих лиц составляет  $2,32 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ .

В блоке № 3 наиболее вероятным является образование токсичного

облака аммиака на территории и распространение его по направлению ветра при разгерметизации резервуара, (сценарий А – 6) с выбросом аммиака. Зона летальных поражений человека выходит за пределы технологического блока №3 и затрагивает соседние технологические блоки отделения жидкого аммиака. Зона пороговых поражений человека выходит за пределы отделения жидкого аммиака и затрагивает соседние корпуса и технологические блоки цехов КОО «Азот». Исходя из данных и ситуационного плана, представленного в приложении следует, что аварийная ситуация на стадии А – 6 перейдет на уровень «Б».

Краткое описание возможного сценария перехода аварийных ситуаций в блоке №3 на уровень «Б» приведено в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты анализа состояния опасности технологического блока № 3

Сценарий	Стадия аварийной ситуации	Развитие сценария	Максимальный радиус зоны поражения, м	Технический риск аварии, год <sup>-1</sup>
Наиболее опасный	А – 5	При полном разгерметизации изотермического резервуара жидкого аммиака с выбросом аммиака в окружающую среду	32	$2,58 \times 10^{-6}$
Наиболее вероятный		При частичном разгерметизации изотермического резервуара жидкого аммиака с выбросом аммиака в окружающую среду	75	$2,28 \times 10^{-3}$

Результаты выполненного анализа состояния опасности технологического блока №3 обобщены и представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Краткое описание сценария перехода аварийных ситуаций в блоке №3 на уровень «Б»

Сценарий	Описание сценария
<p style="text-align: center;">А – 5 → Б</p> <p>Образование токсичного облака аммиака на территории при разгерметизации изотермического резервуара жидкого аммиака при полном и частичном</p>	<p>Разгерметизация изотермического резервуара жидкого аммиака при частичном, → выброс аммиака → образование первичного облака → образование пролива аммиака в окружающую среду → испарение с поверхности пролива → образование вторичного облака → загазованность территории предприятия → распространение токсичного облака по направлению ветра → токсическое поражение парами аммиака персонала отделения жидкого аммиака, персонала соседних цехов КОО «Азот»</p>

Схема возможных сценариев развития аварийных ситуаций, соответствующих уровню «Б», блока №3 отделения жидкого аммиака приведена на рисунке 9.

Схема возможных сценариев развития аварийных ситуаций, соответствующих уровню «Б» блока №3 отделения жидкого аммиака

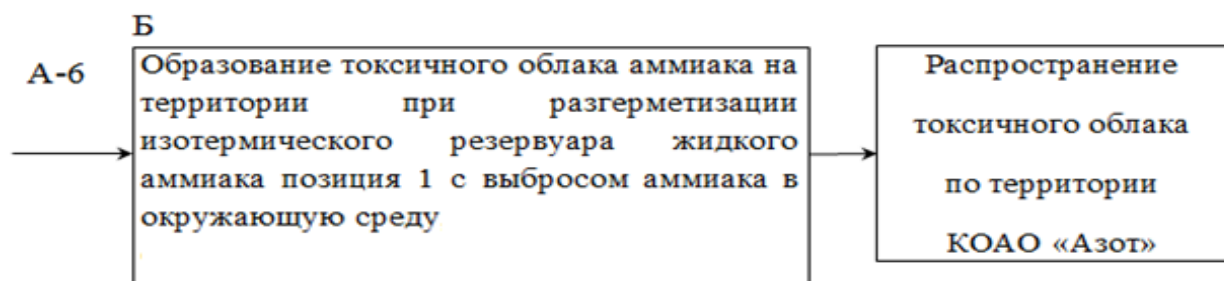


Рисунок 9 – Возможный сценарий развития аварийных ситуаций, переходящих на уровень «Б»

### 3.6 Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации на стадии А–5

#### Способы предупреждения:

- наличие автоматической системы непрерывного контроля аммиака в воздухе рабочей зоны;
- подача сухого азота в межстенное пространство и контроль содержания аммиака в межстенном пространстве изотермического резервуара.

#### Средства предупреждения:

- сигнализация;
- предохранительные клапана на оборудовании;
- предохранительные и вакуумные клапана на изотермическом резервуаре;
- оперативная система связи;
- пожарные извещатели.

#### Способы локализации и ликвидации:

- прекращение приёма аммиака;
- дистанционная остановка насосов выдачи жидкого аммиака из цпу;
- отсечение блока (аварийного оборудования, трубопровода) запорной арматурой;
- сброс давления;
- осаждение (гашение) аммиачного облака водой;
- исключение источников зажигания;
- освобождение аварийного оборудования, трубопровода от аммиака.

#### Средства локализации и ликвидации:

- электродвигатели, отсекающий клапан, запорная арматура с ручным управлением;
- установка эвакуации аварийных проливов;
- насос пхв для подачи воды пожарным кранам;

- первичные средства пожаротушения;
- железобетонное ограждение вокруг изотермического резервуара;
- блокировки.

### 3.7 Оперативная часть плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня «А» блока № 3

Образование токсичного облака аммиака на территории

Опознавательные признаки аварийной ситуации:

Предпосылки:

- разгерметизация оборудования, трубопроводов аммиака, арматуры, фланцевых соединений;
- разлив аммиака.

Опознавательные признаки:

- загазованность аммиаком;
- резкий запах;
- образование белого облака.

Срабатывание датчиков газоанализаторов по загазованности аммиаком с выводом показаний в ЦПУ и срабатыванием световой и звуковой сигнализации в ЦПУ.

Возможные последствия:

- распространение токсичного облака аммиака по направлению ветра;
- отравление людей парами аммиака.

Оптимальные способы противоаварийной защиты (ПАЗ):

- прекращение приёма аммиака;
- наличие автоматической системы непрерывного контроля аммиака в воздухе рабочей зоны;
- отсечение блока (аварийного оборудования, трубопровода) запорной арматурой;

- сброс давления;
- осаждение (гашение) аммиачного облака водой;
- исключение источников зажигания;
- освобождение аварийного оборудования, трубопровода от аммиака;
- сигнализация и блокировки.

Технические средства (системы), противоаварийной защиты, применяемые для ликвидации и локализации аварийной ситуации:

- электрозадвижки, отсекающий, запорная арматура с ручным управлением;
- дистанционная остановка насосов выдачи жидкого аммиака из ЦПУ (нс-601в для позиции 64/1 (2));
- предохранительные и вакуумные клапаны на изотермическом резервуаре;
- подача сухого азота в межстенное пространство изотермического резервуара;
- установка эвакуации аварийных проливов аммиака;
- насос пхв для подачи воды пожарным кранам;
- оперативная система связи;
- звуковая сирена;
- пожарные извещатели;
- первичные средства пожаротушения.

Действия персонала по локализации и ликвидации ЧС представлены в приложении Г.

Схема оповещения представлена в приложении Д.

Возникновение чрезвычайной ситуации связанных с разгерметизацией изотермического резервуара блока № 3 (узел выдачи жидкого аммиака) КАО «Азот» влечет за собой ущерб здоровью и жизни людей, окружающей природной среде, потери материальных ценностей и затраты на проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Последствия аварийной ситуации имеют стоимостное выражение, характеризующее масштаб ЧС и воздействие опасности на людей, окружающую среду, материальные ценности.

Экономический ущерб от аварии складывается из затрат на локализацию и ликвидацию последствий аварии, а также возмещения ущерба пострадавшим людям и экономике предприятия.

В результате чрезвычайной ситуации безвозвратные потери среди персонала составят 30 человек, количество людей, получивших травмы различной степени тяжести составляют 57 человек. Поскольку рассматриваемая в дипломном проекте ЧС носит локальный (объектовый характер), затраты на материально-техническое обеспечение рассчитываются только для спасательных формирований и на эвакуацию персонала с территории предприятия домой и в медицинские учреждения.

4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной на Кемеровском АО «Азот» расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий

К основным показателям, составляющим затраты на ликвидацию ЧС на Кемеровском АО «Азот», относятся:

- затраты на питание ликвидаторов аварии;



- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии;
- затраты на единовременную и ежемесячные выплаты семьям погибших в результате ЧС;
- затраты на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших;
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы;
- затраты на восстановление разрушенных объектов;
- амортизацию используемого оборудования, технических средств, аварийно-спасательного инструмента.

#### 4.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии

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

$$Z_{\text{Псут}} = \sum (Z_{\text{Псут } i} \times Ч_i), \quad (4.1)$$

где  $Z_{\text{Псут}}$  – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$Z_{\text{Псут } i}$  – 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.

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$Z_{\text{п}} = (Z_{\text{Псут. спас.}} \times Ч_{\text{спас.}} + Z_{\text{Псут. др.ликв.}}) \times D_{\text{н}}, \quad (4.2)$$

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

К работе в зоне ЧС привлекается 179 человек из них 107 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 72 человека – работу средней и легкой тяжести.

Таблица 15 – 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	5,85	600	8,77
Крупа разная	80	1,68	100	2,1
Макаронные изделия	30	0,96	20	0,64
Молоко и молокопродукты	300	3,3	500	7,00
Мясо	80	5,6	100	3,66
Рыба	40	2,44	60	0,90
Жиры	40	0,72	50	1,68
Сахар	60	1,44	70	5,50
Картофель	400	4,8	500	6,00
Овощи	150	3,75	180	4,50
Соль	25	0,28	30	0,33
Чай	1,5	0,47	2	0,63
Итого	-	31,3	-	41,64

По формуле (2) рассчитываем, что затраты на питание личного состава формирований составят:

$$Z_{\text{п}} = (41,64 \times 107 + 31,3 \times 72) \times 1 = 6710 \text{ рублей.}$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят 6710 рублей. Обеспечение питанием формирований РСЧС осуществляется в столовых и за счет средств Кемеровского АО «Азот», на территории которого произошла ЧС.

#### 4.1.2 Расчет затрат 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:

$$\text{ФЗП}_{\text{сут}i} = (\text{мес. Оклад} / 30) \times 1,15 \times \text{Ч}_i, \quad (4.3)$$

где  $\text{Ч}_i$  – количество участников ликвидации ЧС  $i$ -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки для пожарных подразделений и трое суток для всех остальных формирований.

Таким образом, суммарные затраты на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий ЧС составят (таблица 16):

$$\text{ФЗП} = \sum \text{ФЗП}_i = 46958 + 13225 + 26835 = 87018 \text{ рублей.}$$

Таблица 16 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС связанных с разгерметизацией изотермического резервуара

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	ФЗП <sub>сут</sub> , руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для $i$ -ой группы, руб.
Пожарные подразделения	35000	35	230	46958
Охрана ОУ	15000	23	249	13225
Медицинская служба	12500	56	268	26835
Итого				87018

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении работ по ликвидации ЧС на территории Кемеровского АО «Азот» с учетом периода проведения работ составит 87018 рублей.

#### 4.1.3 Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших

В результате возникновения ЧС на Кемеровском АО «Азот» величина санитарных потерь составляет 57 человек.

Суммарные затраты на лечение пострадавших складываются из затрат на реанимационное, стационарное и амбулаторное лечение, исходя из стоимости одного койко-дня и продолжительности лечения и рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_{л} = \sum C_{к-д.i} \times D_{н}, \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

где  $C_{к-д.i}$  – стоимость одного койко-дня при соответствующем виде лечения, руб;

$D_{н}$  – продолжительность лечения, дней.

Расчет затрат на пребывание пострадавших в реанимационном отделении проводят по формуле:

$$Z_{л}^p = C_{к-д.р.} \times D_{н} \times Ч_p, \quad (4.5)$$

где  $Ч_p$  – численность пострадавших, проходящих лечение в реанимационном отделении.

$$Z_{л}^p = 719,38 \times 5 \times 3 = 10790,7 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших в терапевтическом отделении проводят по формуле (таблица 17):

$$Z_{л}^t = C_{к-д.т.} \times D_{н} \times Ч_t, \quad (4.6)$$

где  $Ч_t$  – численность пострадавших, проходящих лечение в терапевтическом отделении.

$$Z_{л}^t = 123,23 \cdot 21 \cdot (25 + 3) = 72459,24 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших на амбулаторном лечении проводят по формуле:

$$Z_{л}^a = C_{к-д.а.} \times D_{н} \times Ч_a, \quad (4.7)$$

где  $Ч_a$  – численность пострадавших, проходящих амбулаторное лечение в стационаре.

$$Z_{л}^a = 40,50 \times 3 \times (73 + 25 + 3) = 12271,5 \text{ рублей.}$$

Затраты на лечение пострадавших представлено в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты на лечение пострадавших

Вид лечения	Стоимость одного койко-дня, руб.	Средняя продолжительность лечения, дней	Численность пострадавших, чел.	Суммарные затраты, руб.
Амбулаторное	40,50	3	21	2551
Терапевтическое	123,23	21	24	62107
Реанимационное	719,38	5	12	43164
Итого				107822

Суммарные затраты на лечение пострадавшего при ЧС персонала предприятия составляют 107822 рубля.

#### 4.1.4 Расчет затрат на топливо и горюче-смазочные материалы

Затраты на горючие и смазочные материалы определяется по формуле:

$$Z_{ГСМ} = V_{\text{бенз}} \times C_{\text{бенз}} + V_{\text{диз. т.}} \times C_{\text{диз. т.}} + V_{\text{мот. м.}} \times C_{\text{мот. м.}} + \\ + V_{\text{транс. м.}} \times C_{\text{транс. м.}} + V_{\text{спец. м.}} \times C_{\text{спец. м.}} + V_{\text{пласт. см.}} \times C_{\text{пласт. м.}}, \quad (4.8)$$

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

$C_{\text{бенз}}$ ,  $C_{\text{диз. т.}}$ ,  $C_{\text{мот. м.}}$ ,  $C_{\text{транс. м.}}$ ,  $C_{\text{спец. м.}}$ ,  $C_{\text{пласт. м.}}$  – 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:

- дизельное топливо – 45 руб.;
- моторное масло – 60 руб.;
- пластичные смазки 68 руб.;
- трансмиссионное масло – 82 руб.

В таблице 18 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории КАО «Азот» и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники.

Таблица 18 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного / транс-го / спец-го масел, л	Расход смазки, кг
Пожарная автоцистерна	7	2490	-	2,2/0,3/0,1	0,2
Автомобиль связи и оповещения	1	24	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Автотопливозаправщик	2	386	-	2,1/0,3/0,1	0,2
Автокран	1	232	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Автопогрузчик	1	92	-	2,2/0,3/0,1	0,2

Продолжение таблицы 18

Бульдозер	2	-	144	2,2/0,25/0,1	0,25
Экскаватор	2	-	150	2,8/0,4/0,1	0,3
Автобус	2	406	-	2,1/0,3/0,1	0,3
Итого	27	3630	2163	20/2,75/0,9	2,1

Общие затраты на ГСМ составят:

$$Z_{\text{ГСМ}} = 3630 \times 14 + 2163 \times 12 + 20 \times 36 + 2,75 \times 55 + 0,9 \times 23 + 2,1 \times 27 = 77724,65 \text{ руб.}$$

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется 77724,65 рублей.

#### 4.1.5 Расчет затрат 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:

$$A = [(N_a \times C_{\text{ст}} / 100) / 360] \times D_n, \quad (4.9)$$

где  $N_a$  – годовая норма амортизации данного вида основных производственных фондов (ОПФ), %;

$C_{\text{ст}}$  – стоимость ОПФ, руб.;

$D_n$  – количество отработанных дней.

Результаты расчетов (таблица 19) затрат за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации пожара и ликвидации ЧС на ТППЗ составляют 19325,6 рублей.

Таблица 19 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отработанных дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Пожарная автоцистерна	2400000	7	1	10	4666,6
Автомобиль связи и оповещения	1000000	1	3	10	833
Автотопливо-заправщик	1980000	2	3	10	3300
Автокран	5800000	1	3	10	4833
Автопогрузчик	1500000	1	3	10	1250
Бульдозер	1000000	2	3	10	1666
Экскаватор	1200000	2	3	10	2000
Автобус	1400000	2	1	10	777
Итого					19325,6

#### 4.2 Расчет величины социального ущерба

Исходя из значений экономического эквивалента стоимости жизни человека, проведем расчет ущерба от гибели 2 человек.

Результаты расчета приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет величины социального ущерба

Возрастная группа	Экономический эквивалент стоимости жизни человека, тыс. руб.	Количество человек, чел.	Потери общества от преждевременной гибели людей, тыс. руб.
31–35	2369	15	2369
41–45	2153	15	2153
Итого			67830

Социальный ущерб от чрезвычайной ситуации на Кемеровском ОАО «Азот» составит 67830 тыс. руб.

#### 4.3 Определение величины экономического ущерба

Экономический ущерб от разгерметизации изотермического резервуара оценивается остаточной балансовой стоимостью разрушенного здания, оборудования и стоимостью потерянного или пришедшего в негодность сырья и готовой продукции.

Перечень технологического оборудования, поврежденного в результате аварии на КАО «Азот» приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Перечень технологического оборудования, поврежденного в результате аварии на КАО «Азот»

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, в руб.	Оценочная стоимость оборудования Ософ, руб.	Степень разрушения, %	Остаточная стоимость, руб.
Емкость (стальная, горизонтальная)	80000	29600	100	20189
Трубопровод приема продуктов к насосам	88741	23960	60	14376
Трубопровод откачки продукта на сырьевой парк	1031482	278100	20	55620
Сигнализатор уровня	18200	4914	100	4914
Подогреватель жидкого аммиака	541667	146250	100	146250
Регистратор технологических параметров	55547	14998	100	14998
Итого	1820729	491196		245633

В результате аварии на Кемеровском АО «Азот» разрушатся частично или полностью технологические аппараты, оборудование, здания получат различную степень разрушения.

Оценочную стоимость производственных фондов определяют по формуле:



$$O_{\text{соф}} = F - F \times Z\% , \text{ рублей,} \quad (4.10)$$

где  $F$  – восстановительная стоимость оборудования основных фондов;  
 $Z$  – процесс износа ОФ за период эксплуатации.

Следовательно, оценочная стоимость для каждого оборудования рассчитывается исходя из срока введения его в эксплуатацию.

После окончания работ по ликвидации последствий аварии, экспертная группа проводит оценку степени разрушения технологического оборудования, зданий и сооружений. На основании экспертных оценок проводят расчет остаточной стоимости поврежденного оборудования, по суммарной величине которой судят о причиненном чрезвычайной ситуацией экономическом ущербе ТППЗ.

Остаточную стоимость технологического оборудования рассчитывают по формуле:

$$C_{\text{ост}} = O_{\text{соф}} \times k , \text{ рублей,} \quad (4.11)$$

где  $k$  – степень разрушения технологического оборудования.

Таким образом, экономический ущерб, причиненный основным производственным Кемеровского АО «Азот», при разгерметизации изотермического резервуара составит 245633 рублей.

По приведенным расчетам видно, что экономический ущерб от чрезвычайной ситуации составляет:

$$U^{\text{общ}} = 6710 + 87018 + 107822 + 77724 + 19325 + 67830000 + 245633 = \\ = 68374232 \text{ руб.}$$

Анализируя результаты, приведенные в разделе, можно сделать вывод о том, что аварии на предприятиях переработки газа влекут за собой большой материальный ущерб и приводят к значительным затратам при восстановлении производства. Фактические потери для народного хозяйства значительно превышают определенный таким образом ущерб, так как в него не включены убытки от простоя предприятия, стоимость проектно-восстановительных работ.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места оператора блока №3 (узел выдачи жидкого аммиака) КАО «Азот» на предмет возникновения вредных и опасных производственных факторов

Объектом исследования является рабочее место оператора блока №3 корпуса 683 Кемеровского АО «Азот». Блок №3 расположен на открытой территории. Длина блока – 60 м, ширина – 45 м, высота изотермического резервуара – 26 м. Подстилающая поверхность блока бетон. Материалы, из которых выполнено оборудование блока: изотермический резервуар – сталь; подогреватель жидкого аммиака – сталь; насос жидкого аммиака – сборный металл, сталь.

Освещение естественное общее равномерное искусственное.

Вентиляция воздуха естественная.

Контроль за функционированием и исправной работой всех агрегатов и узлов блока ведется непрерывно и постоянно.

Корпус 683 является потенциально опасным, а именно блок №3 (узел выдачи жидкого аммиака), поскольку в нем в изотермическом резервуаре постоянно находится около 9 тонн аммиака.

Температура наружного воздуха:

- наиболее холодного периода – минус 24 °С.

Влажность воздуха (в 13 часов):

- наиболее холодного месяца – 81 %;

- наиболее жаркого месяца – 56 %.

Количество осадков:

- за год – 476 мм;

- суточный максимум – 46 мм.

К вредным факторам блока № 3 можно отнести:

- шум;

- вибрацию.

К опасным факторам относится:

- электроопасность;

- механические опасности.

## 5.2 Анализ выявленных вредных факторов

### 5.2.1 Шум

Шум – это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека и мешающих его работе и отдыху.

Источниками звука являются упругие колебания материальных частиц и тел, передаваемых жидкой, твердой и газообразной средой.

Скорость звука в воздухе при нормальной температуре составляет приблизительно 340 м/с.

Звук с частотой от 16 Гц до 20 кГц называется слышимый, с частотой менее 16 Гц – инфразвук и более 20 кГц – ультразвук.

Область пространства, в котором распространяются звуковые волны, называется звуковым полем, которое характеризуется интенсивностью звука, скоростью его распространения и звуковым давлением.

Наибольшее значение звукового давления, вызывающего болезненные ощущения, называется порогом болевого ощущения и составляет  $2 \times 10^2$  Па. Между этими значениями лежит область слухового восприятия.

Шум, возникающий при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха.

Основное физиологическое воздействие шума заключается в том, что повреждается внутреннее ухо, возможны изменения электрической проводимости кожи, биоэлектрической активности головного мозга, сердца и скорости дыхания, общей двигательной активности, а также изменения размера

некоторых желез эндокринной системы, кровяного давления, сужение кровеносных сосудов, расширение зрачков глаз. Работающий в условиях длительного шумового воздействия испытывает раздражительность, головную боль, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, нарушение сна. В шумном фоне ухудшается общение людей, в результате чего иногда возникает чувство одиночества и неудовлетворенности, что может привести к несчастным случаям.

Длительное воздействие шума, уровень которого превышает допустимые значения, может привести к заболеванию человека шумовой болезнью – нейросенсорная тугоухость.

Нормированные параметры шума определены ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Стандарт устанавливает классификацию шума, характеристики и допустимые уровни шума на рабочих местах, общие требования к защите от шума на рабочих местах, шумовым характеристикам машин, механизмов, средств транспорта и другого оборудования и измерениям шума.

Источниками шума в помещении являются насосные установки: насосы позиция 41/1, 2, 64/1, 2 (рис. 11).

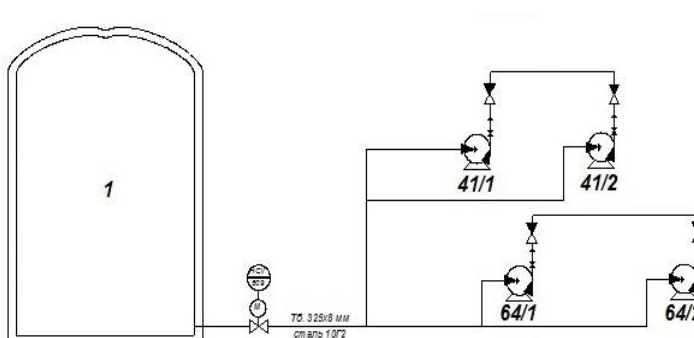


Рисунок 11 –Насосы перекачки жидкого аммиака

Допустимый уровень шума в блоке № 3 корпуса 683 не должен превышать 80 дБ, при выполнении технологического процесса – 95 дБ.

Фактический уровень шума составляет 80 дБ, что является пограничным для предельно-допустимого уровня.

Защита от шума достигается разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты, а также средств индивидуальной защиты.

Уменьшение шума в источнике – достигается применением шумоизолирующего покрытия входной двери. Так же необходимо применить защитный шумоизолирующий короб для насосов перекачки жидкого аммиака: позиция 41/1, 2, 64/1, 2 (рис. 12).

Шумоизолирующим материалом короба является минеральная вата, толщина слоя 30 мм, размер короба 1,5 × 1,5 метра.

Если невозможно уменьшить шум, действующий на работников, до допустимых уровней, то необходимо использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ) – противозумные вкладыши из ультратонкого волокна «Беруши» одноразового использования, а также противозумные вкладыши многократного использования (эбонитовые, резиновые, из пенопласта) в форме конуса, грибка, лепестка. Они эффективны для снижения шума на средних и высоких частотах на 10–15 дБ. Наушники снижают уровень звукового давления на 7–38 дБ в диапазоне частот 125–8 000 Гц.

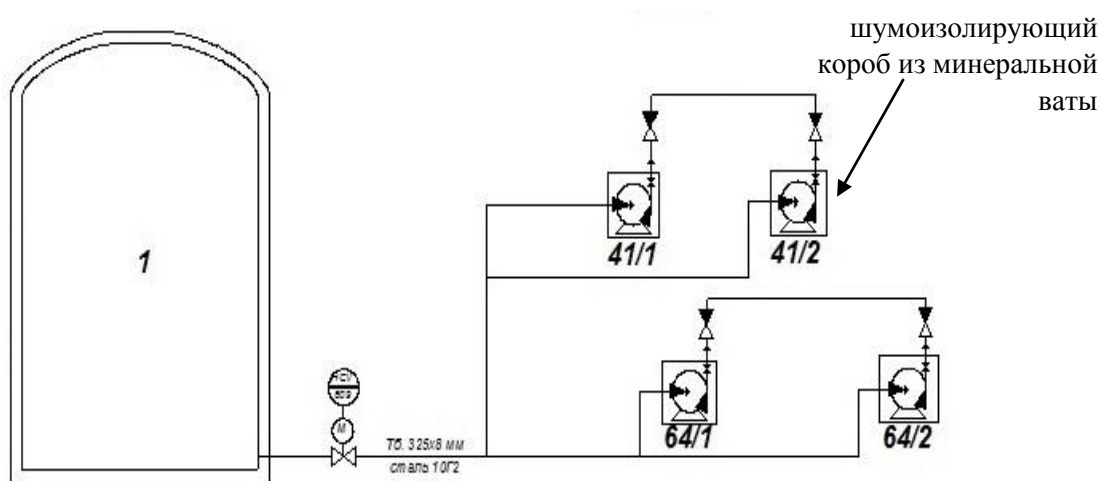


Рисунок 12 – Насосы перекачки жидкого аммиака с шумоизолирующим коробом

## 5.2.2 Вибрация

Вибрация – это механические колебания машин и механизмов, которые характеризуются такими параметрами, как частота, амплитуда, колебательная скорость, колебательное ускорение. Вибрацию порождают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе машин.

При воздействии на организм человека внешних колебаний происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют 3–6 Гц, стоя – 5–12 Гц, грудной клетки – 5–8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха.

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда.

Нормативные характеристики вибрации определены документами общегосударственного значения: СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в жилых помещениях и общественных зданий, ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

Источником вибраций являются насосы жидкого аммиака, подогреватели жидкого аммиака.

Заболевания вызывает вибрация амплитудой колебания частотой 50–150 Гц. Вибрация в блоке № 3 корпуса 683 находится в пределах 40–45 Гц. Таким образом, негативного влияния на рабочие места персонала не оказывает.

К способам борьбы с вибрацией относятся виброгашение (увеличение эффективной массы путем присоединения машины к фундаменту),

виброизоляция (применение резиновых виброизоляторов) применение индивидуальных средств защиты (виброзащитные обувь, перчатки со специальными упругодемпфирующими элементами, поглощающими вибрацию).

### 5.3 Анализ выявленных опасных факторов

Блок № 3 корпуса 683 является потенциально опасным, так как возможны сбои в электросистеме оборудования, которые могут повлечь за собой производственную травму персонала, и создать пожарную обстановку на отдельных производственных участках и элементов оборудования.

При нарушении нормальных режимов работы, допущение нагрузок на электродвигатели, превышающие нормативные, при нарушении режима работы станков и иных нарушениях, может произойти перегревание электрооборудования и выход его из строя с последующим возгоранием.

Согласно НПБ 105-03 все объекты в соответствии с характером технологического процесса по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на пять категорий. Рабочие места оператора в блоке № 3 корпуса 683 относятся к категории Б, так как в нем находятся горючие вещества и материалы, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении.

На предприятии разработаны меры пожаротушения. Предусмотрена пожарная сигнализация, имеются пожарные краны, планы эвакуации, проводятся соответствующие инструктажи, ознакомление с нормативными документами.

К механическим факторам рабочих мест персонала в блоке №3 корпуса 683 относятся: элементы насосов жидкого аммиака, именно двигателя с частотой вращения – 2960 об/мин.

Способами защиты от воздействия механических факторов является соблюдение правил эксплуатации оборудования и соблюдения техники безопасности на рабочем месте.

К термической опасности на рабочем месте операторов блоке №3 корпуса 683 относится высоконагруженный подогреватель жидкого аммиака. Рабочая температура:

- в трубном пространстве –  $(-33,2 / +30)$  °С;
- в межтрубном пространстве –  $(125 / 250)$  °С.

Основными способами защиты являются оградительные устройства и защитные кожухи.

Общими мерами безопасности является наличие зоны периметров безопасности, регулярный инструктаж операторов корпуса 683 по соблюдению мер безопасности.

#### 5.4 Охрана окружающей среды

Блок №3 (узел выдачи жидкого аммиака) не оказывает влияние на окружающую среду в связи с высокой степенью защиты и контроля содержащимися вредными веществами, появляющимися в процессе производства.

Выбросы и отходы, накапливающиеся в результате работы предприятия, в специальных резервуарах, затем централизованно утилизируются в соответствии с действующим СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

#### 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для улучшения условий работы оператора в блоке №3 корпуса 683 следует предпринять меры по защите его от воздействия вредных и опасных



факторов.

В результате анализа вредных и опасных факторов блока №3 корпуса 683 по замерам физических факторов можно сделать вывод, что для устранения вредных факторов необходимо провести следующие мероприятия:

Поскольку уровень шума является пограничным, необходимо проведение мероприятий по снижению уровня шума и степени его воздействия на персонал предприятия. Применяются противозумные вкладыши из ультратонкого волокна «Беруши». Они эффективны для снижения шума на средних и высоких частотах на 10–15 дБ. Так же в местах с наибольшим значением шума применять наушники снижающие уровень звукового давления на 7–38 дБ в диапазоне частот 125–8 000 Гц.

Уровень амплитуды вибрации воздействующей на персонал в блоке №3 корпуса 683 ниже вредных значений, мероприятий по его снижению не требуется.

Загазованность и запыленность рабочей зоны не может оказать заметного негативного воздействия на здоровье персонала в силу своих низких значений.

Для обеспечения безопасности персонала от воздействий вредных и опасных факторов предприняты достаточные меры, обеспечивающие сохранение жизни и здоровья персонала.

## Заключение

Химическое производство является одним из наиболее опасных производств. Наибольшую опасность в городе Кемерово представляет предприятие химической промышленности, такое как Кемеровское АО «Азот», а именно отделение жидкого аммиака. Основные опасности отделения жидкого аммиака обусловлены: наличием большого количества сжиженного и газообразного аммиака; характеристиками аммиака; спецификой процесса изотермического хранения сжиженного аммиака; особенностями используемого оборудования и условиями его эксплуатации; нарушением правил безопасности работниками.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ на основании чего, можно сделать следующие выводы:

- изучив литературные источники на предмет возможных аварийных ситуаций на хОО выяснили, что наиболее частые причины аварий вызваны: отказами (неполадками) оборудования; ошибочными действиями персонала; внешними воздействиями природного и техногенного характера; разгерметизация (разрыв) хранилища;

- проанализировав аварийные ситуации уровня «а» в блоке № 3 отделения жидкого аммиака и условий их возникновения, сделали заключение о необходимости расчета химической обстановки и разработки ситуационного плана сценария аварийной ситуации при полном и частичном разрушении резервуара;

- рассчитаны вероятные зоны действия поражающих факторов при реализации сценария а – 5: без разрушения железобетонного ограждения, при разгерметизации резервуара. зона смертельных поражений составит 97 × 40 м. при полном разрушении и при частичном – 97 × 10 м.;

- разработана оперативная часть плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня а – 5 блока № 3, в которой рассмотрены способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации, порядок оповещения и действия персонала;

- произведен расчет экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на КАО «Азот», который составляет 68374232 руб.

## Список использованных источников

1. Классификация химически опасных объектов [Электронный ресурс] / Студопедия, 2018. – Режим доступа: [http://studopedia.ru/view\\_factors.php?id=54](http://studopedia.ru/view_factors.php?id=54). Дата обращения: 04.03.2018 г.
2. Химическое производство [Электронный ресурс] / Студопедия, 2018. – Режим доступа: [http://studopedia.ru/3\\_191315\\_himicheskoe\\_proizvodstvo.html](http://studopedia.ru/3_191315_himicheskoe_proizvodstvo.html). Дата обращения: 04.03.2018 г.
3. ПО Химпром, [Электронный ресурс] / Независимый интернет-портал HimTrade.ru, 2018. – Режим доступа: <http://www.himtrade.ru/passport-description-216.htm>. Дата обращения: 04.04.2018 г.
4. ТОКЕМ, ЗАО [Электронный ресурс] / Независимый интернет-портал HimTrade.ru, 2018. – Режим доступа: <http://www.himtrade.ru/passport-description-283.htm>. Дата обращения: 04.04.2018 г.
5. СДС Азот [Электронный ресурс] / «СДС Азот», 2008 – 2012. – Режим доступа: <http://azot.kuzbass.net/>. Дата обращения: 04.03.2018 г.
6. Аммиак [Электронный ресурс] / Википедия, 2015.– Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%EC%EC%E8%E0%EA>. Дата обращения: 04.03.2018 г.
7. ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.– М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 26 с.
8. ГОСТ Р 51901.13-2005 Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 16 с.
9. ГОСТ 6221-90 Аммиак безводный сжиженный с изм. №1. Технические условия.– М.: ИПК Издательство стандартов, 1990 – 18 с.
10. Маршалл В. Основные опасности химических производств / В. Маршалл; пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
11. Хенли Э. Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э.Дж. Хенли, Х.М.Кумамото. – М.: Машиностроение. 1984. – 528 с.

12. Вредные вещества в промышленности / Под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной; 7-е изд. – Л.: Химия, 1977. – 365 с.
13. Алексахин С.В. Прикладной статистический анализ / С.В. Алексахини др. – М.: ПРИОР. 2001. – 224 с.
14. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С.Вентцель, Л.А. Овчаров. –М.: Высш. шк., 2000.– 480 с.
15. Кокс Д. Теоретическая статистика /Д. Кокс, Д. Хинкли;пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 560 с.
16. Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями /А. Хальд. – М.: Изд-во иностр. лит., 1956. – 642 с.
17. 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.
- 18.Измалков В.И. Безопасность и риск при техногенных воздействиях / В.И. Измалков, А.В. Измалков.– М.: НИЦЭБ РАН, 1994 г.– 269 с.
19. Потехин Г.С. Управление риском в химической промышленности /Г.С. Потехин, Н.С. Прокоров, Г.Ф. Терещенко // Журнал Всесоюзного хим. об-ва им. Д.И. Менделеева, 1990. – Т.35.– Вып.4.– С. 421–424.
20. Козлитин А.М. Методы технико-экономической оценки промышленной и экологической безопасности высокорисковых объектов техносферы /А.М. Козлитин, А.И. Попов. – Саратов: СГТУ, 2000. – 44 с.
21. Козлитин А.М. Теоретические основы и практика анализа техногенных рисков. Вероятностные методы количественной оценки опасностей техносферы /А.М. Козлитин, А.И. Попов, П.А. Козлитин. – Саратов: СГТУ, 2002. – 56 с.
22. 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.

23. Козлитин А.М. Совершенствование методов расчета показателей риска аварий на опасных производственных объектах / А.М. Козлитин // Безопасность труда в промышленности, 2004.– №10.– С. 35–42.
24. Орлов Г. Г. Легко сбрасываемые конструкции для взрывозащиты промышленных зданий / Г. Г Орлов. – М.: Стройиздат, 1988.– 198 с.
25. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. – М.,1991. – 432 с.
26. Франке З. Химия отравляющих веществ / З. Франке; в 2 томах: пер. с нем.– М.: Химия, 1973. – Т. 1 – 440 с.– Т. 2 – 404 с.
27. Показатели опасности веществ и материалов. / А.К. Чернышев, Б.А. Лубис, В.К. Гусев, Б.А. Курляндский, Б.Ф. Егоров; под общ.ред. В.К. Гусева. – М.: Фонд им. И. Д. Сытина, 1999. – 524 с.
28. Пожар взрывоопасность 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. – 25 с.
29. Физические величины: Справочник / Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова.– М.: Энергоиздат, 1991. – 1232 с.
30. Краткая химическая энциклопедия. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1965. – 586 с.
31. Декларации Российского научного общества анализа риска «О предельно допустимых уровнях риска» / А.А. Быков, Б.Н. Порфирьев, А.Н. Елохин, Н.А. Махутови др. // Проблемы анализа риска, 2006. – Т.3. – № 2. – С. 162–168.
32. Автоматизированная распределенная информационно-поисковая система (АРИПС) «Опасные вещества» / 2430 веществ. –М.: РПОХВ, 2003. – 22 с.
33. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик.– М.: Физматиздат, 1963.–708 с.
34. Методы расчета теплофизических свойств газов и жидкостей: Справочник. – М.: Химия, 1974. – 248 с.

35. Гельфанд Б. Е. Основные опасности при использовании аммиака на объектах народного хозяйства: Приоритеты и легенды /Б.Е. Гельфанд, В.Ф. Мартынюк, И.С. Таубкин// Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1997. – Вып.2. – С.11– 34.
36. Coward H.F. Limits of flammability of gases and vapors / H.F. Coward, G.W. Jones // US Bur. of mines, Bull. 503. – 1953. – P. 26– 28.
37. Methods for the determination of possible damage // CPR 16 E. Den Haag, Committee for the prevention of Disasters. – 1989. – 26 p.
38. Saint-Cloud J.P. Experimental analysis of the confined combustion of  $\text{NH}_3$  + air mixtures / J.P. Saint-Cloud, C. Gueraud, A. Lannoy // Rapport MM 79/2, ENSMA. – 1979. – 45 p.
39. Moore P. Explosion suppression trials / P. Moore // Chem. Eng. – 1984. – № 12. – P. 23–26.
40. Guidelines for process quanted risk analysis, CCPS, N. Y., 1989. – 21 p.
41. Lewis D.J. Estimating damage from aerial explosion / D.J. Lewis // Paper at EUROMECH-139. – 1981. – 19 p.
42. Ham J.M. Guide to hazardous industrial activities /J.M. Ham, J.M. Blom // MT TNO. – 1986. – 44 p.
43. Manual of Industrial Hazard Assessment Techniques. The World Bank, Washington, D.C., USA, 1985. – 35 p.
44. Производственный шум [Электронный ресурс] /www.Grandars.ru, 2018. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnostzhiznedeyatelnosti/proizvodstvennyu-shum.html>. Дата обращения: 15.04.2018 г.
45. Производственная вибрация [Электронный ресурс] / www.Grandars.ru, 2015. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnostzhiznedeyatelnosti/proizvodstvennaya-vibraciya.html>. Дата обращения: 15.04.2018 г

## Приложение А

(обязательное)

### Действия персонала по локализации и ликвидации ЧС

Таблица А.1 – Действия персонала по локализации и ликвидации ЧС

Исполнитель	Действия персонала
Первый заметивший	Первый заметивший аварию окриком предупреждает всех людей, находящихся в районе аварии, и сообщает начальнику смены или оператору ДПУ 5 разряда.
Начальник смены	Начальник смены (до прибытия ответственного руководителя работ по локализации и ликвидации аварийной ситуации является ответственным руководителем) или по его указанию оператор ДПУ 5 разряда объявляет тревогу об опасности включением звуковой сирены и сообщает об аварии
Старший диспетчер ПО	<ul style="list-style-type: none"> <li>– организует оперативные предупреждения об опасности с учетом направления дрейфа токсичного облака близ расположенных цехов;</li> <li>– проводит оповещение специалистов и организаций, согласно списку и схеме оповещения.</li> </ul>
Оператор ДПУ 5 разряда, персонал смены	<ul style="list-style-type: none"> <li>– прекращает проведение всех работ на территории блока и выводит посторонних людей в безопасное место, используя индивидуальные средства защиты (каска защитная, фильтрующий противогаз с фильтром ДОТ-600 (А2В2Е2К2Р3));</li> <li>– исключает наличие источников воспламенения в зоне аварии;</li> <li>– по прибытии аварийных служб докладывает им обстановку, указывает точное место аварии и наличие пострадавших (предположительные места их нахождения);</li> <li>– совместно с газоспасателями ВГСО, используя изолирующие костюмы с индивидуальными дыхательными аппаратами, определяют характер разгерметизации и докладывают ответственному руководителю;</li> </ul>



Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

	<p>– по возможности, место разгерметизации отсекают близрасположенной арматурой.</p> <p>При выдаче жидкого аммиака в цех Карбамид из изотермического резервуара позиция 1;</p> <p>– со щита ЦПУ оператор ДПУ 5 разряда корп. 683/1 дистанционно останавливает насос 64/1 (64/2) и закрывает электрозадвижку НСV-609 на выходе жидкого аммиака из изотермического резервуара поз. 1 к насосу 64/1 (64/2);</p> <p>– отсекает аварийный блок от смежных:</p> <p>– закрывает арматуру с ручным управлением на выходе коллектора жидкого аммиака из отделения жидкого аммиака в цех Карбамид (УВ-1.1 или УВ-1.2).</p> <p>Персонал смены включает насос ПХВ (в зависимости от ситуации), смывает водой разливы аммиака для предотвращения испарения с образованием токсичного облака</p>
Караул управления безопасности ЧОП	<p>Караул управления безопасности ЧОП «Азот-К» (время прибытия не более 5 мин):</p> <p>– выставляет предупредительные знаки, оцепление и перекрывает подъездные пути.</p>
Дежурный электрик	<p>– по указанию нач. смены (оператора ДПУ 5 разряда) обесточивает аварийное электрооборудование;</p> <p>– выдает письменное подтверждение обесточивания аварийного электрооборудования.</p>
НГСФ цеха	<p>До прибытия газоспасателей ВГСО члены НГСФ цеха транспортировки аммиака производства МТХ в количестве не менее двух человек, обученные и аттестованные действиям в аварийной ситуации в условиях загазованной воздушной среды с применением изолирующих средств защиты с индивидуальными дыхательными аппаратами, по указанию ответственного руководителя в пределах прямой видимости занимаются эвакуацией пострадавших и оказанием им первой медицинской помощи.</p> <p>После прибытия к месту аварии руководителя газоспасательных работ эти работники поступают в его распоряжение.</p>
Газоспасатели ВГСО	<p>– после окончания работ по спасению и выводу людей из загазованной зоны оказывают помощь персоналу по локализации и ликвидации аварийной ситуации;</p> <p>– дежурят до полной ликвидации аварийной ситуации.</p>

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

Медперсонал	Медперсонал здравпункта (расчетное время прибытия и развертывания не более 5 мин): – оказывает первую медицинскую помощь и отправляет пострадавших в здравпункт.
Пожарная часть	Пожарная часть (время прибытия не более 5 мин): – устанавливает водяные завесы на путях распространения токсического облака; – в средствах защиты дежурят со средствами пожаротушения до полной ликвидации аварийной ситуации.
Ответственный руководитель	Ответственный руководитель по локализации и ликвидации аварийной ситуации: – информирует вышестоящее руководство о ходе работ по ликвидации последствий аварии; – при положительных результатах анализа по аммиаку в воздушной среде отменяет аварийное положение.

Приложение Б  
(обязательное)

Зоны поражения при полной разгерметизации резервуара аммиака



Рисунок Б.1 – Зоны поражения аварии при полной разгерметизации резервуара с аммиаком



Приложение В  
(обязательное)

Зоны поражения при частичной разгерметизации резервуара аммиака

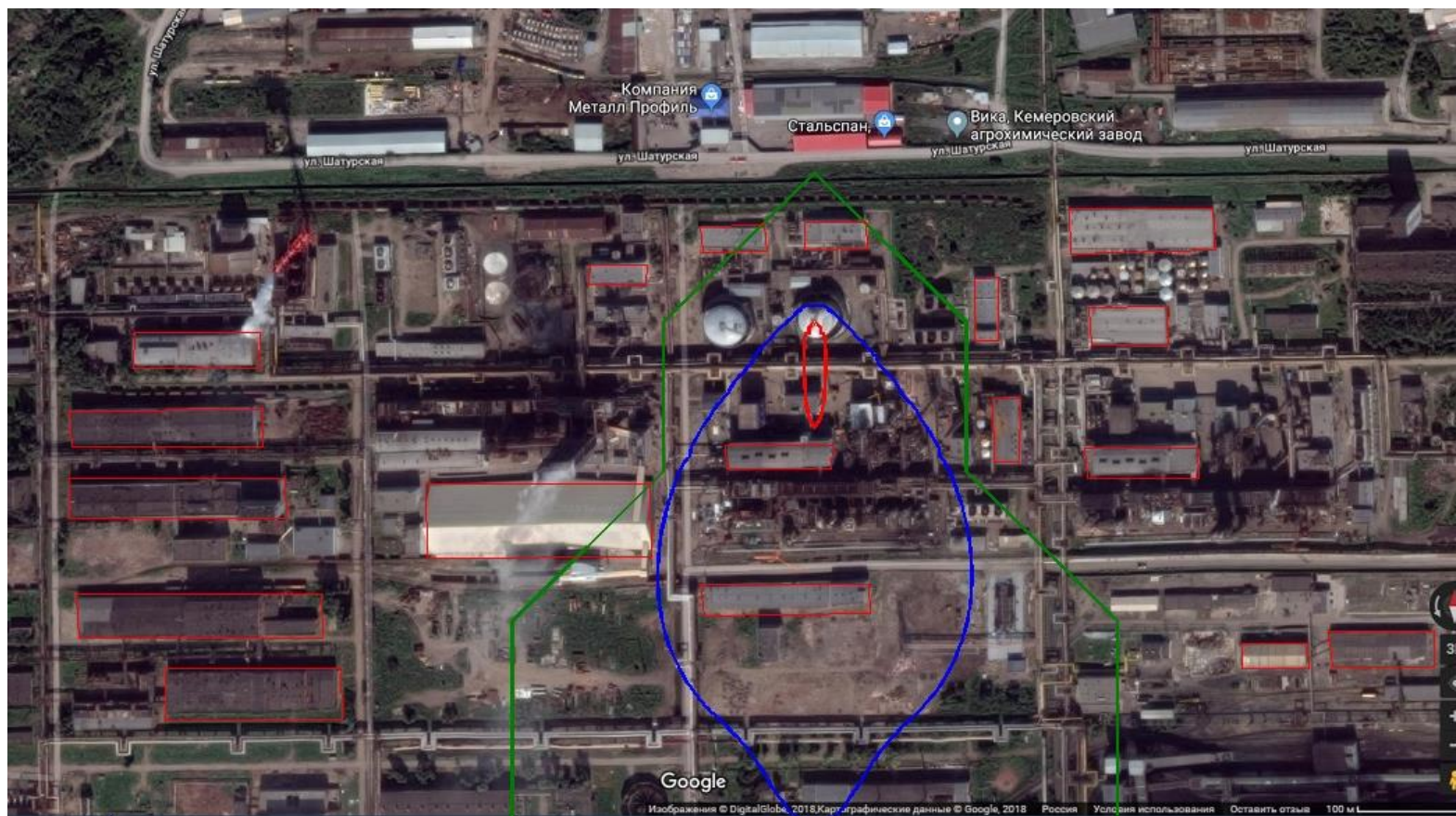


Рисунок В.1 – Зоны поражения аварии при полной разгерметизации резервуара с аммиаком