

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Управление промышленной и экологической безопасностью

(наименование кафедры)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Обеспечение промышленной безопасности на опасном  
производственном объекте «Перевалочный комплекс аммиака в Темрюкском  
районе на Черном море» в ПАО «Тольяттиазот»

Студент

А.Р. Хайров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

О.Ю. Щербакова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Т.Ю. Фрезе

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой

д.п.н., профессор

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Л.Н. Горина

(личная подпись)

«    »      20     г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

Цель работы – исследование промышленной безопасности резервуаров изотермического хранения на опасном производственном объекте «Перевалочный комплекс аммиака в Темрюкском районе на черном море» в ПАО «Тольяттиазот».

Объект исследования – резервуары изотермического хранения «Перевалочного комплекса аммиака в Темрюкском районе на черном море» в ПАО «Тольяттиазот».

Задачи:

- Провести анализ существующих решений по обеспечению промышленной безопасности;
- Разработать технологическое решение для повышения промышленной безопасности;
- Идентифицировать опасные и вредные производственные факторы и предложить мероприятия по снижению их воздействия;
- Разработать документированные процедуры по охране труда и системе экологического менеджмента.

Результатом стали:

- Идентификация опасных и вредных производственных факторов и предложение мероприятий по снижению их воздействия;
- Выбор технического решения, повышающего промышленную безопасность;
- Разработка документированной процедуры по охране труда;
- Разработка документированной процедуры системы экологического менеджмента;
- Проведение оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Объем работы: 156 с., 1 ч., 7 рис., 5 табл., 53 источника, 3 приложения

## СОДЕРЖАНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	6
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Характеристика производственного объекта.....	9
1.1 Расположение.....	9
1.2 Производимая продукция или виды услуг.....	10
1.3 Технологическое оборудование.....	11
1.4 Виды выполняемых работ – хранение жидкого аммиака.....	12
2 Технологический раздел.....	14
2.1 План размещения основного технологического оборудования.....	14
2.2 Описание технологического процесса.....	14
2.3 Анализ производственной безопасности путем идентификации опасных и вредных производственных факторов и рисков.....	16
2.4 Анализ средств защиты работающих (коллективных и индивидуальных).....	17
2.5 Анализ травматизма на производственном объекте.....	17
3 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда.....	23
3.1 Мероприятия по снижению воздействия факторов и обеспечению безопасных условий труда.....	23
3.2 Результаты мероприятий по снижению воздействия факторов и обеспечению безопасных условий труда.....	25
4 Научно-исследовательский раздел.....	26
4.1 Выбор объекта исследования, обоснование.....	26

4.2	Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения безопасности.....	28
4.3	Предлагаемое или рекомендуемое изменение.....	29
4.4	Выбор технического решения.....	34
5	Раздел «Охрана труда».....	36
5.1	Разработка документированной процедуры по охране труда.....	36
6	Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	37
6.1	Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду.....	37
6.2	Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.....	39
6.3	Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000.....	39
7	Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	41
7.1	Анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на данном объекте.....	41
7.2	Разработка планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМ ЛЛПА) на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах.....	41
7.3	Планирование действий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов.....	42
7.4	Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС.....	43
7.5	Технология ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ в соответствии с размером и характером деятельности организации.....	45
7.6	Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы или возникновения аварийной или чрезвычайной ситуации.....	47

8	Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	48
8.1	Разработка плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности.....	48
8.2	Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.....	49
8.3	Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности.....	53
8.4	Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда.....	56
8.5	Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации.....	59
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	63
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	72
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	81
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	137

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей бакалаврской работе применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Аварийно химически опасное вещество – «опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах)» [1].

Вредные производственные факторы – факторы, которые, действуя на работника, снижают его работоспособность или приводят к различным заболеваниям, их часто ещё называют профессиональными болезнями.

Опасные производственные факторы – факторы, которые в результате своего длительного или кратковременного воздействия на человека приводят к ухудшению состояния его здоровья или к травме.

Предельно допустимая концентрация – «максимальная концентрация загрязняющего вещества в компонентах окружающей среды, при постоянном контакте с которым в течение длительного времени не возникает негативных последствий в организме человека или другого рецептора» [1].

Средства индивидуальной защиты – средства, используемые работниками для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.

Средства коллективной защиты – средства, предназначенные для защиты населения, личного состава сил гражданской обороны, аварийно-спасательных формирований, техники и имущества.

Чрезвычайная ситуация – «обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которое могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей» [1].

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящей бакалаврской работе применяют следующие сокращения и обозначения:

АХОВ – аварийно химически опасные вещества

БОС – биологические очистные сооружения

БС – бактериальные средства

ВПФ – Вредные производственные факторы

ГО – Гражданская оборона

ДПУ – Дистанционный пульт управления

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика

ОВ – Отравляющие вещества

ОПФ – Опасные производственные факторы

ОХВ – опасные химические вещества

ПАО «Тольяттиазот» – Публичное акционерное общество «Тольяттиазот»

ПДК – предельно допустимая концентрация

ПМ – план мероприятий

ПМ ЛЛПА – план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий

РСЧС – Единая Государственная система по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций

СИЗ – Средства индивидуальной защиты

СИЗОД – Средство индивидуальной защиты органов дыхания

СЗК – средства защиты кожи

ТВС – топливно-воздушная смесь

ЧС – Чрезвычайная ситуация

## ВВЕДЕНИЕ

Аммиак широко применяется в народном хозяйстве. Большая его часть перерабатывается в азотную кислоту (слабую, концентрированную, особо чистую). С азотной кислотой аммиак образует ценное минеральное удобрение - аммиачную селитру.

Жидкий аммиак широко применяется в холодильной, лёгкой, пищевой и других отраслях промышленности.

Водные растворы аммиака используются в различных отраслях промышленности, медицине, в химических лабораториях, в сельском хозяйстве /как удобрение/ и в быту.

Перевалочный комплекс аммиака предназначен для приема аммиака из железнодорожных цистерн, хранения его в изотермических резервуарах и погрузки в танкеры.

Длительный вынужденный простой в строительстве вынудил ПАО «Тольяттиазот» заново инициировать инженерные изыскания и провести корректировку проектной документации. В данной работе рассматриваются вопросы касательно одной из первоочередных задач для опасных производственных объектов – обеспечение промышленной безопасности.

На сегодняшний день в Российской Федерации нет ни одного терминала по перевалке аммиака, поэтому «Перевалочный комплекс аммиака в Темрюкском районе на черном море» в ПАО «Тольяттиазот» является стратегически значимым для государства и входит в Дорожную карту развития морских портов в Азово-Черноморском бассейне, утвержденную правительством России. Благодаря терминалу экспортные потоки будут перенаправлены из зарубежья в российский порт.

# **1 Характеристика производственного объекта**

## **1.1 Расположение**

Комплекс по перевалке аммиака, именуемый также склад жидкого аммиака, располагается в районе мыса Железный рог Российского побережья Черного моря. Согласно своду правил от 01.01.2013 СП 131.13330.2012 район расположения перевалочного комплекса аммиака относится к ПШБ климатическому подрайону, климат субтропический, с тёплой зимой и жарким летом:

«Метеорологические характеристики района:

- Атмосферное давление: 758 мм. рт. ст.;
- Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92: минус 19 °С;
- Средняя температура наиболее тёплого месяца (июль): 23,3 °С;
- Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль – восточное, июнь-август – северо-восточное;
- Сейсмичность района – 8 баллов, для строительства ответственных и особо ответственных объектов – 9 баллов» [2].

В направлении северо-северо-восток на расстоянии 2 км расположена железнодорожная станция «Тамань-Пассажирская».

В направлении северо-восток на расстоянии 5 км расположена станция Тамань.

В восточном направлении на расстоянии 1,5 км непассажирская станция «Железный рог».

В восточном направлении на расстоянии 11 км поселок Прогресс.

В восточном направлении на расстоянии 7 км поселок Таманский.

В направлении юго-восток на расстоянии 9,5 км поселок Артющенко.

В направлении юго-юго-восток на расстоянии 2,8 км поселок Волна.

В южном направлении на расстоянии 2,8 км порт Тамань.

На расстоянии 1 км на запад расположен склад нефтепродуктов ЗАО «Таманьнефтегаз».

Расположение изотермических резервуаров на топографической карте представлено на рисунке А.1 приложения А.

Данные об общей численности иных физических лиц, размещённых вблизи перевалочного комплекса, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные об общей численности иных физических лиц, размещённых вблизи перевалочного комплекса

Наименование предприятия	Численность, чел
Перегрузочный комплекс СУГ ЗАО «Таманьнефтегаз»	263
Перегрузочный комплекс мазута ЗАО «Таманьнефтегаз»	124

Данные об общей численности иных физических лиц, проживающих в населенных пунктах и находящихся на базах отдыха, размещенных вблизи комплекса, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные об общей численности иных физических лиц, проживающих в населенных пунктах и находящихся на базах отдыха, размещенных вблизи комплекса

Наименование населённого пункта	Численность, чел
Станица Тамань	10227
Поселок Таманский	1930
Поселок Артющенко	105
Поселок Прогресс	1192
Поселок Волна	553
База отдыха «Факел»	До 300

## **1.2 Производимая продукция или виды услуг**

Перевалочный комплекс аммиака в Темрюкском районе на Черном море предназначен для приема аммиака из железнодорожных цистерн, хранения его в изотермических резервуарах и погрузки в танкеры.

Характеристики вещества, обращающегося в перевалочном комплексе, приведены в таблице Б.1 приложения Б.

### 1.3 Технологическое оборудование

В состав перевалочного комплекса входят: склад аммиака, а также вспомогательные объекты, обеспечивающие работоспособность склада аммиака.

Состав склада аммиака:

- Эстакада слива аммиака;
- Приемная емкость с сепаратором;
- Резервуары изотермического хранения;
- Компрессия с наружной установкой;
- Насосная отгрузки аммиака;
- Система откачки проливов из поддона резервуаров;
- Межцеховые коммуникации;
- Факельная установка;
- Компрессия воздуха КИП;
- Электростанция, бойлерная;
- Блок разделения воздуха;
- АБК с ЦПУ и лабораторией.

В данной работе рассматривается промышленная безопасность резервуаров изотермического хранения, входящих в состав склада жидкого аммиака. Изотермические резервуары конструктивно выполнены в виде двустенных резервуаров с равнопрочными стенками.

Внутренний резервуар, в котором хранится аммиак, представляет собой цилиндрический сосуд с подвесной крышей. Подвесная крыша вместе с изоляцией подвешивается к крыше наружного резервуара. Внутренний резервуар оборудован устройствами для подавления волны жидкого аммиака, образующейся в случае сейсмического воздействия.

Согласно п. 4.3.10 Правил безопасности для наземных складов жидкого аммиака «устройство проходов штуцеров через наружную стенку двустенного резервуара должно быть снабжено компенсаторами» [9].

Пространство между наружным и внутренним резервуарами заполнено изоляционным материалом (перлитом).

Параметры резервуаров были выбраны исходя из грузоподъемности танкеров, намечаемых к загрузке (не более 30000 т):

- Диаметр внутреннего резервуара – 60 м;
- Высота внутреннего резервуара – 17,5 м;
- Диаметр наружного резервуара – 61,7 м;
- Высота наружного резервуара – 18,5 м.

Фактическая вместимость каждого резервуара нетто составляет 30890 т (45230 м<sup>3</sup>) жидкого аммиака. Из соображений безопасности заполнен один резервуар на 93 %. Таким образом склад аммиака обеспечивает загрузку танкера вместимостью 30000 т.

#### 1.4 Виды выполняемых работ – хранение жидкого аммиака

Организационная структура склада жидкого аммиака представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Организационная структура склада жидкого аммиака



В соответствии с организационной структурой был составлен перечень рабочих мест, представленный в таблице Б.2 приложения Б.

Штатное расписание определено в соответствии с ОК 016-94, с учетом требований инструкций по эксплуатации технологического оборудования, организации технологического процесса, количества и длительности смен и приведено в таблице 3[10].

Таблица 3 – Штатное расписание

Профессия, должность	Код по ОК 016-94 [11]	Количество работающих, чел.			Итого, чел.
		В смену	Сменных	Подмена	
Начальник смены	24945	1	3	-	4
Мастер цеха	24013	1	3	-	3
Сливщик-разливщик	18598	8	24	2	34
Машинист компрессорных установок	13775	2	6	1	9
Машинист воздухоразделительных установок	13631	1	3	-	4
Машинист насосных установок	13910	2	6	1	9
Оператор технологических установок	16081	5	15	2	22
Начальник лаборатории	24594	1	-	-	1
Лаборант	23690	2	6	-	8

## **2 Технологический раздел**

### **2.1 План размещения основного технологического оборудования**

План размещения основного технологического оборудования представлен на рисунке А.2 приложения А.

Генеральный план площадки склада жидкого аммиака решен с учетом поточности технологического процесса и кратчайших технологических связей. Предусмотрено группирование объектов по функциональному назначению и зонирование территории.

Группа из двух изотермических резервуаров хранения жидкого аммиака имеет сплошное ограждение, состоящее из железобетонной стены высотой 2,7 м, а также земляного вала шириной по верху 2,0 м. Кроме того, между резервуарами установлена разделительная перегородка высотой 1,25 м.

Для обслуживания и ремонта резервуаров предусмотрены заезды внутрь обвалования и подъезды к ним с усиленными твердыми покрытиями.

Внутри ограждения резервуаров предусмотрен приямок для сбора и эвакуации проливов аммиака и атмосферных осадков.

Благоустройство территории предусматривается путем организации подходов к зданиям и сооружениям. Значительная роль в благоустройстве отводится озеленению. Озеленение территории производится на свободных от застройки и твердых покрытий участках путем устройства газонов, а также посадкой деревьев и кустарников.

### **2.2 Описание технологического процесса**

Технологическая схема работы комплекса по перевалке аммиака отображена в таблице Б.3 приложения Б.

Принципиальная технологическая схема представлена на рисунке А.3 приложения А.

Аммиак на склад поступает с железнодорожной станции «Тольяттиазот» составами по 14 цистерн в каждом. Состав подается к одной из трех сливных эстакад. После установки состава проводятся операции по подсоединению каждой цистерны к системе слива.

Аммиак сливаемый из железнодорожных цистерн, подается, через газогенератор S1.1.3 и счетчик учета жидкого аммиака, в систему предиспарителя – приемную испарительную емкость D1.1.2.

Жидкий аммиак из приемной емкости подается в одно из двух изотермических хранилищ АТ1.2.1 или АТ1.2.2. В хранилищах происходит дальнейшее охлаждение аммиака до температуры хранения минус 33 °С.

В случае появления утечки аммиака из одного резервуара для хранения, второй должен быть способен принять аммиак, содержащийся в освобождаемом резервуаре.

Один и тот же резервуар не может одновременно и освободиться, и заполняться. Если один резервуар выбран для приема продукта, то другой используется для загрузки судна или охлаждения трубопровода.

Давление в каждом резервуаре должно поддерживаться в диапазоне 5500-8500 Па.

Избыточное количество газообразного аммиака, образующееся при быстром испарении в процессе разгрузки железнодорожных цистерн, отводится из изотермического хранилища на линию повторного ожижения.

Оба резервуара, находящиеся в эксплуатации, соединены газовым коллектором диаметром 800 мм для выравнивания давления.

Во время загрузки судна без возврата газообразного аммиака для поддержания давления в изотермическом резервуаре используется испаритель E1.1.4.

Для защиты резервуаров от понижения давления ниже расчетного установлены предохранительные клапаны, которые обеспечивают подачу атмосферного воздуха в резервуары при понижении давления.

Так же для защиты от превышения расчетного давления резервуары оборудованы предохранительными клапанами.

Во избежание обмерзания основание каждого резервуара оборудовано системой обогрева, обеспечивающей поддержание температуры +3 °С.

Перечень основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества, представлен в таблице Б.4 приложения Б.

### **2.3 Анализ производственной безопасности путем идентификации опасных и вредных производственных факторов и рисков**

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-15 опасные и вредные производственные факторы – это «совокупность неблагоприятных производственных факторов и подчеркивает большую значимость «опасных» факторов, могущих привести к внезапной смерти, по сравнению с «вредными» факторами» [11].

Опасные и вредные производственные факторы неразрывно связаны между собой. При некоторых условиях вредные производственные факторы могут стать опасными.

В таблице Б.5 приложения Б приведены результаты идентификации опасных и вредных производственных факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003.15 [11].

Основными ОВПФ для работников является психофизиологические факторы:

- «Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой;
- Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой;
- Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].

## **2.4 Анализ средств защиты работающих (коллективных и индивидуальных)**

В соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 «средства защиты работающих должны обеспечивать предотвращение или уменьшение действия опасных и вредных производственных факторов» [12].

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 августа 2011 года № 906н персоналу выдаётся специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ, перечень которых представлен в таблице Б.6 приложения Б [13].

Работники склада хранения жидкого аммиака обеспечены всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормативной документацией.

## **2.5 Анализ травматизма на производственном объекте**

Как отмечают специалисты «анализ несчастных случаев на производстве – это исследование и распределение несчастных случаев на производстве по видам производств, травмирующим факторам и причинам их возникновения в целях выявления общих тенденций и принятия предупреждающих мер....

На практике для анализа несчастных случаев на производстве с целью установления и ликвидации вызывающих их причин применяют:

1. Статистический метод анализа несчастных случаев на производстве основан на изучении причин травматизма по документам, регистрирующим уже совершившиеся несчастные случаи на производстве. Этот метод позволяет получить сравнительную динамику травматизма в структурных подразделениях и организации в целом...

2. Монографический метод анализа производственного травматизма включает в себя детальное исследование всего комплекса условий, при которых произошел несчастный случай: трудовой и технологический процессы, организация рабочего места, основное и вспомогательное

оборудование, обрабатываемые материалы, используемое сырье, индивидуальные средства защиты, производственная среда и т.д....» [14].

Для анализа травматизма на ПАО «Тольяттиазот» был использован статистический метод. Статистический метод нагляден и позволяет проследить динамику травматизма и причин его возникновения за счет построения диаграмм и графиков.

На рисунке 2 представлена статистика травматизма в ПАО «Тольяттиазот» в период с 2009 по 2018 гг.

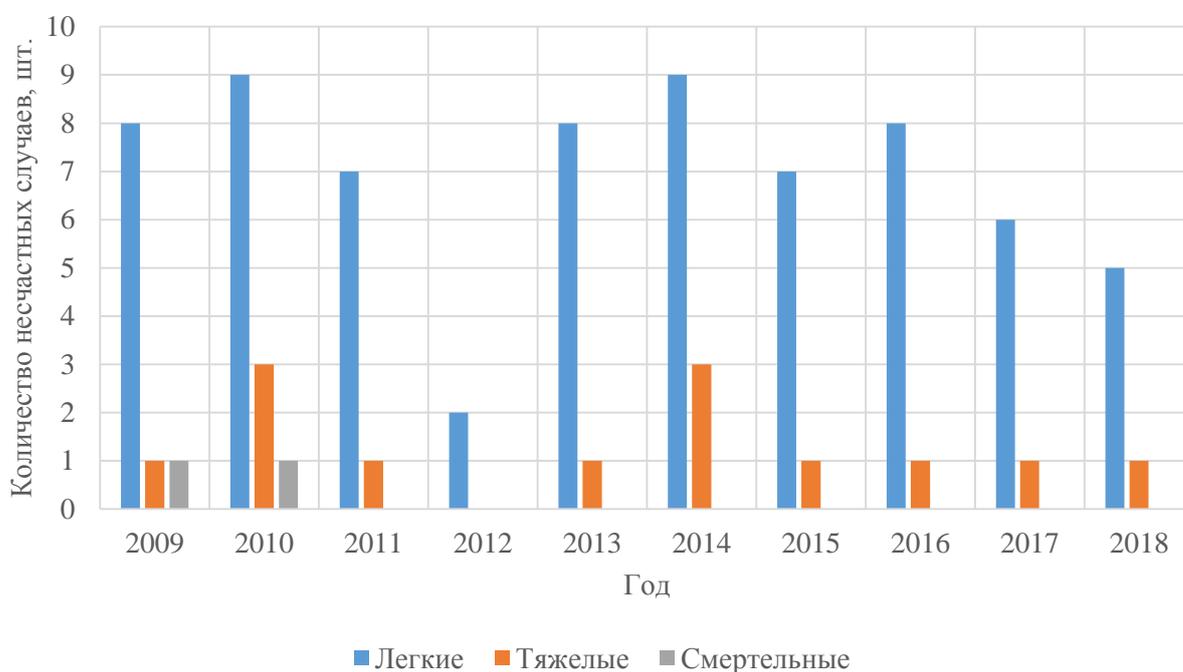
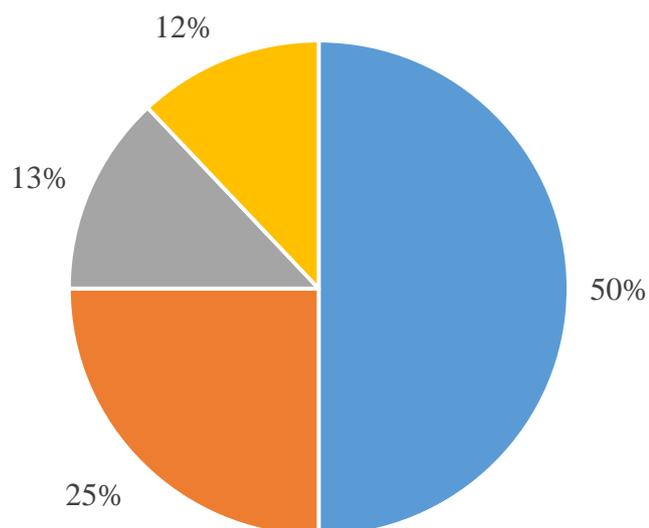


Рисунок 2 – Статистика травматизма в ПАО «Тольяттиазот» в период с 2009 по 2018 гг.

Гистограмма на рисунке 2 показывает снижение травматизма и отсутствие смертельных случаев с 2010 года. Такие показатели были достигнуты за счет непрерывного совершенствования политики в области охраны труда на ПАО «Тольяттиазот».

На рисунке 3 представлена статистика по основным видам травм.

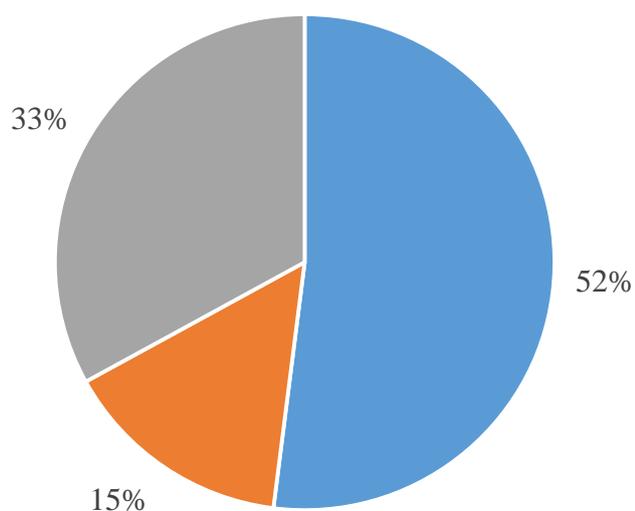


■ Порезы и ушибы ■ Ожоги ■ Удар электротоком ■ Отравление

Рисунок 3 – Статистика травматизма по видам полученных травм

Круговая диаграмма на рисунке 3 свидетельствует о том, что 50 % полученных травм «легкого» характера и не требуют хирургического вмешательства.

На рисунке 4 отображена зависимость травматизма от стажа работы.



■ от 0 до 5 лет ■ от 6 до 11 лет ■ свыше 12 лет

Рисунок 4 – Статистика травматизма в зависимости от стажа работы

Круговая диаграмма на рисунке 4 показывает, что наиболее вероятен травматизм среди сотрудников со стажем работы до 5 лет (33 %) и свыше 12 лет (52 %). Причины следующие:

- Работники с небольшим стажем недостаточно владеют навыками безопасного производства и обладают меньшими знаниями правил и инструкций по охране труда.
- Работники-профессионалы с большим стажем работы адаптируются к потенциальным угрозам и существующим рискам. Утрачивается бдительность, проявляется беспечность и игнорирование безопасных методов труда.

На рисунке 5 отображена зависимость травматизма от возраста работников.

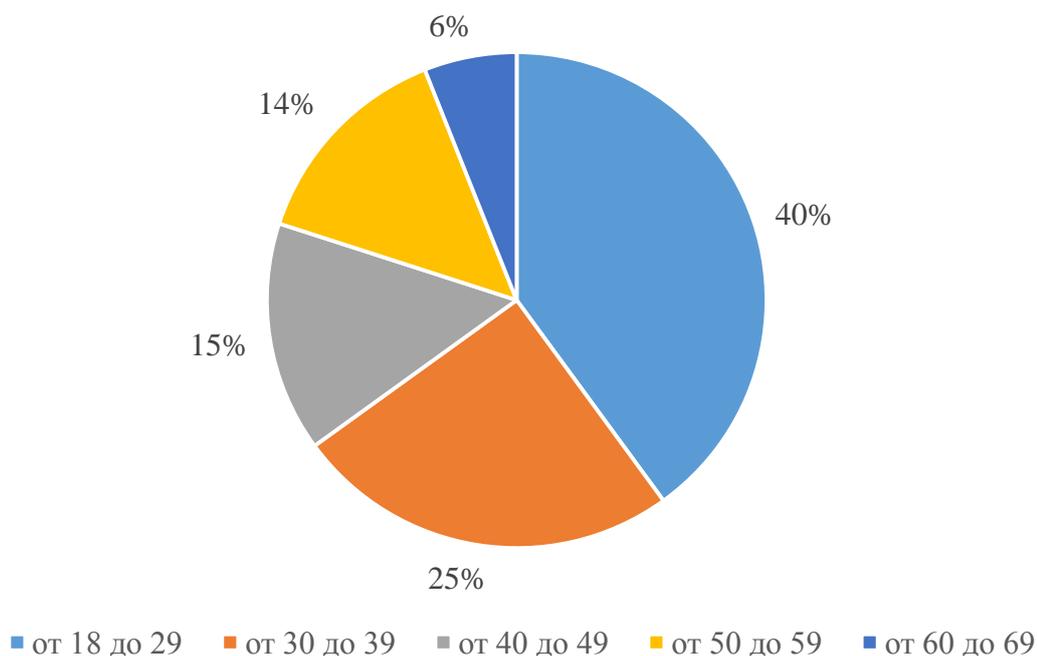


Рисунок 5 – Статистика травматизма в зависимости от возраста работников

Данные круговой диаграммы на рисунке 5 перекликаются с данными диаграммы на рисунке 4. Большинство имевших место фактов травматизма приходится на молодой (и зачастую менее опытный) коллектив.

На рисунке 6 изображен график зависимости травматизма от времени суток.

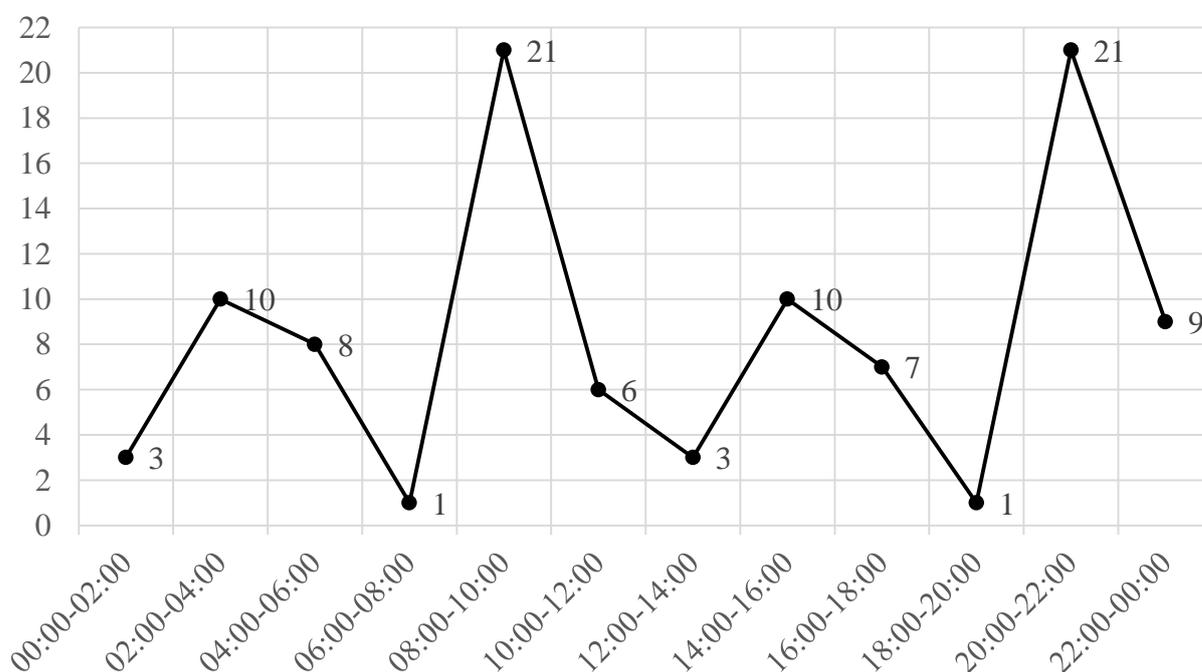


Рисунок 6 – Статистика травматизма в зависимости от времени суток

Пиковые значения на рисунке 6 свидетельствуют о том, что наибольшее количество травматизма происходит в первые часы рабочих смен. Это объясняется тем, что работники, принимая смену, не сразу «включаются» в рабочий процесс и допускают нарушения техники безопасности и охраны труда.

На рисунке 7 представлены основные причины травматизма.

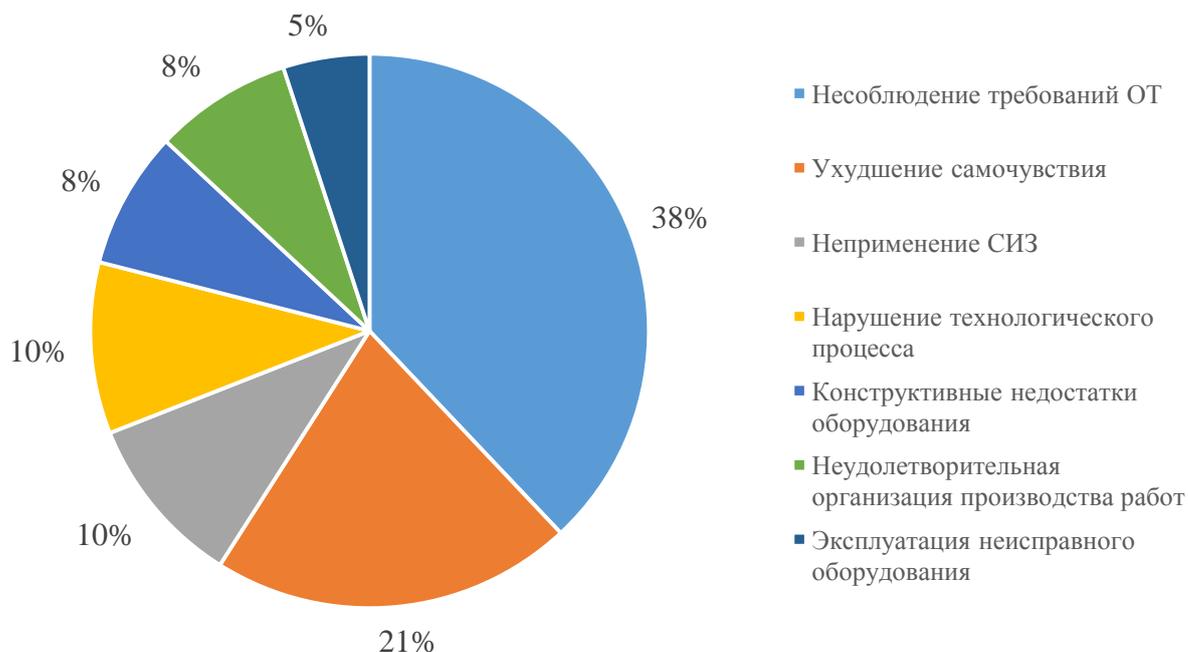


Рисунок 7 – Статистика травматизма в зависимости от причин

Ожидается, что основной причиной травматизма является несоблюдение требований охраны труда. Для снижения доли этого фактора в ПАО «Тольяттиазот» проводятся все требуемые законодательством Российской Федерации мероприятия. Следующим по «весомости» фактором является ухудшение самочувствия сотрудников. Связано это с высоким средним возрастом сотрудников. Для снижения влияния данного фактора проводится социальная политика, направленная на «омоложение» кадров и улучшение здоровья уже работающих сотрудников.

### **3 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда**

#### **3.1 Мероприятия по снижению воздействия факторов и обеспечению безопасных условий труда**

Опираясь на описание технологического процесса и таблицу Б.5 приложения Б можно сделать вывод, что у оператора ДПУ основными опасными и вредными производственными факторами являются умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов и монотонность труда. В соответствии с федеральным законом от 30.12.2001 № 197-ФЗ для снижения влияния этих факторов на персонал предусмотрено установление наиболее целесообразных режимов труда и отдыха [15].

«Общими требованиями к режиму работы являются:

- Оптимальное согласование нормального времени работы людей с плановым временем эффективной работы оборудования.
- Обеспечение рациональности режима труда и отдыха работников. Под этим понимается такое чередование периодов труда и отдыха, которое позволяет сохранять здоровье работников, поддерживать достаточно высокий уровень их работоспособности, обеспечивать нормальную физическую и нервно-психическую нагрузку.
- Соблюдение установленной законом общей продолжительности рабочего времени. Для этого проводится расчёт нормального числа часов работы в году и месяце, а также делается расчёт баланса (бюджета) рабочего времени одного рабочего.
- Обеспечение равномерного чередования времени работы и перерывов между сменами, для чего рассчитывается продолжительность цикла оборота смен - периода, за который все рабочие и бригады отработают во всех сменах, предусмотренных графиками.

- Ограничение количества графиков на предприятии, поскольку их большое число затрудняет организацию труда и усложняет процесс управления производством» [16].

График труда для работников установлен в соответствии с федеральным законом от 30.12.2001 № 197-ФЗ [15].

Обозначим режим работы начальника смены, мастера цеха, сливщика-разливщика, машиниста компрессорных установок, машиниста воздуходелительной установки, машиниста насосных установок, оператора технологических установок, лаборанта:

Работа в две смены по 12 часов:

- 1-я дневная смена (начало работы в 8:00, окончание в 20:00);
- 2-я ночная смена (начало работы в 20:00, окончание в 8:00);
- Два дня выходных;
- Норма отработанных часов в неделю – 40 часов.

Обозначим режим работы начальника лаборатории:

- Пятидневная рабочая неделя;
- Работа в одну смену (начало работы в 8:00, окончание в 17:00);
- Два дня выходных – суббота, воскресенье (плюс государственные праздники);
- Норма отработанных часов в неделю – 40 часов.

Согласно официальному сайту ПАО «Тольяттиазот» «работникам предприятия предоставляются все возможности для полноценного отдыха. Уходящим в отпуск в зимнее время (с октября по апрель), предоставляются к отпуску 4 дополнительных оплачиваемых дня. В компании есть широкие возможности для отдыха, большой популярностью пользуется, в частности, санаторий «Надежда». Сотрудники компании и члены их семей лечатся и отдыхают в санатории по льготной десятипроцентной цене» [17].

Кроме того, специально для организации отдыха создано туристическое агентство «ТООАЗ-Тур». На комфортабельных автобусах по льготной цене ежегодно порядка ста сотрудников компании совершают

поездки за рубеж, около тысячи сотрудников и членов их семей отдыхают на побережье Чёрного моря, в Новороссийске и Адлере.

### **3.2 Результаты мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов и обеспечению безопасных условий труда**

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 1 марта 2012 года № 181н, и, опираясь на проведенную идентификацию опасных и вредных производственных факторов, предложены мероприятия по снижению их воздействия и повышению безопасности условий труда – таблица Б.7 приложения Б [18].

Одним из основных мероприятий в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 1 марта 2012 года № 181н является «проведение специальной оценки условий труда, оценки уровней профессиональных рисков» [18].

Согласно Федеральному закону от 28.12.2013 № 426-ФЗ ст. 3 «специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса (далее также - вредные и (или) опасные производственные факторы) и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [19].

Результаты проведенной специальной оценки условий труда представлены в таблице Б.8 приложения Б.

## **4 Научно-исследовательский раздел**

### **4.1 Выбор объекта исследования, обоснование**

На существующих ОПО ПАО «Тольяттиазот», за последние 5 лет крупных аварий и инцидентов с выбросами веществ, опасных для здоровья персонала не зафиксировано.

Причины аварий:

- Отказы оборудования – 27 %;
- Ошибочные действия работников – 55 %;
- Воздействия извне – 13 %;
- Неустановленные причины – 5 %.

Рассмотрим основные возможные причины возникновения аварий для резервуаров изотермического хранения.

1) Отказ оборудования:

- «Прекращение подачи энергоресурсов» [20];
- «Коррозия и эрозия оборудования и трубопроводов» [20];
- «Физический износ, механическое повреждение и температурная деформация» [20];
- «Причины, связанные с типовыми процессами» [20].

Типовыми процессами для резервуаров изотермического хранения являются гидродинамические процессы, связанные со следующими типами оборудования:

- Насосное оборудование;
- Резервуары различных типов;
- Трубопроводы различной номенклатуры и протяжённости.

Трубопроводные системы имеют большое количество сварных и фланцевых соединений, запорной и регулирующей арматуры. Разгерметизация трубопроводов может привести к выбросу веществ, транспортируемых по ним.

«Прекращение подачи энергоресурсов может привести к нарушению нормального режима работы установки, выходу параметров за критические значения и аварии» [20].

Коррозия и эрозия могут стать причиной частичной разгерметизации и при несвоевременном контроле состояния оборудования и трубопроводов могут привести к аварийной ситуации.

«Прекращение подачи энергоресурсов может привести к нарушению нормального режима работы установки, выходу параметров за критические значения и аварии» [20].

## 2) Ошибки персонала:

«Особую опасность представляют ошибки при пуске и остановке оборудования, ведении ремонтных, профилактических и других работ, связанных с неустойчивыми переходными режимами с освобождением и заполнением оборудования опасными веществами» [20].

## 3) Эксплуатационные причины разрушения:

- Дефект конструкции и дефект материала;
- Образование усталостных трещин в сварных швах и основном металле в процессе старения;
- Разрушение сварных и фланцевых соединений;
- Коррозия;
- Перелив;
- Нарушение требований регламентов (рабочих инструкции).

Представленные причины могут привести к авариям с тяжелейшими последствиями и подтверждают правильность выбора в качестве объекта исследования резервуаров изотермического хранения.

## **4.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения безопасности**

Для обеспечения безопасности и минимизации риска возникновения аварийных ситуаций реализованы следующие решения:

- «Материалы, конструкция сосудов и трубопроводов рассчитаны на обеспечение прочности и надежной эксплуатации в рабочем диапазоне температур» [21];
- Применяемые конструкционные материалы, по коррозионной стойкости и эрозионному износу соответствуют условиям эксплуатации;
- Внутренняя поверхность ёмкостного оборудования защищена специальным покрытием;
- Защита оборудования и трубопроводов от эрозии осуществляется подбором оптимальных скоростей движения среды, выбором необходимого сечения трубопроводов, параметров насосного оборудования;
- Организован систематический контроль технического состояния подвижных узлов (сальников) арматуры для предупреждения их разгерметизации;
- Защита трубопроводов от температурных деформаций достигается установкой опор соответствующей конструкции и компенсаторов, рациональностью прокладки с учётом самокомпенсации;
- Использование уровнемеров для определения уровня аммиака в ёмкостях для его хранения;
- Проведение технического обслуживания и ремонта ёмкостей, трубопроводов и арматуры в соответствии с системой планово-предупредительного ремонта, ремонта по техническому состоянию оборудования;
- Наружная поверхность хранилищ и трубопроводов имеет антикоррозионное покрытие.

Для снижения риска развития аварий и минимизации объемов выбросов опасных веществ выполнены следующие мероприятия:

- Использование предохранительно-впускного клапана;
- Концы всех вентилях закрываются заглушками;
- Наличие на наливной эстакаде заглублённой ёмкости с самовсасывающим насосом;
- Оснащение резервуарного парка поддоном, разделенным на секторы и рассчитанным на приём разлившейся из резервуара жидкости;
- Розливы аммиака из поддона резервуарного парка перекачиваются насосом, установленным за обвалованием резервуаров;
- Предусмотрена эвакуация персонала в случае разрушения резервуара, включение системы пожаротушения в автоматическом или ручном режиме, прекращение всех видов работ.

### **4.3 Предлагаемое или рекомендуемое изменение**

Для оценки риска возникновения аварийных ситуаций был использован метод сценариев аварий с участием опасных веществ.

«Под сценариями возможных аварий подразумеваются последовательность логически связанных между собой отдельных событий (истечение, выброс, испарение, рассеяние, дрейф паров, воспламенение, горение/взрыв, воздействие на людей и соседнее оборудование и т.п.), которые обуславливаются конкретным иницирующим событием. Одно иницирующее событие, в зависимости от условий, может вызвать развитие аварийной ситуации по сценариям с различными конечными событиями» [22].

Возникающие на объекте возможные аварии необходимо рассматривать с точки зрения возможности развития аварийной ситуации, которые связаны с выбросами и утечками из трубопроводов и оборудования токсичных и взрывопожароопасных веществ.

Для количественной оценки, исходя из особенностей технологической схемы, расположения оборудования, характера распределения опасных веществ, были разработаны следующие наиболее вероятные и опасные по своим последствиям сценарии:

Сценарий С1 (наиболее опасный): Разгерметизация (полное разрушение) изотермического хранилища с аммиаком → мгновенный выброс большой массы аммиака → испарение жидкости за счёт теплопритока от окружающей среды и подстилающей поверхности → формирование ПГВС с последующим воспламенением при появлении источника зажигания → воздействие избыточного давления на технологическое оборудование, здания и сооружения, персонал.

Сценарий С2: Разгерметизация (полное разрушение) изотермического хранилища с аммиаком → мгновенный выброс большой массы аммиака → испарение жидкости за счёт теплопритока от окружающей среды и подстилающей поверхности → появление источника зажигания → пожар пролива → воздействие теплового излучения на технологическое оборудование, здания и сооружения, персонал.

Сценарий С3 (наиболее вероятный): Разгерметизация (частичное разрушение) технологического трубопровода от изотермического хранилища с аммиаком → выброс большой массы аммиака → испарение жидкости за счёт теплопритока от окружающей среды и подстилающей поверхности → формирование ПГВС с последующим воспламенением при появлении источника зажигания → воздействие избыточного давления на технологическое оборудование, здания и сооружения, персонал.

Сценарий С4: Разгерметизация (частичное разрушение) технологического трубопровода от изотермического хранилища с аммиаком → выброс большой массы аммиака → испарение жидкости за счёт теплопритока от окружающей среды и подстилающей поверхности → появление источника зажигания → пожар пролива → воздействие теплового

излучения на технологическое оборудование, здания и сооружения, персонал.

Сценарий С5 (наиболее опасный): Разгерметизация (полное разрушение) изотермического хранилища с аммиаком → выброс большой массы аммиака → испарение жидкости за счёт теплопритока от окружающей среды и подстилающей поверхности → формирование токсичного облака → токсичное воздействие на людей.

Сценарий С6 (наиболее вероятный): Разгерметизация (частичное разрушение) технологического трубопровода от изотермического хранилища с аммиаком → выброс большой массы аммиака → испарение жидкости за счёт теплопритока от окружающей среды и подстилающей поверхности → формирование токсичного облака → токсичное воздействие на людей.

Для подсчёта частот реализации выбранных сценариев был использован метод «построения логического дерева событий». Анализ дерева событий представляет собой «осмысливаемый вперёд» процесс.

Частота реализации каждого сценария аварии рассчитывалась как произведение вероятности возникновения аварии на условную вероятность реализации конкретного исхода аварии, при этом условная вероятность инициирующего события принималась равной 1.

«Деревья событий» для выбранных сценариев были построены в соответствии с [23], [24], [46], [47], [48], [4] и [50] и изображены на рисунках А.4 и А.5 приложения А.

Частоты реализации инициирующих событий выбраны в соответствии с [22], [23], [46] и [47]. Результаты расчётов частот реализации сценариев аварий представлены в сводной таблице 4.

Таблица 4 – Частоты реализации возможных сценариев аварий

Обозначение сценария аварии	Основной поражающий фактор	Частота реализации, год <sup>-1</sup>
C1	Ударная волна	$1,71 \cdot 10^{-9}$
C2	Тепловое излучение	$1,14 \cdot 10^{-8}$
C3	Ударная волна	$6,27 \cdot 10^{-10}$
C4	Тепловое излучение	$4,18 \cdot 10^{-9}$
C5	Токсическое воздействие	$2,18 \cdot 10^{-8}$
C6	Токсическое воздействие	$8,00 \cdot 10^{-9}$

Оценка количества веществ, участвующих при реализации сценариев аварий, осуществлялась с использованием рекомендаций и методик [24], [25], [26] и [27].

Количество опасного вещества, участвующее в аварии при разрушении технологического оборудования, принималось равное сумме:

- Массы вещества, содержащегося в аварийном аппарате;
- Массы вещества, находящегося в участках трубопроводов, ограниченных запорной арматурой и аварийным аппаратом;
- Массы вещества, поступившей из примыкающих к аппарату трубопроводов за время закрытия отсечных клапанов.

Для оценки возможных последствий наиболее вероятных аварий рассматривались аварийные ситуации, связанные с полной разгерметизацией оборудования или коммуникаций.

Наиболее вероятная авария принималась исходя из частоты возникновения аварии данного сценария согласно «дереву событий».

Расчетно-пояснительная записка представлена в приложении В.

Самым доступным и безопасным поглотителем газообразного аммиака является вода. При организации водяной завесы протяженность зоны токсического поражения резко снижается, что в свою очередь минимизирует риск токсического поражения и летального исхода среди персонала и третьих лиц.

Согласно работе Karin Hald и его соавторов, «из известных на данный момент средств ограничения распространения облаков пара опасных веществ

наибольший интерес представляют завесы, так как они довольно эффективны, универсальны к различным типам веществ, высвобождающихся в результате аварии, также они просты в использовании» [51].

Согласно работе Morshed A. Rana и его соавторов, «жидкостные и газообразные завесы формируются с помощью форсунок в форме конуса, цилиндрических патрубков, размеры которых варьируются в зависимости от требуемых параметров завесы. По трубопроводу под давлением подаётся вода, пар или воздух, в зависимости от того, какой тип завесы необходимо создать» [52].

Согласно работе G. Dusserre и его соавторов, «защитное действие водяной завесы включает комбинацию следующих механизмов:

- Разбавление парогазовой смеси воздухом, захватываемым водяными струями;
- Тепловой эффект вследствие испарения капель воды;
- Абсорбция опасного вещества каплями воды» [53].

Исследования, проведенные Кузнецовым К. М. и соавторами, содержат следующие выводы:

- «Увеличение давления воды перед форсункой приводит к увеличению эффективности завесы;
- При расчете без учета абсорбции значения токсидоз при включенной и отключенной завесе на удалении от источника практически совпадают вследствие отсутствия поглощения газа;
- При расчетах без учета абсорбции газа каплями воды размеры зон пороговой и смертельной токсидозы увеличиваются, что позволяет говорить о том, что степень влияния эффекта абсорбции значительна» [29].

#### **4.4 Выбор технического решения**

При выборе технического решения в данной работе была рассмотрена полезная модель № 131629 – Устройство для обезвреживания аварийных выбросов высокотоксичного аммиака.

«Полезная модель относится к автоматизированным системам для обезвреживания аварийных выбросов высокотоксичного аммиака и может быть использована на производствах, применяющих его в качестве реагента или хладоносителя путем поглощения его водой...

...Устройство для обезвреживания аварийных выбросов высокотоксичного аммиака работает следующим образом. При возникновении аварийной ситуации выброса токсичного аммиака датчик на аммиак определяет превышение содержания аммиака в атмосфере над предельно допустимой концентрацией, на основании чего автоматически срабатывают быстродействующие водяные краны с оросителями, в результате чего в течение 30 секунд образуется туманное водяное облако, обезвреживающее аммиак, под прикрытием которого работник бежит к выходу и покидает опасную зону» [30].

Недостаток состоит в том, что полезная модель рассчитана и смоделирована для использования внутри производственных помещений где работает персонал и в нашем случае не применима в полном объеме.

Предлагаемое решение: автоматизированная система для обезвреживания аварийных выбросов высокотоксичного аммиака представляет собой систему форсунок, установленных на верхнем крае поддона с углом распыления 30 градусов от вертикальной оси, включающей систему магистралей воды с равномерно распределенными вертикально установленными газоанализаторами, в качестве которых использованы датчики на аммиак. При возникновении аварийной ситуации выброса токсичного аммиака по сигналу датчиков о превышении содержания аммиака в атмосфере над предельно допустимой концентрацией включаются быстродействующие водяные краны. Поступающая через форсунки вода

образует туманное водяное облако, обезвреживающее аммиак. Под прикрытием водяного облака работники эвакуируются из зоны токсического поражения.

Автоматизированная система находится в режиме постоянной готовности к созданию сплошного защитного водяного облака против аварийного выброса аммиака.

## **5 Раздел «Охрана труда»**

### **5.1 Разработка документированной процедуры по охране труда**

Согласно ГОСТ Р 12.0.230-2007 «система управления охраной труда (occupational safety and health management system): Набор взаимосвязанных или взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели по охране труда и процедуры по достижению этих целей» [31].

Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 августа 2016 года № 438н регламентирует «процедуры, направленные на достижение целей работодателя в области охраны труда» [32].

Одной из наиболее важных процедур системы управления охраной труда является процедура обеспечения работников средствами индивидуальной защиты.

Документированная процедура обеспечения работников средствами индивидуальной защиты разработана в соответствии с Р 50.1.028-2001 с использованием методологии моделирования IDEF0, «IDEF0 используется для создания функциональной модели, отображающей структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, преобразуемых этими функциями» [33].

Документированная процедура обеспечения работников средствами индивидуальной защиты изображена на рисунке А.6 и А.7 приложения А.

## 6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

### 6.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

Для перевалочного комплекса основными источниками выбросов вредных веществ в атмосферу являются:

- Газотурбинные установки, работающие на природном газе (привода компрессоров);
- Газопоршневые двигатели (электростанция);
- Маневровые тепловозы, формирующие железнодорожные цистерны под слив;
- Факел с дежурными горелками.

Незначительное количество аммиака выделяется при сливе ж/д цистерн, в неплотностях на складе аммиака с сливной эстакадой, от рукавов на стенде налива на причале и неплотностей стендера налива на причале.

Также незначительное количество загрязняющих веществ поступает в атмосферу от транспортного комплекса (гараж) с участком техобслуживания и пожарных машин.

Характеристики и параметры выбросов вредных веществ приведены в таблице Б.9 приложения Б, а валовые выбросы – в таблице 5.

Таблица 5 – Количество валовых выбросов

Вещество	Класс опасности	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Выброс вещества	
		м.р.	с.с.	г/с	т/год
Диоксид азота	2	0,085	0,04	5,681	148,598
Оксид азота	3	0,4	0,06	0,922	24,126
Оксид углерода	4	5	3	5,156	139,200
Аммиак	4	0,2	0,04	0,092	1,097
Метан		50 ОБУВ		0,008	0,252
Сажа	3	0,15	0,05	0,068	2,144

В процессе эксплуатации комплекса образуются:

- Отходы силикагеля и коксового орешка при осушке воздуха КИП;
- Отработанное масло в компрессорной;
- Твердые бытовые отходы.

Замена силикагеля и коксового орешка производится 1 раз в 2 года, масла – 2 раза в год. Отходы собираются в контейнера и по мере накопления вывозятся на захоронение или переработку. Характеристика отходов представлена в таблице Б.10 приложения Б.

Производственные сточные воды имеют незначительное загрязнение, поэтому их объединяют с общей бытовой канализацией и направляют на биологические очистные сооружения (БОС), производительностью 400 м<sup>3</sup>/сут.

Производственно-бытовые стоки поступают в приемную камеру, затем в горизонтальную песколовку, далее в компактную установку КУ-200 (2 шт.). В компактной установке одновременно осуществляется очистка сточных вод и минерализация активного ила. Избыточный активный ил с компактных установок периодически удаляется на площадки с искусственным дренажем, а дренажная вода возвращается в голову очистных сооружений.

Предварительно очищенные воды после компактной установки поступают на сооружения доочистки, включающие в себя резервуар промывной воды, приемный резервуар и каркасно-засыпные фильтры. Промывная вода после промывки фильтров сбрасывается в резервуар, а далее в голову очистных сооружений.

После доочистки на фильтрах, сточная вода подается в контактный резервуар для обеззараживания и далее в пруд накопитель-испаритель.

Система ливневой канализации предусматривает сбор ливневых вод, локальную очистку и отвод на БОС. Отвод дождевых стоков с площадки склада осуществляется через разделительную камеру и нефтеловушку в аккумулирующую емкость. После отстаивания (1-2 суток), осветленный сток

используется на полив территории дорог, а неиспользованные очищенные сточные воды порциями подаются на БОС.

## **6.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду**

Согласно официальному сайту ПАО «Тольяттиазот», «за соблюдением экологических нормативов следят санитарно-промышленная лаборатория и лаборатория биологических очистных сооружений. Для мониторинга атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне предприятия и на промышленной площадке была приобретена современная передвижная экологическая автоматизированная лаборатория, которая прошла аккредитацию Госстандарта и соответствует требованиям Росгидромета.

Основа измерительного комплекса – высокочувствительный инфракрасный спектрометр-интерферометр МВ-100 фирмы «ВОМЕМ», который может автоматически определять состав атмосферного воздуха по 20-ти ингредиентам каждые 2-4 минуты, что в 100-500 раз быстрее традиционных методов замера состава атмосферного воздуха» [34].

Для мониторинга атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне комплекса и на промышленной площадке рекомендуется использование подобной передвижной экологической автоматизированной лаборатории.

## **6.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000**

Цель системы экологического менеджмента согласно ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «предложить организациям подход для защиты окружающей среды и реагирования на изменяющиеся экологические условия в балансе с социально-экономическими потребностями» [35].

Согласно с [35], [36] для проведения производственного экологического мониторинга была разработана документированная

процедура наблюдения за состоянием окружающей среды. Процедура разработана в соответствии с Р 50.1.028-2001 с использованием методологии моделирования IDEF0 и изображена на рисунках А.8 и А.9 приложения А [33].

## **7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях**

### **7.1 Анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на данном объекте**

Утечка жидкого или газообразного аммиака может произойти только в результате повреждения хранилища, цистерны, трубопроводов и т.д. (то есть при разгерметизации оборудования). Следует различать повреждения собственно хранилищ, цистерн, трубопроводов и арматуры, причем для арматуры наиболее возможными являются не столько повреждения собственно арматуры, сколько разъемных соединений.

Аммиак в сжиженном состоянии склонен к так называемому «мгновенному» испарению, то есть при нарушении герметичности оборудования часть жидкости мгновенно испаряется, образуя аммиачное облако, оставшаяся часть жидкого аммиака охлаждается или нагревается до точки кипения при атмосферном давлении и продолжает интенсивно испаряться.

Основные факторы и причины, приводящие к возникновению и развитию аварий приведены в таблице Б.11 приложения Б.

### **7.2 Разработка планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМ ЛЛПА) на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах**

Во исполнение требований статьи 10 Федерального закона от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ [37] и в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 26 августа 2013 года № 730 [38], для перевалочного комплекса разработан план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМ ЛЛПА) на опасном производственном объекте.

ПМ ЛЛПА разработан в соответствии с [39] и на основе проектно-строительной и технической документации перевалочного комплекса, с учетом характеристик объектов, возможных источников возникновения аварий и возможных сценариев возникновения и развития аварий.

### **7.3 Планирование действий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов**

Согласно Методическим рекомендация «планы действий по предупреждению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера разрабатываются в городах, сельских районах, других административно-территориальных образованиях и на объектах экономики.

Они предусматривают объем, сроки и порядок выполнения мероприятий РСЧС по предупреждению или снижению последствий крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий при угрозе их возникновения, а также по защите населения, материальных и культурных ценностей, проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ при их возникновении, а также определяют привлекаемые для этого силы и средства» [40].

В случае возникновения чрезвычайных ситуаций предусматривается выполнение следующих мероприятий:

- Своевременное и быстрое оповещение всех рабочих и служащих предприятия о возникновении аварийной ситуации;
- Использование средств индивидуальной защиты;
- Организованный выход рабочих и служащих из зоны химического заражения;
- Розыск и оказание помощи пострадавшим;
- Локализация аварийной ситуации в соответствии с ПМ ЛЛПА;

- Рассредоточение и эвакуация рабочих и служащих, а также членов их семей в загородную зону.

Руководителем работ по локализации, аварии, ликвидации ее последствий, организации проведения спасательных и других подобных работ является главный инженер предприятия. Локализация аварии начинается немедленно с получением сигнала об аварии и осуществляется силами аварийно-технической службы ГО, газоспасательной и пожарной служб во взаимодействии с медицинской частью, службой оповещения, ПР, ПХЗ, и ООП.

К службам ГО относятся следующие ниже перечисленные подразделения:

- Служба убежищ и укрытий, созданная на базе отдела капитального строительства и архитектуры.
- Медицинская служба, созданная на базе медсанчасти.
- Служба охраны общественного порядка.
- Автотранспортная служба.
- Служба оповещения и связи.
- В случае возникновения аварийной ситуации к работам по локализации и ликвидации аварии привлекается пожарная часть.
- Служба радиационной и химической разведки.
- Служба материально-технического обеспечения.
- Служба торговли и питания.

#### **7.4 Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС**

Персонал регулярно обучается порядку действий при возникновении аварий путём проведения учебно-тренировочных занятий. На предприятии разработаны и утверждены ПМ, все позиции планов прорабатываются в течение года. Знание обслуживающим персоналом ПМ, технологических

инструкций и инструкций по охране труда, порядка оказания первой помощи проверяется при очередной проверке знаний.

Централизованное оповещение осуществляется как в рабочее, так и в нерабочее время. Персонал, находящийся на рабочих местах, оповещается звуковым сигналом электрических сирен с последующей передачей текстового сообщения по внутриводской радиосети. Оперативное информирование населения города об авариях и чрезвычайных ситуациях осуществляется диспетчером.

Диспетчер в соответствии с утверждённой инструкцией и на основании проведённого прогнозирования возможной обстановки оповещает рабочих и служащих своего и соседних предприятий по установленной схеме оповещения.

Для обеспечения беспрепятственной эвакуации персонала и ввода, передвижения сил и средств ликвидации чрезвычайных ситуаций предусмотрены эвакуационные пути, а также пути подъезда спецтехники.

Для связи дежурного диспетчера с аварийными службами и работниками предусмотрено несколько систем оповещения:

- Внутриводская телефонная связь;
- Внутриводской радиосети, установлены радиоточки;
- По УКВ-радиосети технологического процесса;
- Пульт селекторной связи с основными цехами.

В ПАО «Тольяттиазот» создана и поддерживается в готовности чёткая система оповещения в случае возникновения чрезвычайной ситуации на опасном производственном объекте. При нештатной ситуации первый заметивший аварию оповещает начальника смены и диспетчера предприятия, который производит оповещение согласно утверждённой схеме оповещения.

## **7.5 Технология ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ в соответствии с размером и характером деятельности организации**

При возникновении чрезвычайной ситуации диспетчер немедленно направляет к месту происшествия аварийно-спасательные службы постоянной готовности: ВГСВ и ПЧ.

Начальник караула пожарной части, прибыв к месту аварии, оценивает обстановку и через центральный пункт пожарной связи имеет право объявить повышенный номер вызова пожарных подразделений и аварийно-спасательной службы.

Подача сигнала «Химическая тревога» является также сигналом для сбора всего командно-начальствующего состава, членов газоспасательных групп, привлекаемых к работам по ликвидации аварий и эвакуации людей.

Локализация аварии с выбросом (разливом) АХОВ начинается немедленно с получением сигнала (информации) об аварии. Локализация аварии осуществляется силами дежурных смен цеха, в котором произошла авария, подразделениями Газоспасательной службы (ВГСВ), пожарной части (ПЧ), военизированной охраны (ВОХР), здравпункта с задачами:

- Цехи: остановка агрегата, перекрытие (отключение) мест разлива АХОВ, его перекачка в свободные ёмкости или нейтрализация;
- ВГСВ: вынос пострадавших из очага химического поражения, прекращение дальнейшего разлива АХОВ непосредственно на месте аварии;
- ПЧ: установка водяных завес на пути распространения облака АХОВ, тушение возникших пожаров, предотвращение их распространения, вынос пострадавших из огня;
- ВОХР: оцепление зоны заражения с наветренной стороны и вдоль её границ с целью предотвращения прохода (проезда) людей на заражённую территорию, выставление поста регулирования (КПП) для пропуска подразделений;

- Здравпункта: оказание первой медицинской помощи пострадавшим, отправка поражённых людей в стационарные лечебные учреждения.

Определение объёма спасательных работ, приёмов и способов их выполнения, привлекаемых сил и средств, расчёт времени на ведение спасательных и других неотложных работ проводится на основании данных разведки.

Спасательные и другие неотложные работы ведутся круглосуточно до их полного окончания в 2-3 и более смен (эшелонов) в зависимости от объёма работ, химической обстановки на объекте и других факторов, влияющих на ведение работ.

При наличии разрушений, препятствующих ведению спасательных работ, аварийно-восстановительные мероприятия осуществляются одновременно с работами по устройству проездов и тушению пожаров силами аварийно-технической и спасательной служб.

Первая помощь пострадавшим оказывается в порядке само- и взаимопомощи, а также медицинским персоналом здравпункта, поликлиники, скорой помощи непосредственно на месте обнаружения поражения.

Врачебная медицинская помощь оказывается, как вблизи очага поражения, так и в стационарных лечебных учреждениях, куда пострадавшие доставляются санитарным автотранспортом, имеющимся в медицинских формированиях, а также, при необходимости, специально выделенным транспортом.

При авариях с выбросом АХОВ рабочие и служащие под руководством начальников цехов (смен) или самостоятельно выходят из зоны поражения в направлениях, указанных в информации дежурного диспетчера, или в направлении, перпендикулярном направлению ветра. Беспрепятственная эвакуация персонала с территории обеспечивается следующими решениями:

- Наличие разветвлённой сети дорог;
- Наличие служебного автотранспорта;

- Проведение эвакуации персонала, во время учебно-тренировочных занятий по ПМ и ПЛА.

## **7.6 Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы или возникновения аварийной или чрезвычайной ситуации**

Используются следующие СИЗ:

- При высоких концентрациях паров (выше ПДК) – в соответствии с ГОСТ 12.4.121-2015 фильтрующий промышленный противогаз марок ДОТ, а также шланговые противогазы ПШ-1 и ПШ-2 [41].
- Для химической разведки и руководителя работ – ПДУ-3 (в течение 20 минут).
- При малых концентрациях в воздухе – спецодежда, промышленный противогаз малого габарита ПФМ-1 с универсальным защитным патроном ПЗУ, автономный защитный индивидуальный комплект с принудительной подачей в зону дыхания очищенного воздуха.
- Для выхода из опасной атмосферы рабочей зоны – фильтрующие и изолирующие самоспасатели типа СП-55м, изолирующий самоспасатель СК-5. Для аварийных бригад – изолирующий противогаз ИП-4М и спецодежда.
- При возгорании – огнезащитный костюм в комплекте с самоспасателем СПИ.
- Перчатки и специальная обувь.

## **8 Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности**

### **8.1 Разработка плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности**

Согласно статье 226 Трудового кодекса Российской Федерации «финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда работодателями (за исключением государственных унитарных предприятий и федеральных учреждений) осуществляется в размере не менее 0,2 процента суммы затрат на производство продукции (работ, услуг). Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем за счет указанных средств мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда» [15].

«Работник не несет расходов на финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» [15].

В соответствии с [18] предложены мероприятия по улучшению условий и охраны труда и снижению уровня рисков – таблица Б.12 приложения Б.

Разработанный план мероприятий направлен на повышение безопасности условий труда и снижение влияния ВПФ.

## **8.2 Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний**

Расчет выполнен на основании Приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 1 августа 2012 года № 39н [42]. Размер выплат определяется согласно Приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 30 декабря 2016 года №851н [43]. Размер страхового тарифа устанавливался в соответствии Федеральным законом от 22 декабря 2006 года № 179-ФЗ [44]. Исходные для расчета данные представлены в таблице Б.13 приложения Б.

«Показатель  $a_{\text{стр}}$  – отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [45].

$$a_{\text{стр}} = \frac{O}{V} \quad (1)$$

где

« $O$  – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.)» [45];

« $V$  – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [45]:

$$V = \PhiЗП \cdot t_{\text{стр}} \quad (2)$$

где

« $t_{\text{стр}}$  – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [45].

$$V = 56400000 + 62040000 + 68244000 \cdot 0,006 = 1120104 \text{ руб.}$$

$$a_{\text{стр}} = \frac{0 + 0 + 0}{1120104} = 0$$

«Показатель  $b_{\text{стр}}$  – количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [45].

$$b_{\text{стр}} = \frac{K \times 1000}{N} \quad (3)$$

где

« $K$  – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [45];

« $N$  – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [45].

$$b_{\text{стр}} = \frac{(0 + 0 + 0) \times 1000}{94} = 0$$

«Показатель  $c_{\text{стр}}$  – количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом» [45].

$$c_{\text{стр}} = \frac{T}{S} \quad (4)$$

где

«Т – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему» [45];

«S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [45].

$$c_{\text{стр}} = \frac{0 + 0 + 0}{0 + 0 + 0} = 0$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда у страхователя – q1» [45].

$$q_1 = \frac{q_{11} - q_{13}}{q_{12}} \quad (5)$$

где

«q11 – количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке» [45];

«q12 – общее количество рабочих мест» [45];

«q13 – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [45].

$$q_1 = \frac{23 - 22}{23} = 0,04$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя – q2» [45].

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}} \quad (6)$$

где

« $q_1$  – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года» [45];

« $q_2$  – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [45].

$$q_2 = \frac{94}{94} = 1$$

Сравним полученные значения со средними значениями по виду экономической деятельности:

$$a_{\text{стр}}? a_{\text{вэд}}$$

$$0,00 < 0,27$$

$$b_{\text{стр}}? b_{\text{вэд}}$$

$$0,00 < 1,97$$

$$c_{\text{стр}}? c_{\text{вэд}}$$

$$0,00 < 380,50$$

«Т.к. значения всех трех страховых показателей ( $a_{\text{стр}}$ ,  $b_{\text{стр}}$ ,  $c_{\text{стр}}$ ) меньше значений основных показателей по видам экономической деятельности ( $a_{\text{вэд}}$ ,  $b_{\text{вэд}}$ ,  $c_{\text{вэд}}$ ), то устанавливается скидка, рассчитываемая по формуле» [45]:

$$C \% = 1 - \frac{\frac{a_{\text{стр}}}{a_{\text{вэд}}} + \frac{b_{\text{стр}}}{b_{\text{вэд}}} + \frac{c_{\text{стр}}}{c_{\text{вэд}}}}{3} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100 \quad (7)$$

$$C \% = 1 - \frac{\frac{0}{0,27} + \frac{0}{1,97} + \frac{0}{380,5}}{3} \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 100 = 4,35 \%$$

Размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки:

$$t_{\text{стр}}^{2020} = t_{\text{стр}}^{2019} - t_{\text{стр}}^{2019} \times C \quad (8)$$

$$t_{\text{стр}}^{2019} = 0,6 - 0,6 \times 0,0435 = 0,57$$

$$t_{\text{стр}}^{2020} = 0,57 - 0,57 \times 0,0435 = 0,55$$

Размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году:

$$V^{2020} = \PhiЗП^{2019} \times t_{\text{стр}}^{2020} \quad (9)$$

$$V^{2020} = 68244000 \times 0,57 = 39166122 \text{ руб.}$$

$$V^{2020} = 75068400 \times 0,55 = 41209572 \text{ руб.}$$

Размер экономии страховых взносов в следующем году:

$$\mathcal{E} = V^{2020} - V^{2019} \quad (10)$$

$$\mathcal{E} = 41209572 - 39166122 = 2043450 \text{ руб.}$$

### **8.3 Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности**

Необходимые данные представлены в таблице Б.14 приложения Б.

Уменьшение численности занятых ( $\Delta\text{Ч}$ ), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям:

$$\Delta\text{Ч} = \frac{\text{Ч}_1 - \text{Ч}_2}{\text{ССЧ}} \times 100\% \quad (11)$$

где

« $Ч_1, Ч_2$  – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий, чел» [45];

«ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел» [45].

$$\Delta Ч = \frac{5 - 0}{94} \times 100\% = 5,32$$

Коэффициент частоты травматизма:

$$K_{ч} = \frac{Ч_{нс} \times 1000}{ССЧ} \quad (12)$$

где

« $Ч_{нс}$  – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [45].

Изменение коэффициента частоты травматизма ( $\Delta K_{ч}$ ):

$$\Delta K_{ч} = 100 - \frac{K_{ч2}}{K_{ч1}} \times 100 \quad (13)$$

где

« $K_{ч1}, K_{ч2}$  – коэффициент частоты травматизма до и после проведения мероприятий» [45].

$$\Delta K_{ч} = 100 - \frac{0 \times 1000}{94} - \frac{2 \times 1000}{94} \times 100 = 100$$

Коэффициент тяжести травматизма:

$$K_{т} = \frac{Д_{нс}}{Ч_{нс}} \quad (14)$$

где

« $D_{\text{нс}}$  – количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем, дн.» [45].

Изменение коэффициента тяжести травматизма ( $\Delta K_T$ ):

$$\Delta K_T = 100 - \frac{K_{T2}}{K_{T1}} \times 100 \quad (15)$$

$$\Delta K_T = 100 - \frac{0}{10} \times 100 = 100$$

Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год:

$$\text{ВУТ} = \frac{100 \times D_{\text{нс}}}{\text{ССЧ}} \quad (16)$$

$$\text{ВУТ}_1 = \frac{100 \times 10}{94} = 10,6 \text{ дн./чел.}$$

$$\text{ВУТ}_2 = \frac{100 \times 0}{94} = 0 \text{ дн./чел.}$$

Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего:

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{план}} - \text{ВУТ} \quad (17)$$

$$\Phi_{\text{факт1}} = 1970 - 10,6 = 1959,4 \text{ дн.}$$

$$\Phi_{\text{факт2}} = 1970 - 0 = 1970 \text{ дн.}$$

Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда:

$$\Delta \Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{факт2}} - \Phi_{\text{факт1}} \quad (18)$$

$$\Delta \Phi_{\text{факт}} = 1970 - 1959,4 = 10,6 \text{ дн.}$$

Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу:

$$\mathcal{E}_q = \frac{\text{ВУТ}_1 - \text{ВУТ}_2}{\Phi_{\text{факт1}}} \times \mathcal{C}_1 \quad (19)$$

$$\mathcal{E}_q = \frac{10,6 - 0}{1959,4} \times 5 = 0,03$$

#### **8.4 Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда**

Общий годовой экономический эффект ( $\mathcal{E}_Г$ ) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий:

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{\text{мз}} + \mathcal{E}_{\text{усл тр}} + \mathcal{E}_{\text{страх}} \quad (20)$$

где

« $\mathcal{E}_{\text{мз}}$  – годовая экономия материальных затрат» [45];

$$\mathcal{E}_{\text{мз}} = P_{\text{мз2}} - P_{\text{мз1}} \quad (21)$$

где

« $P_{\text{мз1}}$ ,  $P_{\text{мз2}}$  – материальные затраты в связи с несчастными случаями до и после проведения мероприятий, руб» [45].

$$P_{\text{мз}} = \text{ВУТ} \times \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \times \mu \quad (22)$$

где

«ВУТ – потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год до и после проведения мероприятия;  
ЗПЛ<sub>дн</sub> – среднедневная заработная плата одного работающего, руб. » [45];  
« $\mu$  – коэффициент, учитывающий все элементы материальных затрат по отношению к заработной плате» [45].

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн}} = T_{\text{час}} \times T \times S \times (100\% + k_{\text{допл}}) \quad (23)$$

где

« $T_{\text{час}}$  – часовая тарифная ставка, руб/час» [45];  
« $T$  – продолжительность рабочей смены, час» [45];  
« $S$  – количество рабочих смен» [45];  
« $k_{\text{допл}}$  – коэффициент доплат за условия труда, %» [45].

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн1}} = 330 \times 11 \times 1 \times 1 + 0,04 = 3775,2 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{мз1}} = 10,6 \times 3775,2 \times 1,4 = 56226,4 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн2}} = 330 \times 11 \times 1 \times 1 + 0 = 3630 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{мз2}} = 0 \times 3630 \times 1,4 = 0 \text{ руб.}$$

$$\text{Э}_{\text{мз}} = 56226,4 - 0 = 56226,4 \text{ руб.}$$

« $\text{Э}_{\text{усл тр}}$  – годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда» [45];

$$\text{Э}_{\text{усл тр}} = Ч_1 \times \text{ЗПЛ}_{\text{год1}} - Ч_2 \times \text{ЗПЛ}_{\text{год2}} \quad (24)$$

где

« $\text{ЗПЛ}_{\text{год}}$  – среднегодовая заработная плата, руб» [41].

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}} = \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \times \Phi_{\text{план}} \quad (25)$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год1}} = 3775,2 \times 1970 = 7437144 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год2}} = 3630 \times 1970 = 7151100 \text{ руб.}$$

$$\text{Э}_{\text{усл тр}} = 5 \times 7437144 - 0 \times 7151100 = 37185720 \text{ руб.}$$

« $\text{Э}_{\text{страх}}$  – годовая экономия по отчислениям на социальное страхование»  
[45].

$$\text{Э}_{\text{страх}} = \text{Э}_{\text{усл.тр}} \times t_{\text{страх}} \quad (26)$$

$$\text{Э}_{\text{страх}} = 37185720 \times 0,006 = 223114,3 \text{ руб.}$$

$$\text{Э}_{\Gamma} = 56226 + 37185720 + 223114 = 37465061 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий:

$$T_{\text{ед}} = \frac{\text{З}_{\text{ед}}}{\text{Э}_{\Gamma}} \quad (27)$$

где

« $\text{З}_{\text{ед}}$  – единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб» [45].

$$T_{\text{ед}} = \frac{1500000}{37465061} = 0,04 \text{ год}$$

Коэффициент экономической эффективности затрат:

$$E_{\text{ед}} = \frac{1}{T_{\text{ед}}} \quad (28)$$

$$E_{\text{ед}} = \frac{1}{0,04} = 24,98 \text{ год}^{-1}$$

## 8.5 Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации

Прирост производительности труда за счет уменьшения затрат времени на выполнение операции:

$$П_{тр} = \frac{t_{шт1} - t_{шт2}}{t_{шт1}} \times 100\% \quad (29)$$

где

« $t_{шт1}$  и  $t_{шт2}$  – суммарные затраты времени (включая перерывы на отдых) на технологический цикл до и после внедрения мероприятий» [45].

$$t_{шт} = t_o + t_{ом} + t_{отл} \quad (30)$$

где

« $t_o$  – оперативное время, мин. » [45];

« $t_{отл}$  – время на отдых и личные надобности» [45];

« $t_{ом}$  – время обслуживания рабочего места» [45].

$$t_{шт1} = 45 + 3 + 5 = 53 \text{ мин}$$

$$t_{шт2} = 31 + 2 + 4 = 37 \text{ мин}$$

$$П_{тр} = \frac{53 - 37}{53} \cdot 100\% = 30,19 \%$$

Прирост производительности труда за счет экономии численности работников в результате повышения трудоспособности:

$$П_{эч} = \frac{э_ч \times 100\%}{ССЧ_1 - э_ч} \quad (31)$$

где

« $\mathcal{E}_q$  – сумма относительной экономии (высвобождения) численности работающих (рабочих) по всем мероприятиям, чел» [45];

« $\text{ССЧ}_1$  – среднесписочная численность работающих до проведения мероприятий, чел» [45].

$$P_{\mathcal{E}_q} = \frac{0,03 \times 100\%}{94 - 0,03} = 0,03$$

Проведенная оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности позволяет сделать следующие выводы:

- Размер экономии страховых взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в следующем году составит более 2 миллионов рублей;
- Общий годовой экономический эффект от мероприятий по улучшению условий труда более 37,4 миллионов рублей;
- Прирост производительности труда за счет экономии численности работников в результате повышения трудоспособности составит 0,03.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование промышленной безопасности на опасном производственном объекте позволяет говорить о том, что «Перевалочный комплекс аммиака в Темрюкском районе на черном море» в ПАО «Тольяттиазот» соответствует всем законодательным и нормативно-правовым актам, предусмотренных для подобных объектов.

Обеспечение промышленной безопасности, охраны труда и безопасных условий труда, сохранности здоровья и жизни сотрудников и третьих лиц являются приоритетными задачами, выполняемыми на данном опасном производственном объекте. Проведенные в данной работе исследования и анализы подтверждают всестороннюю работу по минимизации вероятностей возникновения чрезвычайных ситуаций, аварий и несчастных случаев на производстве.

В разделе «Характеристика производственного объекта» представлены расположение, вид услуг, технологическое оборудование и виды выполняемых работ при хранении жидкого аммиака.

В разделе «Технологический раздел» описаны основное технологическое оборудование и технологическая схема. Далее проведен анализ производственной безопасности путем идентификации ОВПФ и проведен анализ средств защиты работающих и травматизма на производственном объекте.

В разделе «Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда» разработаны мероприятия по снижению воздействия ОВПФ и представлены результаты данных мероприятий.

В разделе «Научно-исследовательский раздел» выбрано техническое решение, позволяющее минимизировать последствия и жертвы среди сотрудников и третьих лиц в результате чрезвычайных ситуаций и аварий.

В разделе «Охрана труда» разработана документированная процедура обеспечения работников средствами индивидуальной защиты.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проведена оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду и рекомендованы средства по снижению антропогенного воздействия. Разработана документированная процедура наблюдения за состоянием окружающей среды.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» проведен анализ возможных аварийных ситуаций и ПМ ЛЛПА для данного объекта. Рассмотрены действия по предупреждения и ликвидации ЧС и порядок действий при реализации ЧС.

В разделе «Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» разработан план мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности. Проведен расчет размера скидок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Оценены снижение уровня травматизма, размера выплат льгот и проведена оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь / Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева – М.: Издательство «Флайст», Информационно-издательский центр «Геополитика», 2001. – 240 с.
2. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменениями № 1, 2) [Электронный ресурс]: Свод правил от 01.01.2013 СП 131.13330.2012 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546> (дата обращения: 03.12.2018)
3. Аммиак безводный сжиженный. Технические условия (с Изменением № 1) [Электронный ресурс]: ГОСТ 6221-90 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200018926/> (дата обращения: 10.12.2018)
4. Лазарев, Н. В. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей / Н. В. Лазарев, Э. Н. Левина – 7-е изд., перераб. и доп. в трёх томах. Том I. Органические вещества – Л.: «Химия», 1976. – 592 с.
5. Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [Электронный ресурс]: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 № 25. URL: <http://docs.cntd.ru/document/557235236/> (дата обращения: 15.12.2018)
6. Воробьева, Г. Я. Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах химических производств / Г. Я. Воробьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Химия», 1975. – 816 с.
7. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.4.034-2017 URL: <http://docs.cntd.ru/document/556494291/> (дата обращения: 17.12.2018)

8. Чазова, Е. И. Неотложные состояния. Диагностика и лечение: Справочное руководство / Е. И. Чазова – М.: Медицина, 2002. – 704 с.
9. Об утверждении Правил безопасности для наземных складов жидкого аммиака [Электронный ресурс]: Постановление Федерального горного и промышленного надзора России от 05.06.2003 № 62 URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865535> (дата обращения 23.12.2018)
10. Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР) (с изменениями N 1-7, поправкой 1/2017) [Электронный ресурс]: ОК 016-94 URL: <http://docs.cntd.ru/document/9029638> (дата обращения: 24.12.2018)
11. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.0.003-15 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 25.12.2018)
12. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.4.011-89 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000277> (дата обращения: 27.12.2018)
13. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам химических производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением (с изменениями на 20 февраля 2014 года) [Электронный ресурс]: Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11.08.2011 № 906н URL: <http://docs.cntd.ru/document/902295797> (дата обращения: 15.01.2019)
14. Анализ производственного травматизма // ОХРАНА ТРУДА : сайт. 2019 [Электронный ресурс]: URL:

- <https://websot.jimdo.com/обучение/учебный-курс/анализ-производственного-травматизма/> (дата обращения: 21.01.2019)
15. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 1 апреля 2019 года) [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664/> (дата обращения: 12.02.2019)
  16. Экономика труда и социально-трудовые отношения / под ред. Г. Г. Меликьяна, Р. П. Колосовой – М.: Изд-во МГУ, Изд-во ЧеРо, 1996. – С. 418-423, 438-444
  17. Социальный пакет // ПАО «ТООАЗ» : сайт. 2019 [Электронный ресурс]: URL: [https://toaz.ru/rus/resp/social\\_package.phtml?prod=2](https://toaz.ru/rus/resp/social_package.phtml?prod=2) (дата обращения: 12.02.2019)
  18. Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (с изменениями на 16 июня 2014 года) [Электронный ресурс]: Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 01.03.2012 № 181н URL: <http://docs.cntd.ru/document/902334167> (дата обращения: 20.02.2019)
  19. О специальной оценке условий труда (с изменениями на 27 декабря 2018 года) [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/499067392> (дата обращения: 02.03.2019)
  20. Анализ опасности на примере атмосферно-вакуумной комбинированной установки с электрообессоливанием (ЭЛОУ АВТ) [Текст] / А. В. Глухова [и др.] // Актуальные вопросы промышленной безопасности и развития промышленных технологий. – 2015. – № 1– 17 с.
  21. Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта РД

- 03-357-00 [Электронный ресурс]: Постановление Госгортехнадзора РФ от 26.04.2000 № 23 URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_256308/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_256308/) (дата обращения: 09.03.2019)
22. Прогнозирование аварийных ситуаций в резервуарных парках на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов / Н. Х. Абдрахманов [и др]. 2015. № 5. – С. 181-183
23. Менеджмент риска. Анализ дерева событий [Электронный ресурс]: ГОСТ Р МЭК 62502-2014 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114221/> (дата обращения: 10.03.2019)
24. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности» [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29.06.2016 № 272 URL: <http://docs.cntd.ru/document/420365413> (дата обращения: 10.03.2019)
25. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (с изменениями на 26 ноября 2015 года) [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.03.2013 № 96 URL: <http://docs.cntd.ru/document/499013213> (дата обращения: 12.03.2019)
26. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (с изменениями на 14 декабря 2010 года) [Электронный ресурс]: Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям

- и ликвидации последствий стихийных бедствий от 10.07.2009 № 404  
URL: <http://docs.cntd.ru/document/902170886> (дата обращения:  
14.04.2019)
27. Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31.03.2016 № 137 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200133802> (дата обращения: 16.04.2019)
28. Колл. авт. Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах: Сборник документов. Серия 27. Выпуск 2. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2010. 208 с. [Электронный ресурс]: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293814/4293814779.pdf> (дата обращения: 25.04.2019)
29. Оценка влияния абсорбции на эффективность водяной завесы при залповом выбросе аммиака на основе численного моделирования / К. М. Кузнецов [и др.] // Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18, №19. – С. 219-222
30. Устройство для обезвреживания аварийных выбросов высокотоксичного аммиака : п. м. 131629 Российская Федерация : МПК А 62 С 2/06 / Н. Р. Букейханов, Е. М. Джумагалиева, А. П. Никищечкин, И. М. Чмырь; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» (ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»). – № 2013103396/12; заяв. 25.01.2013; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24 [Электронный ресурс]: URL: <http://www1.fips.ru/registers-doc->

- [view/fips\\_servlet?DB=RUPM&DocNumber=131629](http://view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=131629) (дата обращения: 25.04.2019)
31. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Общие требования (с Изменением № 1) [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 12.0.230-2007 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200052851> (дата обращения: 07.05.2019)
  32. Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс]: Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.08.2016 № 438н URL: <http://docs.cntd.ru/document/420376480> (дата обращения: 09.05.2019)
  33. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования [Электронный ресурс]: Р 50.1.028-2001 URL: [https://cals.ru/sites/default/files/downloads/ndocs/r\\_50.1.028-2001.pdf](https://cals.ru/sites/default/files/downloads/ndocs/r_50.1.028-2001.pdf) (дата обращения: 12.05.2019)
  34. Окружающая среда // ПАО «ТОАЗ» : сайт. 2019 [Электронный ресурс]: URL: <https://toaz.ru/rus/resp/environment.phtml> (дата обращения: 15.05.2019)
  35. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению [Электронный ресурс]: ГОСТ Р ИСО 14001-2016 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200134681> (дата обращения: 16.05.2019)
  36. Производственный экологический мониторинг. Общие положения [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 56059-2014 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200111617> (дата обращения: 19.05.2019)
  37. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 29 июля 2018 года) [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046058> (дата обращения: 20.05.2019)
  38. Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных

- производственных объектах [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 26.08.2013 № 730 URL: <http://docs.cntd.ru/document/499041197> (дата обращения: 22.05.2019)
39. Об утверждении Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26.12.2012 № 781 URL: <http://docs.cntd.ru/document/902389563> (дата обращения: 23.05.2019)
40. Методические рекомендации по планированию действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов [Электронный ресурс]: Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 18.08.2003 URL: <http://docs.cntd.ru/document/499050664> (дата обращения: 25.05.2019)
41. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Противогазы фильтрующие. Общие технические условия [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.4.121-2015 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121713> (дата обращения: 27.05.2019)
42. Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (с изменениями на 7 февраля 2017 года) [Электронный ресурс]: Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 01.08.2012 № 39н URL: <http://docs.cntd.ru/document/902363899> (дата обращения: 28.05.2019)
43. Об утверждении Классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска [Электронный ресурс]: Приказ

- Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 30.12.2016 №851н URL: <http://docs.cntd.ru/document/420389691> (дата обращения: 29.05.2019)
44. О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний на 2006 год [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.12.2006 № 179-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/901961229> (дата обращения: 30.05.2019)
45. Фрезе, Т.Ю. Экономика безопасности труда : учеб.-метод. пособие / Т.Ю. Фрезе. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. – 176 с. : обл. [Электронный ресурс]: URL: <https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/207/1/1%2046%2011%20Фрезе%20Экономика%20безопасности%20труда%20УМП.pdf> (дата обращения: 30.05.2019)
46. Technica, Ltd. Techniques for assessing industrial hazards : a manual (English). World Bank technical paper ; no. WTP 55. Washington, DC : The World Bank. 1988. [Электронный ресурс]: URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/557481468740681645/pdf/multi0page.pdf> (дата обращения: 13.04.2019)
47. Chemical Process Safety What Chemical Engineering Students Need to Know. American Institute of Chemical Engineers 3 Park Avenue, 19th Floor New York, NY 10016-5991. 2008. [Электронный ресурс]: URL: <http://sache.org/staging/workshop/2008Faculty/files/2008Workbook.pdf> (дата обращения: 15.04.2019)
48. Daniel A. Crowl, Joseph F. Louvar. Chemical Process Safety Fundamentals with Applications. Third Edition. 2011 [Электронный ресурс]: URL: <http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780131382268/samplepages/0131382268.pdf> (дата обращения: 16.04.2019)
49. Guidelines for Quantitative Risk Assessment: Purple Book. CPR (Col·lecció). CPR (Netherlands. Commissie Preventie van Rampen door

- Gevaarlijke Stoffen). Directorate-General for Social Affairs and Employment, 1999. [Электронный ресурс]: URL: <http://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS3/PGS3-1999-v0.1-quantitative-risk-assessment.pdf> (дата обращения: 18.04.2019)
50. J. C. H. Schüller. Methods for Determining and Processing Probabilities: Red Book. Nederland, Commissie Preventie van Rampen door Gevaarlijke Stoffen: CPR; 12E. Publicatiereeks gevaarlijke stoffen. Committee for the Prevention of Disasters, 1997. [Электронный ресурс]: URL: <http://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS4/PGS4-1997-v0.1-probabilities.pdf> (дата обращения: 20.04.2019)
51. Karin Hald, Jean-Marie Buchlin, Aurelia Dandrieux, Gilles Dusserre. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2005. 18, 5, – С. 506-511
52. Morshed A. Rana, M. Sam Mannan, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2010. 23, – С. 768-772
53. G. Dusserre, A. Dandrieux, and O. Thomas. The DVS model: A new concept for heavy gas dispersion by water curtain // Environ Model Software 18. 2003. – С. 253–259

## ПРИЛОЖЕНИЕ А



Рисунок А.1 – Расположение перевалочного комплекса аммиака на топографической карте. Масштаб 1:25000

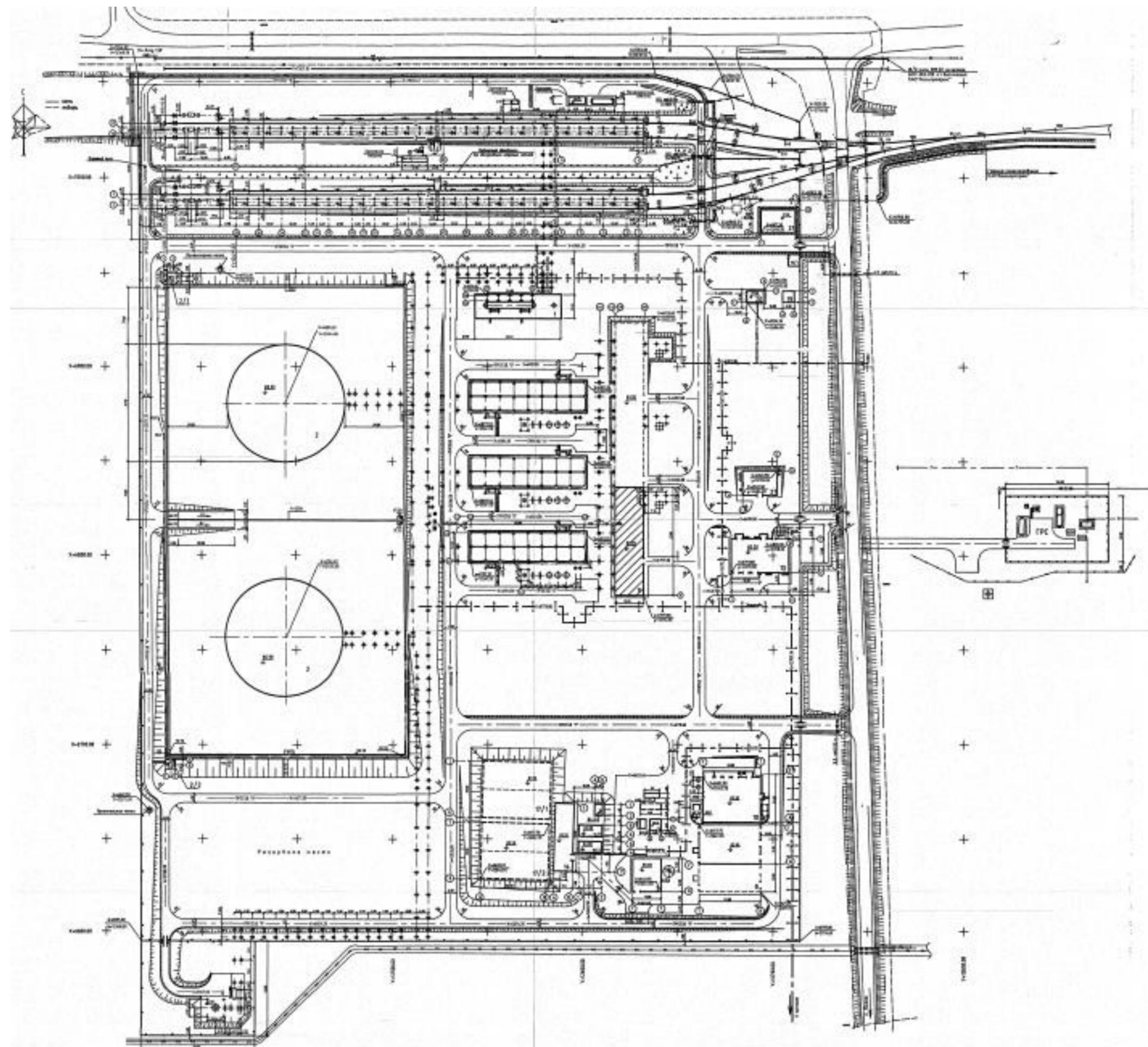


Рисунок А.2 – Схема генерального плана перевалочного комплекса аммиака

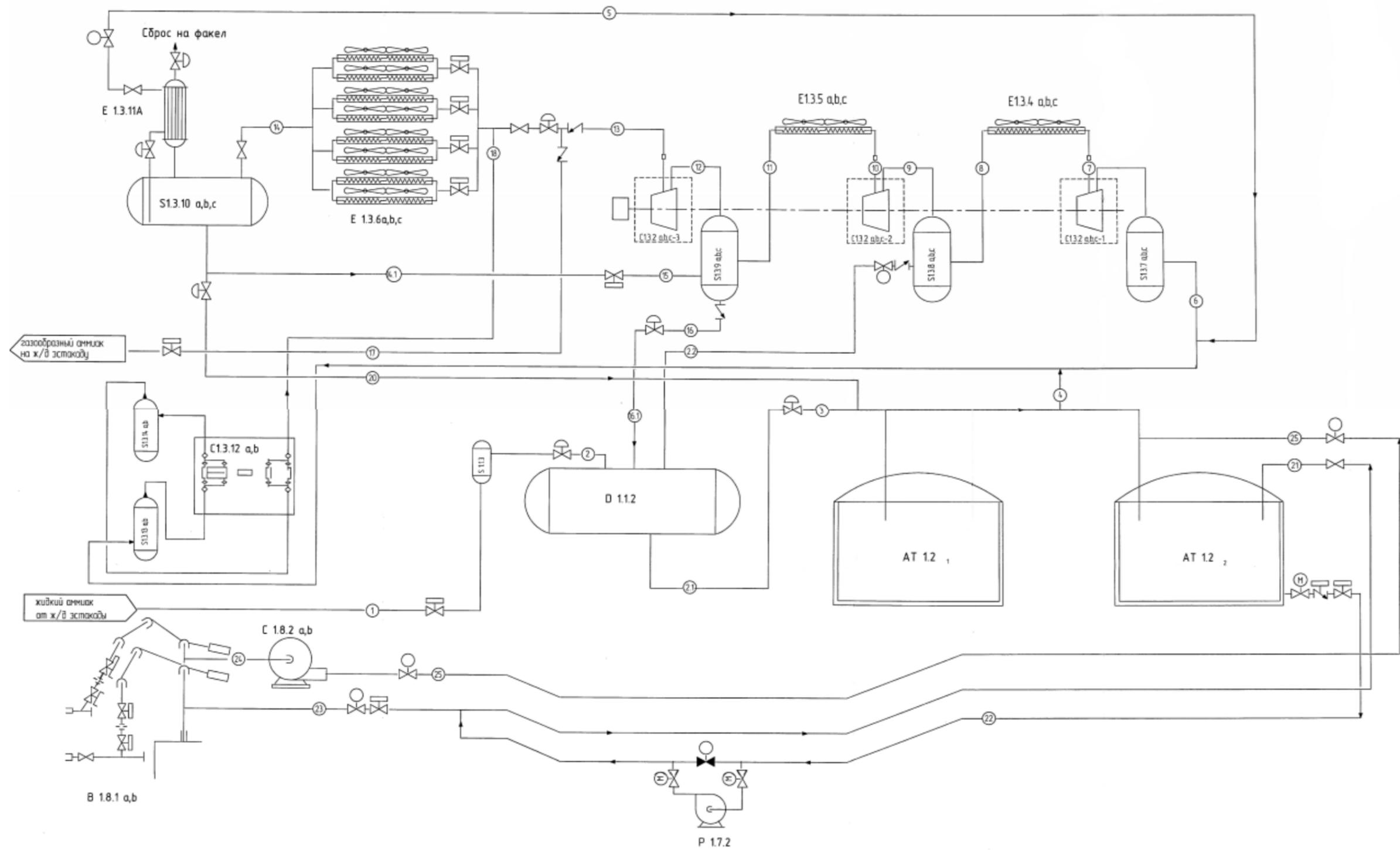


Рисунок А.3 – Принципиальная технологическая схема

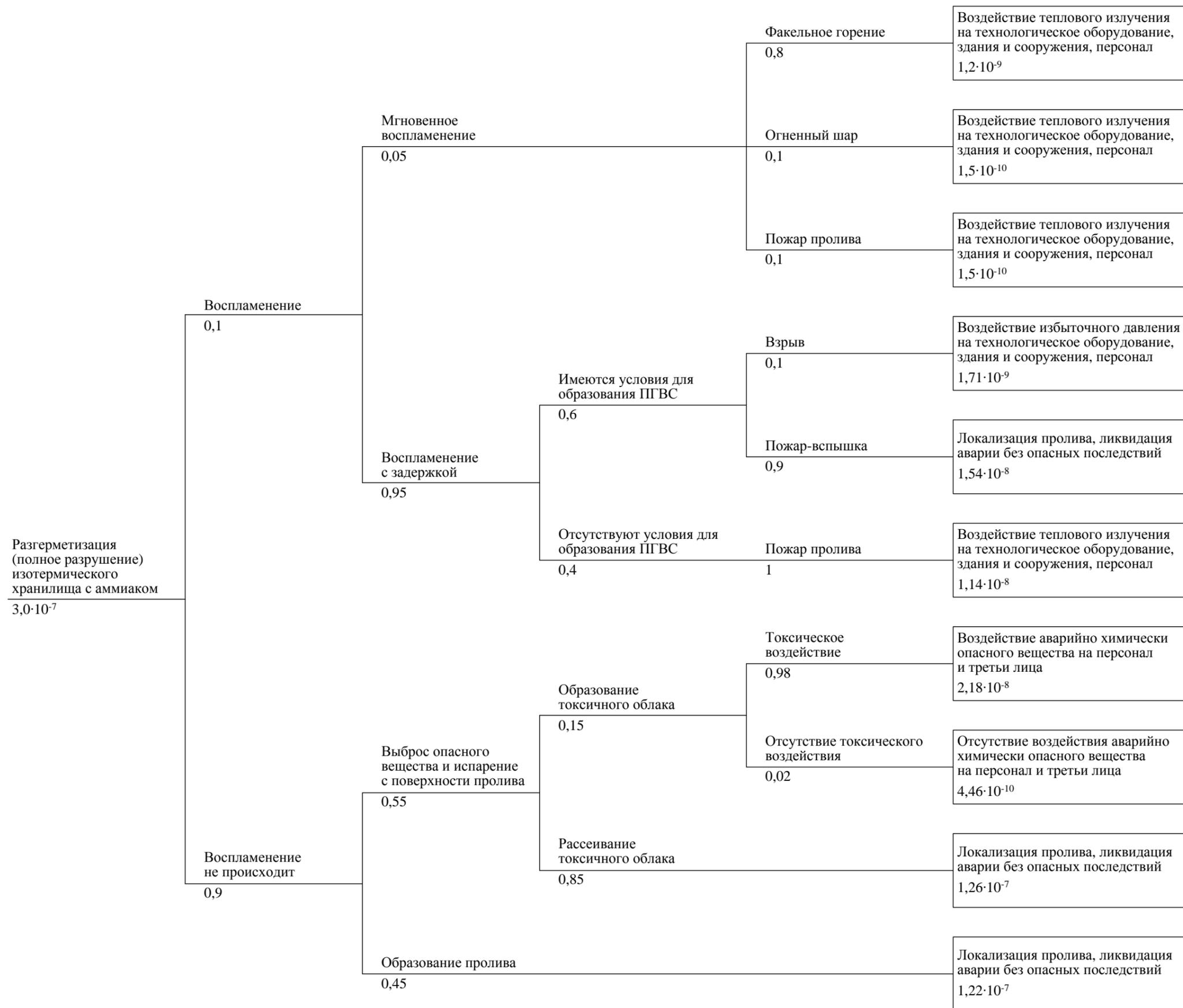


Рисунок А.4 – «Дерево событий» для сценариев С1, С2 и С5

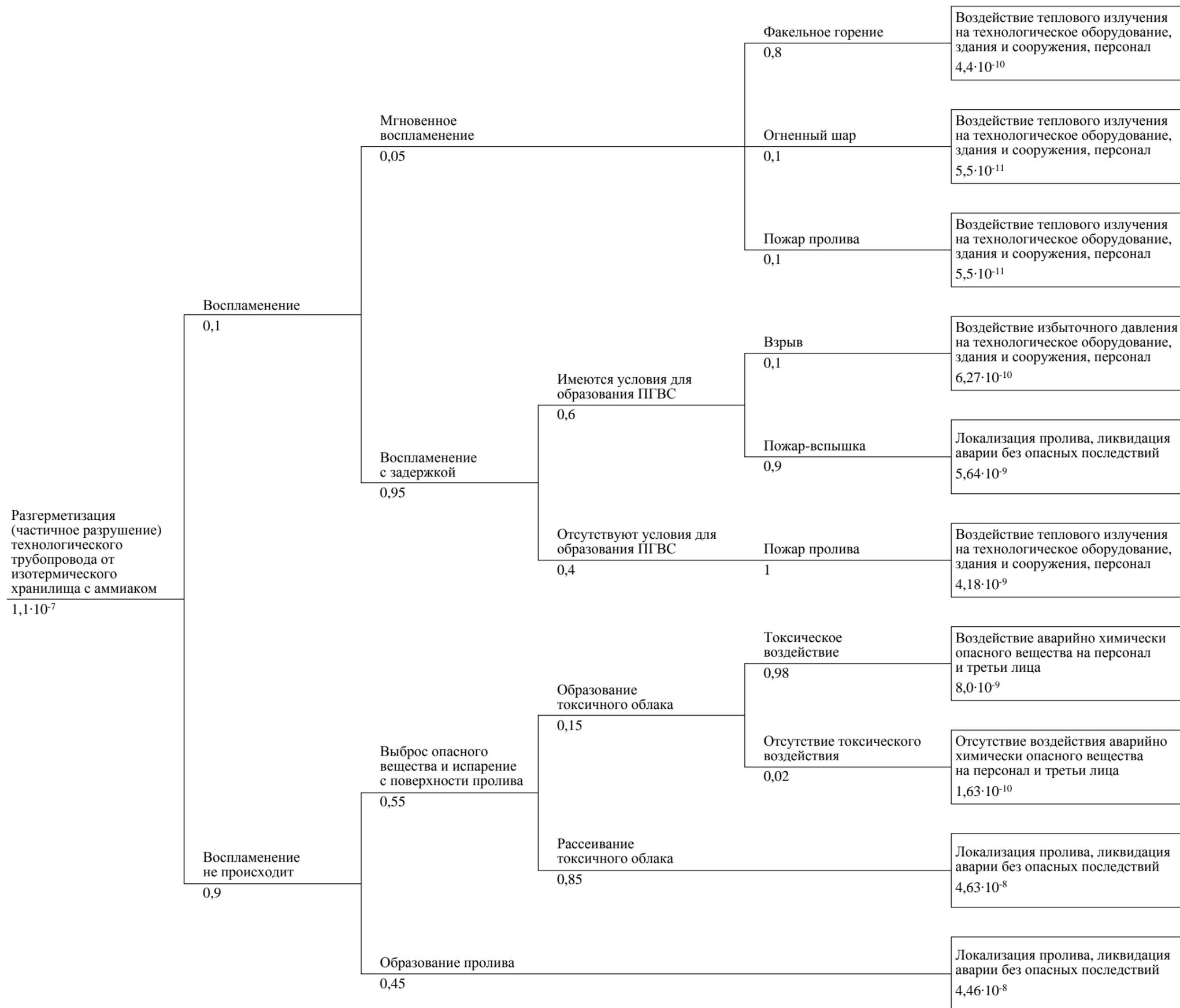


Рисунок А.5 – «Дерево событий» для сценариев С3, С4 и С6

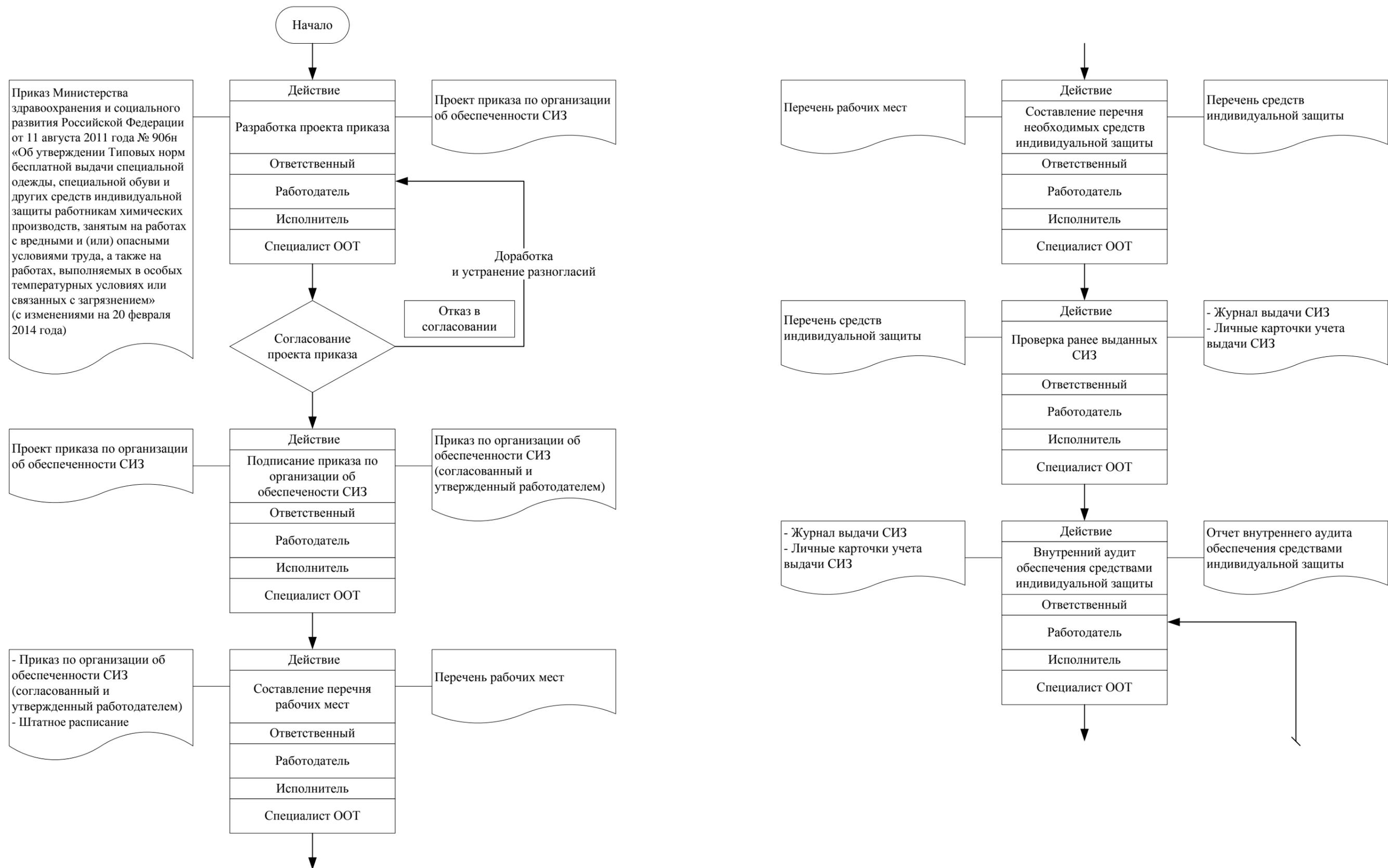


Рисунок А.6 – Документированная процедура обеспечения работников средствами индивидуальной защиты

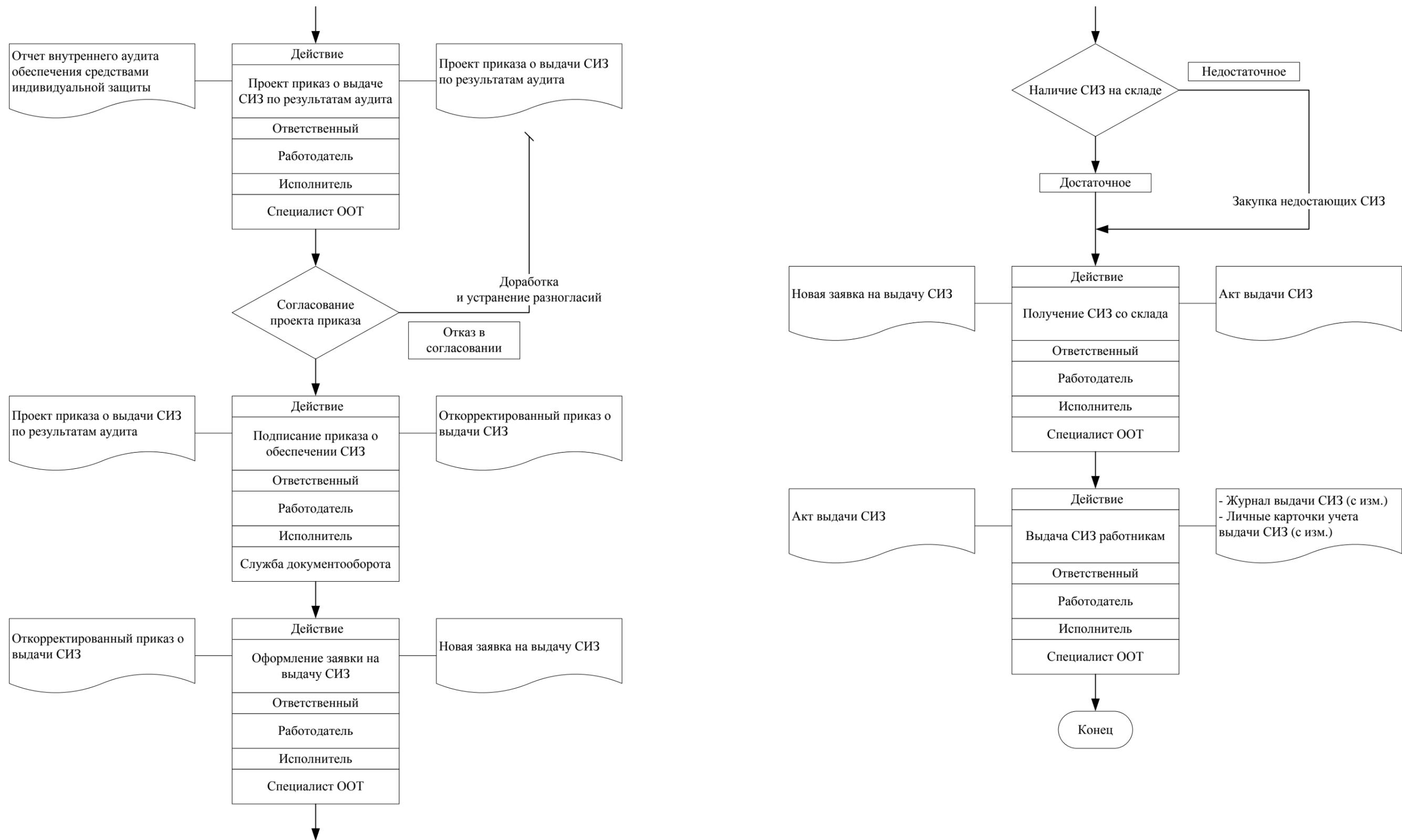


Рисунок А.7 – Продолжение документированной процедуры обеспечения работников средствами индивидуальной защиты

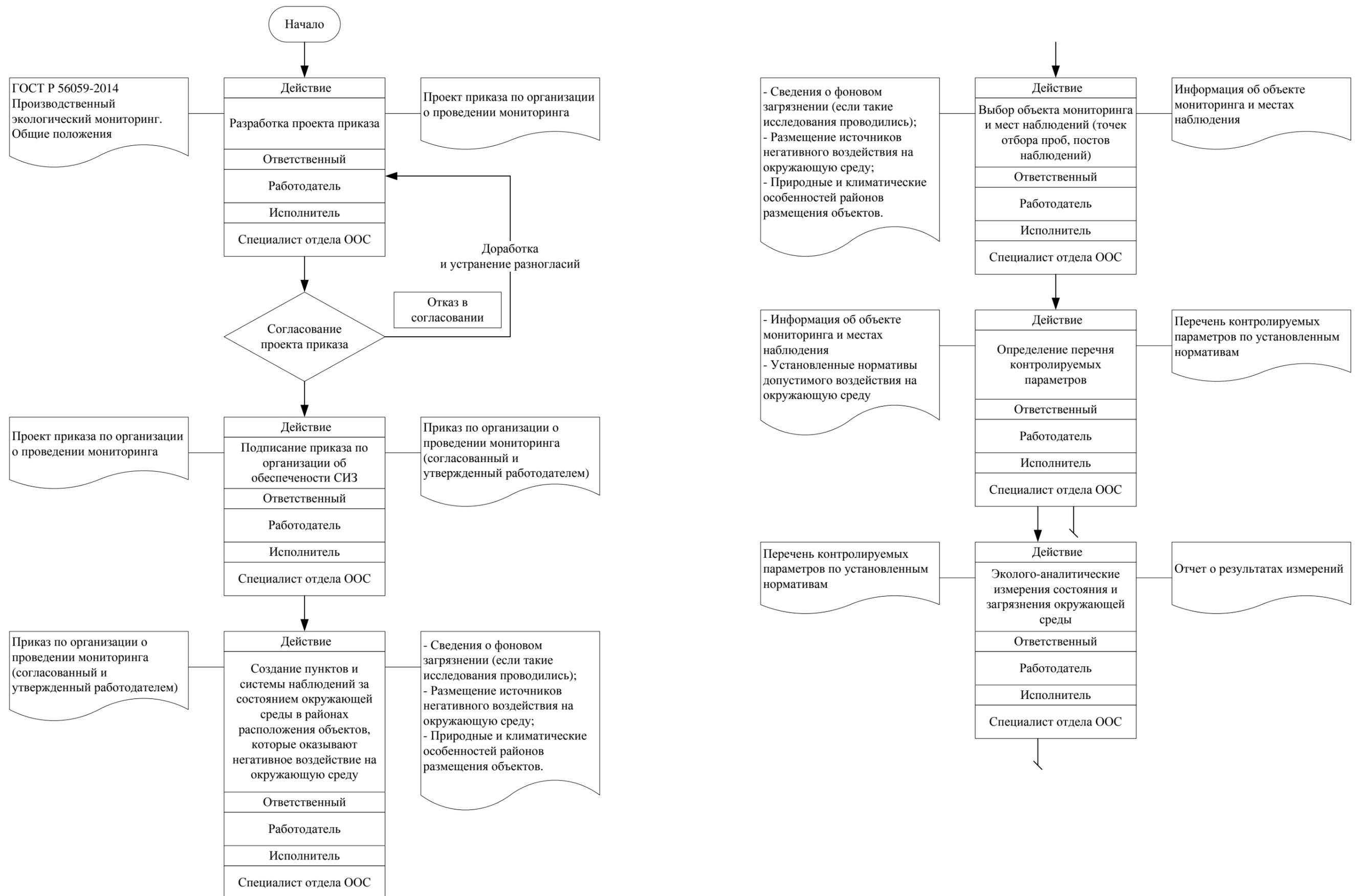


Рисунок А.8 – Документированная процедура проведения наблюдения за состоянием окружающей среды

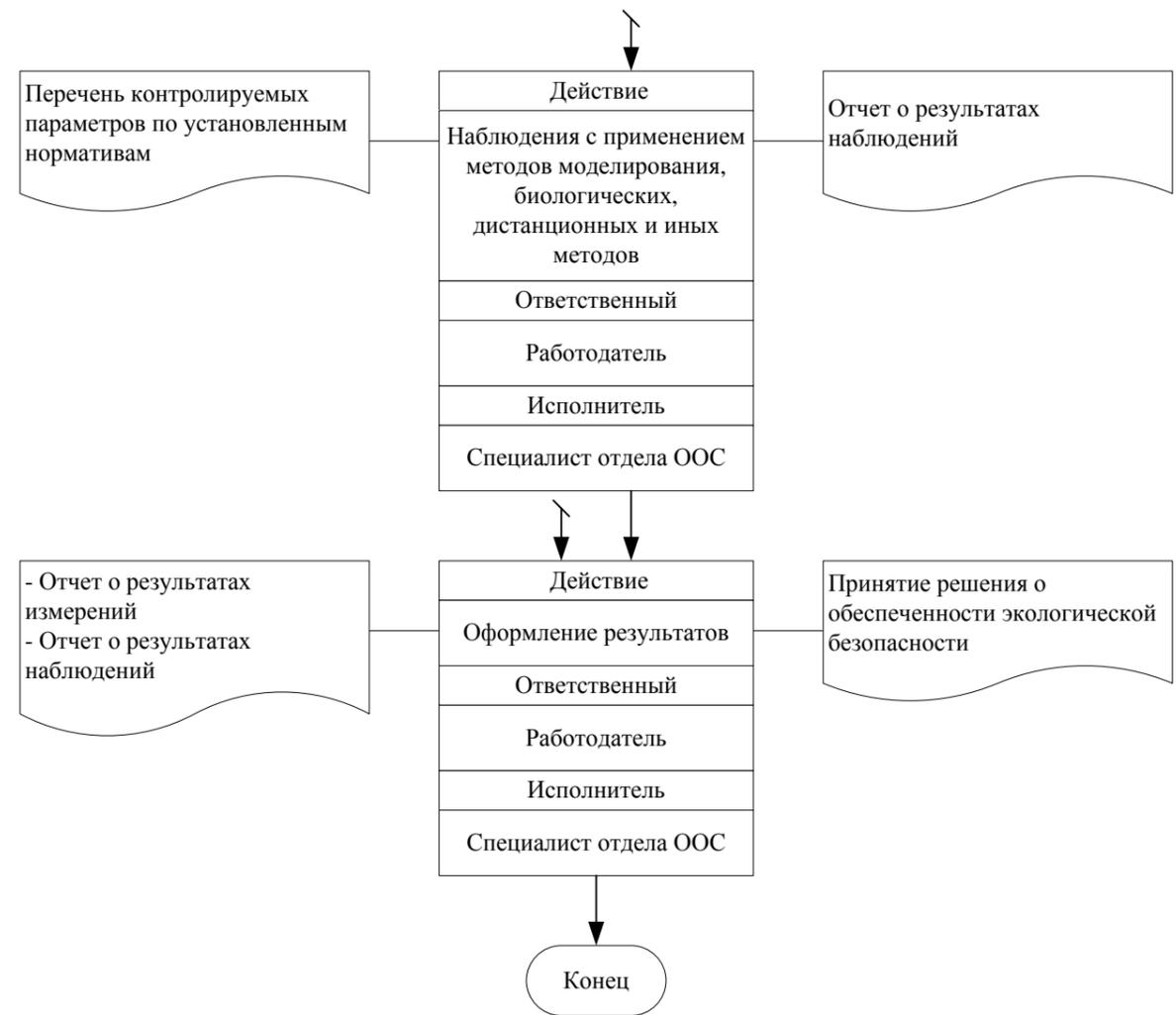


Рисунок А.9 – Продолжение документированной процедуры проведения наблюдения за состоянием окружающей среды

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Характеристика опасного вещества – аммиак

	Наименование параметра	Параметр	Источник информации
1.	Наименование вещества:		[3]
1.1.	Химическое	Аммиак	
1.2.	Торговое	Аммиак	
2.	Формула:		[3]
2.1.	Эмпирическая	$\text{NH}_3$	
2.2.	Структурная	$\begin{array}{c} \text{H}-\ddot{\text{N}}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	
3.	Состав:		[3]
3.1.	Основной продукт	99,9 % масс.	
3.2.	Примеси:		
	Вода, не более	0.10 вес. %	
	Масло, не более	8,0 мг/л	
	Железо, не более	2,0 мг/л	
4.	Общие данные		[4]
4.1.	Молярная масса, кг/моль	17,03	
4.2.	Температура кипения при атмосферном давлении, °С	-33,4	
4.3.	Плотность при 0 °С, кг/м <sup>3</sup>	682	
5.	Данные взрывопожароопасности:		[4]
5.1.	Температура вспышки, °С	–	
5.2.	Температура самовоспламенения, °С	650	
5.3.	Пределы взрываемости, % об.	14,5-29,5	

Продолжение таблицы Б.1

	Наименование параметра	Параметр	Источник информации
6.	Данные о токсической опасности		[5]
6.1.	ПДК в воздухе рабочей зоны	20 мг/м <sup>3</sup>	
6.2.	ПДК в атмосферном воздухе	0,2 мг/м <sup>3</sup>	
6.3.	Летальная токсодоза	150 мг·мин/л	
6.4.	Пороговая токсодоза	15,0 мг·мин /л	
7.	Реакционная способность	«На воздухе быстро переходит в карбонат аммония или поглощается водой, устойчив при обычной температуре, весьма реакционноспособен, вступает в реакции присоединения, замещения и окисления. На черные металлы, алюминий, фтористую бронзу не действует, в присутствии влаги разрушает цветные металлы. Контакт с ртутью, хлором, йодом, бромом, кальцием, окисью серебра может привести к образованию взрывчатых веществ» [4].	[4]
8.	Запах	«Обладает резким неприятным запахом» [4].	[4]
9.	Коррозионное воздействие	«Коррозии углеродистой стали не вызывает. В определенных условиях гидроксид аммония вызывает охрупчивание некоторых марок стали» [6].	[6]
10.	Меры предосторожности	«Местная и общая вентиляция помещений, герметизация оборудования, индивидуальные средства защиты» [4].	[4]

Продолжение таблицы Б.1

	Наименование параметра	Параметр	Источник информации
11.	Информация о воздействии на людей	«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; 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» [4].	[4]
12.	Средства защиты	«Фильтрующий промышленный противогаз с коробкой марки «КД», защитные очки и перчатки из щелочестойкой резины, защитный костюм «Стрелец», ИК-АЖ, КИ-К и фартук, для защиты рук от обмораживания – 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 – резиновые сапоги, изолирующие воздушные дыхательные аппараты ПТС, АВХ» [7].	[7]
13.	Методы перевода вещества в безвредное состояние	«Поглощение паров аммиака распыленной водой» [4].	[4]

Продолжение таблицы Б.1

	Наименование параметра	Параметр	Источник информации
14.	Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества	«При отравлении через дыхательные пути – свежий воздух, вдыхание теплых водяных паров с добавлением уксуса или лимонной кислоты, при удушье – кислород, при остановке дыхания – искусственное дыхание, камфара, кофеин, успокаивающие средства; 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. При обнаружении пострадавшего в загазованной зоне восстановить проходимость дыхательных путей, включить в изолирующий воздушный дыхательный аппарат или спасательное устройство, уложить на здоровый бок на носилки и увязать, немедленно транспортировать на свежий воздух, контролируя состояние пострадавшего. Обеспечить проведение искусственной вентиляции легких» [8].	[8]

Таблица Б.2 – Перечень рабочих мест

Наименование рабочего места	Размещение и оборудование рабочего места	Функции
Начальник смены	Операторная ЦПУ. Средства связи Спецодежда и СИЗ.	Обеспечивает выполнение сменных суточных заданий, предотвращение и устранение всевозможных неполадок и аварий, проведение дополнительных анализов и контрольных проверок показаний приборов. Организует сдачу в ремонт и приемку из ремонта оборудования. Осуществляет руководство пуском и остановкой оборудования, ведение оперативных переговоров и обеспечение связи между смежными рабочими местами.
Мастер цеха	Операторная ЦПУ. Средства связи. Спецодежда и СИЗ.	Контролирует соблюдение технологических режимов. Следит за соблюдением графиков проверки на точность производственного оборудования и оснастки, состоянием контрольно-измерительных средств, их наличием на рабочих местах, своевременным предоставлением для государственной поверки. Осуществляет контроль за соблюдением подчиненными правил охраны труда, техники безопасности, производственной и трудовой дисциплины, правил внутреннего трудового распорядка.
Сливщик-разливщик	Эстакада слива жидкого аммиака, цистерны с жидким аммиаком. Все трубопроводы, связанные со сливом, запорная арматура, приборы КИП. Устройство двухсторонней громкоговорящей и оперативной связи с оператором в ЦПУ. Спецодежда и СИЗ.	Обеспечивает своевременный слив жидкого аммиака из железнодорожных цистерн в установленные сроки. По громкой связи сообщает в операторную о готовности к наливу. После окончания налива вовремя производит отключение наливных цистерн. Подготавливает железнодорожные цистерны к отправке. Содержит в исправном состоянии наливные эстакады, шланги, заземление. Подготавливает оборудование к ремонту.

Продолжение таблицы Б.2

Наименование рабочего места	Размещение и оборудование рабочего места	Функции
Машинист компрессорных установок	Компрессорные станции. Устройство двухсторонней громкоговорящей и оперативной связи с оператором в ЦПУ. Спецодежда и СИЗ.	Обслуживает стационарные компрессоры. Осуществляет пуск и регулирование режимов работы компрессоров. Выполняет поддержание требуемых параметров работы компрессоров и переключение отдельных агрегатов. Выявляет и предупреждает ненормальности в работе компрессорной станции. Ведет отчетно-техническую документацию о работе обслуживаемых компрессоров, машин и механизмов. Участвует в ремонте агрегатов компрессорной станции.
Машинист воздухоразделительной установки	Блок разделения воздуха. Устройство двухсторонней громкоговорящей и оперативной связи с оператором в ЦПУ. Спецодежда и СИЗ.	Обслуживает воздухоразделительную установку. Проверяет, подготавливает и выполняет пуск обслуживаемого оборудования и регулирование его работы по показаниям контрольно-измерительных приборов. Наблюдает за системами смазки и охлаждения компрессора, насосов и других механизмов. Ведет контрольно-учетные записи о работе оборудования и установки. Выполняет текущий и аварийный ремонт оборудования установки.
Машинист насосных установок	Насосные. Устройство двухсторонней громкоговорящей и оперативной связи с оператором в ЦПУ. Спецодежда и СИЗ.	Осуществляет техническое обслуживание насосной. Выполняет пуск, регулирование режимов работы, следит за правильной эксплуатацией насосов и вспомогательного оборудования и выполняет остановку всего оборудования насосной. Осуществляет обход насосной, контроль за работой насосов, подготовку насосов к ремонту. Выявляет, предупреждает и устраняет неполадки в работе насосной. Составляет дефектные ведомости на ремонт оборудования
Оператор технологической установки	Операторная ЦПУ. Устройство двухсторонней громкоговорящей и оперативной связи с оператором в ЦПУ. Спецодежда и СИЗ.	Осуществляет ведение технологического процесса с дистанционного пульта управления. Осуществляет контроль за процессами с помощью контрольно-измерительных приборов и автоматики. Устраняет неполадки в работе оборудования и нарушения работы перевалочного комплекса аммиака. Обслуживает контрольно-измерительные, регистрирующие и регулирующие приборы и автоматические устройства, устанавливаемые на пульте. Регистрирует показания приборов в производственном журнале.

Продолжение таблицы Б.2

Наименование рабочего места	Размещение и оборудование рабочего места	Функции
Начальник лаборатории	Лаборатория. Средства связи. Спецодежда и СИЗ.	Организует проведение химических анализов, физико-химических, механических испытаний и других исследований с целью обеспечения лабораторного контроля соответствия качества аммиака, действующим стандартам, техническим условиям и требованиям экологической безопасности. Осуществляет контроль за состоянием лабораторного оборудования и рабочих мест сотрудников лаборатории, их соответствие требованиям охраны труда и безопасности, принимает меры по устранению имеющихся недостатков. Организует четкое ведение лабораторных журналов и своевременное оформление результатов анализов и испытаний. Руководит работниками лаборатории.
Лаборант	Лаборатория. Средства связи. Спецодежда и СИЗ.	Выполняет лабораторные анализы, испытания, измерения и другие виды работ. Принимает участие в сборе и обработке материалов в процессе исследований. Следит за исправным состоянием лабораторного оборудования, осуществляет его наладку. Подготавливает оборудование к проведению экспериментов, осуществляет его проверку и простую регулировку согласно разработанным инструкциям и другой технической документации.

Таблица Б.3 – Описание технологической схемы, процесса

Наименование операции, вида работ.	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Виды работ (установить, проверить, включить, измерить и т.д.)
Наименование технологического процесса, вида услуг, вида работ Слив, хранение и отгрузка жидкого аммиака			
Слив жидкого аммиака	Эстакада слива жидкого аммиака	Жидкий аммиак	Контроль правильности подсоединения ж/д цистерн и готовности состава к сливу
Отделение газообразного аммиака	Сепаратор S1.1.3	Газообразный аммиак	Контроль наличия газообразного аммиака необходим для качественной работы счетчика
Учет расхода	Узел коммерческого учета, состоящий из двух кориолисовых расходомеров	Жидкий аммиак	Контроль расхода жидкого аммиака
Приём слитого аммиака	Приемная испарительная емкость D1.1.2	Жидкий аммиак	Контроль уровня жидкого аммиака
Хранение жидкого аммиака	Резервуары изотермического хранения AT1.2.1 и AT1.2.2	Жидкий аммиак	Контроль уровня жидкого аммиака Контроль давления в каждом резервуаре
Повторное ожижение газообразного аммиака	Линия повторного ожижения	Газообразный аммиак Жидкий аммиак	Контроль температуры аммиака
Загрузка аммиака в судно	Рукав жидкого аммиака Рукав газообразного аммиака	Жидкий аммиак Газообразный аммиак	Контроль расхода жидкого аммиака
Сбор конденсата из трубопроводов газообразного аммиака	Накопитель конденсата D1.4.3	Конденсат	Контроль уровня конденсата

Продолжение таблицы Б.3

Наименование операции, вида работ.	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Виды работ (установить, проверить, включить, измерить и т.д.)
Дренаж оборудования	Емкость S1.3.17	Дренаж	Контроль уровня дренажа
Сбор проливов из поддона изотермических резервуаров	Приямки, оборудованные газоанализаторами	Жидкий аммиак	Контроль наличия аммиака в одном из приямков
Сжигание загрязненного газа Сжигание газообразного аммиака в аварийной ситуации	Факельная установка	Загрязненный газ Газообразный аммиак	Контроль показаний расходомеров Контроль показаний газоанализаторов

Таблица Б.4 – Перечень основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
Эстакада слива жидкого аммиака				
Е-1	Резервуар стальной горизонтальный цилиндрический с коническими днищами	1	Хранение аммиачной воды	Объем – 100 м <sup>3</sup> Диаметр – 32400 мм Длина – 13100 мм Среда: вода аммиачная (концентрация аммиака – 10%) Рраб. = атм. Траб. = минус 19 ÷ плюс 37 °С Материал: Сталь углеродистая
Н-1	Насос герметичный самовсасывающий с магнитным приводом СВНГ-80	1	Откачка аммиака из железнодорожных цистерн	Производительность – 35 м <sup>3</sup> /ч Напор – 26 м вод.ст. Комплектно с взрывозащищенным электродвигателем: ВА132М4, взрывозащита 1ExdПВТ5 Мощность – 11 кВт n = 1500 об/мин
A1.1.1-L A1.1.1-G	Рукав для слива жидкого аммиака «Top Loading Arm TLA 338 2» комплектно: Рукав для жидкой фазы – 2 шт. Рукав для газа – 1 шт.	42	Слив жидкого аммиака	Производительность – 32 м <sup>3</sup> /ч Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 1,5 МПа Траб. = минус 19 ÷ плюс 37 °С Ррасч. = 3,0 МПа Трасч. = Траб. = минус 46 ÷ плюс 50 °С

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
Приемная емкость с сепаратором				
D1.1.2	Приемная емкость	1	Прием аммиака	Объем – 302 м <sup>3</sup> Диаметр – 4040 мм Длина – 24700 мм Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 0,25÷0,54 МПа Траб. = плюс 5 °С Материал: Сталь 09Г2С
S1.1.3	Сепаратор	1	Отделение газообразного аммиака	Объем – 14,7 м <sup>3</sup> Диаметр – 2000 мм Высота – 7525 мм Среда: газообразный аммиак Рраб. = 1,64 МПа Траб. = минус 19 ÷ плюс 37 °С Материал: Сталь 09Г2С
S1.1.5-1 S1.1.5-2	Фильтр	2	Фильтрация аммиака	Объем – 0,465 м <sup>3</sup> Диаметр – 500 мм Высота – 2770 мм Среда: жидкий аммиак Рраб. = 1,64 МПа Траб. = минус 33 ÷ плюс 37 °С Материал: Сталь 09Г2С
Резервуары изотермического хранения аммиака				
AT1.2.1 AT1.2.2	Изотермический резервуар	2	Хранение жидкого аммиака	Объем – 49480 м <sup>3</sup> Высота цилиндр. части – 17500 мм Диаметр внутренний – 60000 мм Диаметр наружный – 61700 мм Материал: низкотемпературная углеродистая сталь

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
Насосная загрузка аммиака				
P1.5.1 P1.5.2 P1.5.3	Насос погружной 900 WUC-4M-2-Ind комплектно с электродвигателем	3	Перекачка аммиака	Производительность – 140 ÷ 900 м <sup>3</sup> /ч Напор 90 м вод.ст. Мощность – 172 кВт Среда: жидкий аммиак Двигатель: Мощность – 355 кВт n = 1500 об/мин Оболочка – Eexd IIВТ4
P1.5.4	Насос центробежный тип ERPN-I-32-250 комплектно с электродвигателем	1	Перекачка аммиака	Производительность – 5 м <sup>3</sup> /ч Напор 30 м, кавитационный запас – 1 м Среда: жидкий аммиак Двигатель: Мощность – 7,5 кВт n = 2900 об/мин Оболочка – Eexd IIВТ4
Дренажные насосы				
P2.1.1 P2.1.2	Насос погружной НВ-Д12,5/32.3406(4,4)	2	Откачка дренажа	Производительность – 12,5 м <sup>3</sup> /ч Напор 32 м вод.ст. Среда: жидкий аммиак Двигатель: Мощность – 5,5 кВт n = 2950 об/мин Оболочка – Eexd IIВТ4

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
P2.1.3	Насос дренажный 400 WUC-4M-Ind комплектно с электродвигателем	1	Откачка дренажа	Производительность – 400 м <sup>3</sup> /ч Напор 50 м, кавитационный запас – 2 м Среда: жидкий аммиак Двигатель: Мощность – 55 кВт n = 1500 об/мин Оболочка – Eexd IIВТ4
P1.4.2	Насос возврата конденсата ERPН 25-160	1	Перекачка конденсата	Производительность – 5 м <sup>3</sup> /ч Напор 30 м, кавитационный запас – 2 м Среда: жидкий аммиак Двигатель: Мощность – 2,2 кВт n = 1500 об/мин Оболочка – Eexd IIВТ4
D1.4.3	Накопитель конденсата	1	Сбор конденсата	Объем – 0,3 м <sup>3</sup> Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 1,9 МПа Траб. = минус 34 ÷ плюс 50 °С Ррасч. = 2,0 МПа Трасч. = минус 46 ÷ плюс 80 °С Материал: Сталь 09Г2С

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
Компрессорная станция с наружной установкой				
С6.0.1	Компрессор топливного газа	1	Источник газа для газовой турбины центробежного компрессора	Производительность – 3000 ÷ 7060 м <sup>3</sup> /ч (при нормальных условиях) Давление всасывания – 9 ÷ 18 кгс/см <sup>2</sup> Давление нагнетания – 20 ÷ 29,6 кгс/см <sup>2</sup> Длина – 3400 мм Ширина – 5320 мм Высота – 1750 мм
С1.3.2	Центробежный компрессор трехступенчатый	1	Сжатие паров аммиака и источник нагнетания давления для разгрузки железнодорожных цистерн	Максимальная производительность: 1 ступени – 23073 кг/ч 2 ступени – 47000 кг/ч 3 ступени – 51400 кг/ч Давление на выходе 3 ступени – 18,5 кг/см <sup>2</sup> (абс.) Длина – 5500 мм Ширина – 2800 мм Высота – 3000 мм
С1.3.12	Поршневой компрессор 2ЕНДГТ	1	Охлаждение аммиака	Производительность – 2842 м <sup>3</sup> /ч Давление на всасе – 1,05 кг/см <sup>2</sup> (абс.) Давление нагнетания – 19 кг/см <sup>2</sup> (абс.) Эффективная мощность на валу компрессора – 381 кВт Длина – 8200 мм Ширина – 7900 мм Высота – 2600 мм Главный электродвигатель: Мощность – 430 кВт Оболочка – П2G Eexd ПВТЗ

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
С1.3.19	Поршневой компрессор 2ЕНДГТ	1	Охлаждение аммиака	Производительность – 2681 м <sup>3</sup> /ч Давление на всасе – 1,05 кг/см <sup>2</sup> (абс.) Давление нагнетания – 19 кг/см <sup>2</sup> (абс.) Эффективная мощность на валу компрессора – 437 кВт Длина – 77500 мм Ширина – 7500 мм Высота – 2500 мм Главный электродвигатель: Мощность – 500 кВт Оболочка – П2G Eexd ПВТЗ
S1.3.7	Сепаратор 1 ступени	1	Сепарация жидкого аммиака	Объем – 40 м <sup>3</sup> Диаметр – 3000 мм Высота – 7560 мм Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 0,1 МПа Траб. = минус 34 ÷ минус 43 °С Материал: Сталь 09Г2С
S1.3.8	Сепаратор 2 ступени	1	Сепарация жидкого аммиака	Объем – 40 м <sup>3</sup> Диаметр – 3000 мм Высота – 7560 мм Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 1,35 МПа Траб. = минус 10 ÷ плюс 55 °С Материал: Сталь 09Г2С

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
S1.3.9	Сепаратор 3 ступени	1	Сепарация жидкого аммиака	Объем – 40 м <sup>3</sup> Диаметр – 3000 мм Высота – 7560 мм Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 1,45 МПа Траб. = плюс 25 ÷ плюс 55 °С Материал: Сталь 09Г2С
S1.3.13 S1.3.20	Сепаратор 1 ступени	2	Сепарация жидкого аммиака	Объем – 1,6 м <sup>3</sup> Диаметр – 1500 мм Высота – 3720 мм Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 0,1 МПа Траб. = минус 34 ÷ минус 43 °С Материал: Сталь 09Г2С
S1.3.14 S1.3.21	Сепаратор 2 ступени	2	Сепарация жидкого аммиака	Объем – 1,6 м <sup>3</sup> Диаметр – 1500 мм Высота – 3720 мм Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 0,8 МПа Траб. = плюс 45 ÷ плюс 85 °С Материал: Сталь 09Г2С

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
S1.3.15	Резервный ресивер конденсата	1	Сбор аммиака	Объем – 1,6 м <sup>3</sup> Диаметр – 1500 мм Высота – 3720 мм Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 16 ÷ 27,3 кгс/см <sup>2</sup> Траб. = плюс 40 ÷ плюс 75 °С Материал: Сталь 09Г2С
S1.3.10	Ресивер жидкого аммиака	1	Сбор аммиака	Объем – 26,4 м <sup>3</sup> Диаметр – 3000 мм Длина – 7560 мм Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 27,3 кгс/см <sup>2</sup> Траб. = плюс 40 ÷ плюс 75 °С Материал: Сталь 09Г2С
E1.3.11 E1.3.17	Вымораживатель	2	Охлаждение газообразного аммиака	Поверхность теплообмена – 24,7 м <sup>2</sup> Диаметр – 340 мм Высота – 4810 мм Трубное пространство: Среда: инертный газ Рраб. = 26,3 кгс/см <sup>2</sup> Траб. = плюс 50 ÷ минус 18 °С Межтрубное пространство: Среда: аммиак Рраб. = 4,5 кгс/см <sup>2</sup> Траб. = минус 25 ÷ 0 °С Материал: Сталь 09Г2С

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
E1.1.4	Испаритель	1	Поддержание давления в изотермическом резервуаре	<p>Поверхность теплообмена – 43 м<sup>2</sup></p> <p>Трубное пространство:                      Объем – 0,42 м<sup>3</sup>                      P<sub>раб.</sub> = 9 кгс/см<sup>2</sup>                      Т<sub>раб.</sub> = плюс 25 ÷ плюс 50 °С                      P<sub>расч.</sub> = 19,3 кгс/см<sup>2</sup>                      Т<sub>расч.</sub> = минус 25 ÷ плюс 50 °С                      Материал: 10Х17Н13М2Т</p> <p>Межтрубное пространство:                      Объем – 0,27 м<sup>3</sup>                      P<sub>раб.</sub> = 3,5 кгс/см<sup>2</sup>                      Т<sub>раб.</sub> = минус 33 ÷ плюс 4 °С                      P<sub>расч.</sub> = 19,3 кгс/см<sup>2</sup>                      Т<sub>расч.</sub> = минус 46 ÷ плюс 80 °С                      Материал: 09Г2С</p>
E1.3.4А	Аппарат воздушного охлаждения 1-ой ступени центробежного компрессора С1.3.2А-1	1	Охлаждение 1-ой ступени центробежного компрессора	<p>Площадь теплообмена – 3427 м<sup>2</sup></p> <p>P<sub>расч.</sub> = 1,6 МПа                      Т<sub>раб.</sub> = минус 32 ÷ плюс 195 °С                      Т<sub>расч.</sub> = минус 46 ÷ плюс 195 °С                      Длина – 3020 мм                      Ширина – 15490 мм                      Высота – 3270 мм</p>
E1.3.5А	Аппарат воздушного охлаждения 2-ой ступени центробежного компрессора С1.3.2А-2	1	Охлаждение 2-ой ступени центробежного компрессора	<p>Площадь теплообмена – 5553 м<sup>2</sup></p> <p>P<sub>расч.</sub> = 3,0 МПа                      Т<sub>раб.</sub> = минус 32 ÷ плюс 195 °С                      Т<sub>расч.</sub> = минус 46 ÷ плюс 195 °С                      Длина – 3020 мм                      Ширина – 15490 мм                      Высота – 3270 мм</p>

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
E1.3.6A 1-8	Аппарат воздушного охлаждения 3-ей ступени центробежного компрессора С1.3.2А-3	8	Охлаждение 3-ей ступени центробежного компрессора	Площадь теплообмена – 110267 м <sup>2</sup> Ррасч. = 3,3 МПа Траб. = минус 32 ÷ плюс 220 °С Трасч. = минус 46 ÷ плюс 220 °С Длина – 6150 мм Ширина – 15740 мм Высота – 3500 мм
E1.3.16	Межступенчатый аппарат воздушного охлаждения поршневого компрессора С1.3.12	1	Охлаждение поршневого компрессора	Площадь теплообмена – 348 м <sup>2</sup> Ррасч. = 3,0 МПа Траб. = минус 32 ÷ плюс 195 °С Трасч. = минус 46 ÷ плюс 195 °С Длина – 1830 мм Ширина – 2690 мм Высота – 2800 мм
E1.3.18	Конденсирующий аппарат воздушного охлаждения поршневого компрессора С1.3.12	1	Охлаждение поршневого компрессора	Площадь теплообмена – 4593 м <sup>2</sup> Ррасч. = 3,0 МПа Траб. = минус 32 ÷ плюс 195 °С Трасч. = минус 46 ÷ плюс 195 °С Длина – 15500 мм Ширина – 6200 мм Высота – 3510 мм
E1.3.22	Межступенчатый аппарат воздушного охлаждения поршневого компрессора С1.3.19	1	Охлаждение поршневого компрессора	Площадь теплообмена – 248 м <sup>2</sup> Производительность – 2681 кг/ч Ррасч. = 3,0 МПа Траб. = минус 32 ÷ плюс 195 °С Трасч. = минус 46 ÷ плюс 195 °С Длина – 1830 мм Ширина – 2690 мм Высота – 2800 мм

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
E1.3.23	Конденсирующий аппарат воздушного охлаждения поршневого компрессора С1.3.19	1	Охлаждение поршневого компрессора	Площадь теплообмена – 4593 м <sup>2</sup> Ррасч. = 3,0 МПа Траб. = минус 32 ÷ плюс 195 °С Трасч. = минус 46 ÷ плюс 195 °С Длина – 15500 мм Ширина – 6200 мм Высота – 3510 мм
E1.3.2-2	Масляный охладитель с воздушным обдувом центробежного компрессора С1.3.2	1	Охлаждение центробежного компрессора	Объем – 0,4 м <sup>3</sup> Рраб. = Ррасч. = 0,69 МПа Траб. = плюс 50 ÷ плюс 62 °С Трасч. = минус 19 ÷ плюс 100 °С Длина – 6180 мм Ширина – 2805 мм Высота – 3050 мм
E601-2	Аппарат воздушного охлаждения поршневого компрессора С601	1	Охлаждение поршневого компрессора	Длина – 2420 мм Ширина – 1100 мм Высота – 1800 мм
E1.3.12-2	Аппарат воздушного охлаждения поршневого компрессора С1.3.12	1	Охлаждение поршневого компрессора	Длина – 2420 мм Ширина – 1100 мм Высота – 1800 мм
E1.3.19-2	Аппарат воздушного охлаждения поршневого компрессора С1.3.19	1	Охлаждение поршневого компрессора	Длина – 2420 мм Ширина – 1100 мм Высота – 1800 мм
S1.3.17	Ресивер дренажный	1	Сбор дренажа	Объем – 7,5 м <sup>3</sup> Рраб. = не более 16 кгс/см <sup>2</sup> Траб. = минус 34 ÷ плюс 37 °С Длина – 1600 мм Ширина – 4390 мм

Продолжение таблицы Б.4

№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Назначение	Технические характеристики
Факельная установка				
F1.4.0	Ствол факельный	1	Отвод газов на факел	Диаметр – 1000 мм Высота – 40000 мм Материал: Сталь углеродистая
Дренаж				
D1.7.3	Дренажная емкость для аммиака	1	Дренаж аммиака	Диаметр – 2200 мм Длина – 8323 мм Среда: жидкий и газообразный аммиак Рраб. = 1,0 МПа Траб. = минус 33 ÷ плюс 37 °С Материал: 09Г2С
E1.7.4	Испаритель дренажной емкости	1	Поддержание давления	Диаметр – 600 мм Длина – 2764 мм Среда: газообразный аммиак Рраб. = 1,0 МПа Траб. = минус 34 ÷ плюс 25 °С Материал: 09Г2С
P1.7.5	Погружной насос 600-WUJ-PF-11-811	1	Перекачка аммиака	Производительность – 400 м <sup>3</sup> /ч Напор 120 м кавитационный запас – 2 м Среда: аммиак Двигатель: Мощность – 160 кВт n = 1487 об/мин Оболочка – Eexd IIВТ4

Таблица Б.5 – Идентификация опасных и вредных производственных факторов и рисков

Наименование технологического процесса, вида услуг, вида работ Слив, хранение и отгрузка жидкого аммиака			
Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Слив жидкого аммиака	Эстакада слива жидкого аммиака	Жидкий аммиак	<p>Физические: «- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты; - чрезмерно низкая температура материальных объектов производственной среды, могущая вызвать обморожения тканей организма человека» [11].</p> <p>Химические: «- вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм; - вещества, вызывающие поражение кожи; - вещества, вызывающие серьезные повреждения или раздражение глаз» [11].</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- динамические нагрузки, связанные с массой перемещаемого вручную груза;</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений;</li> <li>- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой;</li> <li>- перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой;</li> <li>- монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</li> </ul>
Отделение газообразного аммиака	Сепаратор S1.1.3	Газообразный аммиак	<p>Физические: Отсутствуют</p> <p>Химические: Отсутствуют</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Учет расхода	Узел коммерческого учета, состоящий из двух кориолисовых расходомеров	Жидкий аммиак	<p>Физические: Отсутствуют</p> <p>Химические: Отсутствуют</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Приём слитого аммиака	Приемная испарительная емкость D1.1.2	Жидкий аммиак	<p>Физические: Отсутствуют</p> <p>Химические: Отсутствуют</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Хранение жидкого аммиака	Резервуары изотермического хранения АТ1.2.1 и АТ1.2.2	Жидкий аммиак	<p>Физические: Отсутствуют</p> <p>Химические: Отсутствуют</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Повторное ожижение газообразного аммиака	Линия повторного ожижения	Газообразный аммиак Жидкий аммиак	<p>Физические: Отсутствуют</p> <p>Химические: Отсутствуют</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Загрузка аммиака в судно	Рукав жидкого аммиака Рукав газообразного аммиака	Жидкий аммиак Газообразный аммиак	<p>Физические: «- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты; - чрезмерно низкая температура материальных объектов производственной среды, могущая вызвать обморожения тканей организма человека» [11].</p> <p>Химические: «- вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм; - вещества, вызывающие поражение кожи; - вещества, вызывающие серьезные повреждения или раздражение глаз» [11].</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- динамические нагрузки, связанные с массой перемещаемого вручную груза;</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений;</li> <li>- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой;</li> <li>- перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой;</li> <li>- монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</li> </ul>
Сбор конденсата из трубопроводов газообразного аммиака	Накопитель конденсата D1.4.3	Конденсат	<p>Физические: Отсутствуют</p> <p>Химические: Отсутствуют</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Дренаж оборудования	Емкость S1.3.17	Дренаж	<p>Физические: Отсутствуют</p> <p>Химические: Отсутствуют</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Сбор проливов из поддона изотермических резервуаров	Приямки, оборудованные газоанализаторами	Жидкий аммиак	<p>Физические: Отсутствуют</p> <p>Химические: Отсутствуют</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</p>

Продолжение таблицы Б.5

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Сжигание загрязненного газа Сжигание газообразного аммиака в аварийной ситуации	Факельная установка	Загрязненный газ Газообразный аммиак	<p>Физические: Отсутствуют</p> <p>Химические: Отсутствуют</p> <p>Биологические: Отсутствуют</p> <p>Психофизиологические: «- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; - монотонность труда, вызывающая монотонию» [11].</p>

Таблица Б.6 – Средства индивидуальной защиты

Наименование профессии	Наименование нормативного документа	Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику	Оценка выполнения требований к средствам защиты (выполняется / не выполняется)
Оператор ДПУ	Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 августа 2011 г. № 906н	«Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий» [13] или «Халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий» [13] «Белье нательное» [13]	Выполняется
		«Ботинки кожаные с защитным подноском» [13] или «Сапоги кожаные с защитным подноском» [13]	
		«Сапоги резиновые с защитным подноском» [13]	
		«Перчатки с полимерным покрытием» [13] или «Перчатки трикотажные с точечным покрытием»	
		«Каска защитная» [13]	
		«Подшлемник под каску» [13]	
		«Очки защитные» [13]	
		«Средство индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) противозерозольное» [13] или «Маска или полумаска со сменными фильтрами» [13]	

Продолжение таблицы Б.6

Наименование профессии	Наименование нормативного документа	Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику	Оценка выполнения требований к средствам защиты (выполняется / не выполняется)
		<p>«Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий на утепляющей прокладке» [13]</p> <p>Подшлемник под каску (с 1 однослойным или трехслойным утеплителем)</p> <p>«Ботинки кожаные утеплённые с защитным подноском» [13] или «Сапоги кожаные утеплённые с защитным подноском» [13] или «Валенки с резиновым низом» [13]</p> <p>«Перчатки с защитным покрытием морозостойкие с утепляющими вкладышами» [13]</p>	

Таблица Б.7 – Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов и обеспечению безопасных условий труда

Наименование технологического процесса, вида услуг, вида работ Слив, хранение и отгрузка жидкого аммиака					
Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)	Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов и улучшению условий труда	
Слив жидкого аммиака	Эстакада слива жидкого аммиака	Жидкий аммиак	«Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты» [11]	«Организация в установленном порядке обучения, инструктажа, проверки знаний по охране труда работников» [18]	
			«Чрезмерно низкая температура материальных объектов производственной среды, могущая вызвать обморожения тканей организма человека» [11]		«Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты (далее - СИЗ), а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ» [18]
			«Вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм» [11]		
			«Вещества, вызывающие поражение кожи» [11]		
			«Вещества, вызывающие серьезные повреждения или раздражение глаз» [11]		

Продолжение таблицы Б.7

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)	Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов и улучшению условий труда
			<p>«Динамические нагрузки, связанные с массой перемещаемого вручную груза» [11]</p> <p>«Динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений» [11]</p> <p>«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]</p> <p>«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]</p> <p>«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]</p>	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]
Отделение газообразного аммиака	Сепаратор S1.1.3	Газообразный аммиак	<p>«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]</p> <p>«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]</p> <p>«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]</p>	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]

Продолжение таблицы Б.7

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)	Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов и улучшению условий труда
Учет расхода	Узел коммерческого учета, состоящий из двух кориолисовых расходомеров	Жидкий аммиак	«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]
			«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	
			«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]	
Приём слитого аммиака	Приемная испарительная емкость D1.1.2	Жидкий аммиак	«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]
			«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	
			«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]	

Продолжение таблицы Б.7

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)	Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов и улучшению условий труда
Хранение жидкого аммиака	Резервуары изотермического хранения АТ1.2.1 и АТ1.2.2	Жидкий аммиак	«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]
			«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	
			«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]	
Повторное ожижение газообразного аммиака	Линия повторного ожижения	Газообразный аммиак Жидкий аммиак	«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]
			«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	
			«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]	

Продолжение таблицы Б.7

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)	Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов и улучшению условий труда
Загрузка аммиака в судно	Рукав жидкого аммиака Рукав газообразного аммиака	Жидкий аммиак Газообразный аммиак	«Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты» [11]	«Организация в установленном порядке обучения, инструктажа, проверки знаний по охране труда работников» [18]
			«Чрезмерно низкая температура материальных объектов производственной среды, могущая вызвать обморожения тканей организма человека» [11]	«Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты (далее - СИЗ), а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ» [18]
			«Вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм» [11]	
			«Вещества, вызывающие поражение кожи» [11]	
«Вещества, вызывающие серьезные повреждения или раздражение глаз» [11]				

Продолжение таблицы Б.7

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)	Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов и улучшению условий труда
			<p>«Динамические нагрузки, связанные с массой перемещаемого вручную груза» [11]</p> <p>«Динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений» [11]</p> <p>«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]</p> <p>«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]</p> <p>«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]</p>	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]
Сбор конденсата из трубопроводов газообразного аммиака	Накопитель конденсата D1.4.3	Конденсат	<p>«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]</p> <p>«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]</p> <p>«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]</p>	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]

Продолжение таблицы Б.7

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)	Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов и улучшению условий труда
Дренаж оборудования	Емкость S1.3.17	Дренаж	«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]
			«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	
			«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]	
Сбор проливов из поддона изотермических резервуаров	Приямки, оборудованные газоанализаторами	Жидкий аммиак	«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]
			«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	
			«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]	
Сжигание загрязненного газа Сжигание газообразного аммиака в аварийной ситуации	Факельная установка	Загрязненный газ Газообразный аммиак	«Умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	«Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха» [18]
			«Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой» [11]	
			«Монотонность труда, вызывающая монотонию» [11]	

Таблица Б.8 – Результаты специальной оценки условий труда

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Начальник смены; Мастер цеха							
Химический		2					
Биологический	1						
Аэрозоли ПФД	1						
Шум	1						
Инфразвук	1						
Ультразвук воздушный	1						
Ультразвук контактный	1						
Вибрация общая	1						
Вибрация локальная	1						
Неионизирующие излучения	1						
Ионизирующие излучения	1						
Микроклимат		2					
Освещение		2					
Тяжесть труда	1						
Напряженность труда				3.2			
Общая оценка условий труда				3.2			

Продолжение таблицы Б.8

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Сливщик-разливщик							
Химический		2					
Биологический	1						
Аэрозоли ПФД	1						
Шум	1						
Инфразвук	1						
Ультразвук воздушный	1						
Ультразвук контактный	1						
Вибрация общая	1						
Вибрация локальная	1						
Неионизирующие излучения	1						
Ионизирующие излучения	1						
Микроклимат		2					
Освещение		2					
Тяжесть труда	1						
Напряженность труда			3.1				
Общая оценка условий труда			3.1				

Продолжение таблицы Б.8

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Машинист компрессорных установок							
Химический		2					
Биологический	1						
Аэрозоли ПФД	1					3.4	
Шум							
Инфразвук	1						
Ультразвук воздушный	1						
Ультразвук контактный	1						
Вибрация общая	1						
Вибрация локальная	1						
Неионизирующие излучения	1						
Ионизирующие излучения	1						
Микроклимат		2					
Освещение		2					
Тяжесть труда		2					
Напряженность труда			3.1				
Общая оценка условий труда			3.1				

Продолжение таблицы Б.8

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Машинист воздуходелительной установки; Машинист насосных установок							
Химический		2					
Биологический	1						
Аэрозоли ПФД	1				3.3		
Шум							
Инфразвук	1						
Ультразвук воздушный	1						
Ультразвук контактный	1						
Вибрация общая	1						
Вибрация локальная	1						
Неионизирующие излучения	1						
Ионизирующие излучения	1						
Микроклимат		2					
Освещение		2					
Тяжесть труда		2					
Напряженность труда			3.1				
Общая оценка условий труда			3.1				

Продолжение таблицы Б.8

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Оператор технологических установок							
Химический		2					
Биологический	1						
Аэрозоли ПФД	1					3.4	
Шум							
Инфразвук	1						
Ультразвук воздушный	1						
Ультразвук контактный	1						
Вибрация общая	1						
Вибрация локальная	1						
Неионизирующие излучения	1						
Ионизирующие излучения	1						
Микроклимат		2					
Освещение		2					
Тяжесть труда	1						
Напряженность труда				3.2			
Общая оценка условий труда				3.2			

Продолжение таблицы Б.8

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Начальник лаборатории							
Химический		2					
Биологический	1						
Аэрозоли ПФД	1						
Шум	1						
Инфразвук	1						
Ультразвук воздушный	1						
Ультразвук контактный	1						
Вибрация общая	1						
Вибрация локальная	1						
Неионизирующие излучения	1						
Ионизирующие излучения	1						
Микроклимат		2					
Освещение		2					
Тяжесть труда	1						
Напряженность труда		2					
Общая оценка условий труда		2					

Продолжение таблицы Б.8

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Лаборант							
Химический		2					
Биологический	1						
Аэрозоли ПФД	1						
Шум	1						
Инфразвук	1						
Ультразвук воздушный	1						
Ультразвук контактный	1						
Вибрация общая	1						
Вибрация локальная	1						
Неионизирующие излучения	1						
Ионизирующие излучения	1						
Микроклимат		2					
Освещение		2					
Тяжесть труда	1						
Напряженность труда			3.1				
Общая оценка условий труда			3.1				

Таблица Б.9 – Характеристика и параметры выбросов вредных веществ в атмосферу

Наименование устройства	Наименование источника выброса	Высота источника, м	Диаметр устья, м	Объем ГВС, м <sup>3</sup> /с	Скорость ГВС, м/с	Температура ГВС, °С	Число часов работы в год, ч	Наименование вредных веществ	Выброс, г/с	Выброс, т/год
Компрессорная, «лето»	Привод компрессора	30	0,8	36,8	73,2	150	5040	Диоксид азота	0,969	17,582
								Оксид азота	0,157	2,849
								Оксид углерода	0,742	13,463
Компрессорная, «зима»	Привод компрессора	30	0,8	36,8	73,2	150	3720	Диоксид азота	0,969	12,977
								Оксид азота	0,157	2,103
								Оксид углерода	0,742	9,937
Факел	Факел	25	0,4	1,66	13,2	1644	8760	Диоксид азота	0,039	1,230
								Оксид азота	0,006	0,189
								Оксид углерода	0,324	10,218
								Сажа	0,032	1,009
								Метан	0,008	0,252
Слив с ж/д цистерн	Шланги на сливной эстакаде	6	0,06	0,0107	0,03	37	4680	Аммиак	0,029	0,489
Склад аммиака с сливной эстакадой	Неплотности	-	-	-	-	-	8760	Аммиак	0,014	0,442
Маневровый тепловоз	Маневровый тепловоз	7	-	-	-	-	8760	Диоксид азота	2,392	75,434
								Оксид азота	0,389	12,268
								Оксид углерода	1,058	33,365
								Сажа	0,036	1,135
Стендер налива на причале	Неплотности	-	-	-	-	-	8760	Аммиак	0,005	0,158
Стендер налива на причале	Рукава	11	0,3	0,011	0,018	10	50	Аммиак	0,044	0,008
Электростанция	Электростанция	16	1,2	15,58	14,17	410	8760	Диоксид азота	1,312	41,375
								Оксид азота	0,213	6,717
								Оксид углерода	2,290	72,217

Таблица Б.10 – Характеристика отходов

Наименование отходов	Место образования	Физико-химические характеристики	Периодичность образования	Количество, т/год	Использование отходов (способ складирования)
Силикагель	Компрессия воздуха КИП	Твердые нетоксичные стекловидные зерна, пожаровзрывобезопасен	1 раз в 2 года	0,35	Добавка при производстве стройматериалов (контейнер)
Коксовый орешек	Компрессия воздуха КИП	Каменноугольный кокс, нетоксичен	1 раз в 2 года	0,084	На сжигание (контейнер)
Отработанное масло	Компрессорная	Масло – 98 %, мех. примеси – 2 %	2 раза в год	9,2 м <sup>3</sup> /год	На регенерацию (канистры)
Ветошь	Блок складов	Текстильные изделия, промасленные, быстровоспламеняющиеся	По мере накопления	0,030	На захоронение (контейнер)
	Пожарное депо			0,030	
	Ремонтная служба			0,11	
Стружка металлическая	Пожарное депо	Стружка металлическая	По мере накопления	0,2	Вторчермет (контейнер)
	Ремонтная служба			0,8	
ТБО	Блок складов	Хозбытовые отходы	По мере накопления	0,3	На захоронение (контейнер)
	Пожарное депо			1,05	
	Ремонтная служба			0,11	

Таблица Б.11 – Перечень основных факторов и возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий

Составляющие перевалочного комплекса	Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий	Возможные причины аварий
<p>Эстакада слива жидкого аммиака из железнодорожных цистерн</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наличие на объекте значительного количества жидкого аммиака в одном железнодорожном составе (таких составов на эстакадах слива должно быть несколько), являющегося токсичным опасным веществом, создает опасность аварийного выброса большого количества опасного вещества при аварийной разгерметизации цистерн.</li> <li>2. Наличие на эстакадах переполненных цистерн создает дополнительную опасность аварийной разгерметизации их.</li> <li>3. Повышение коррозионной активности материала цистерн из-за динамических нагрузок, испытываемых заполненными жидким аммиаком цистернами при их перевозке.</li> <li>4. Проведение технологических операций приема жидкого аммиака из железнодорожных цистерн в приемную промежуточную емкость.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибки эксплуатационного персонала при обслуживании системы слива, при маневровых работах, при работе с подвижным составом.</li> <li>2. Некачественное проведение экспертизы технического состояния эксплуатируемых цистерн.</li> <li>3. Отказ цистерн, исчерпавших свой ресурс или из-за не выявленных дефектов в процессе технического освидетельствования.</li> <li>4. Отказ гибкого шланга (скрытые дефекты, израсходованный ресурс).</li> <li>5. Отказ трубопроводов (особенно подачи аммиака в промежуточную приемную емкость), исчерпавших свой ресурс.</li> <li>6. Несоблюдение требований эксплуатационным персоналом.</li> </ol>
<p>Изотермические хранилища жидкого аммиака</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наличие на объекте «холодного» жидкого аммиака, являющегося токсичным опасным веществом, создает опасность аварийного выброса большого количества опасного вещества при аварийной разгерметизации системы.</li> <li>2. Проведение технологических операций заполнения и опорожнения изотермических хранилищ с выдачей жидкого аммиака потребителям.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибки эксплуатационного персонала при ведении технологического процесса (наиболее опасными технологическими операциями с точки зрения влияния человеческих ошибок на возникновение аварии являются операции заполнения и опорожнения изотермических хранилищ).</li> <li>2. Отказы трубопроводов подачи аммиака из агрегатов по производству аммиака в изотермические хранилища, арматуры, разъемных соединений из-за дефектов изготовления, механических повреждений, коррозии.</li> </ol>

Продолжение таблицы Б.11

Составляющие перевалочного комплекса	Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий	Возможные причины аварий
		<p>3. Прием аммиака повышенной температуры.                      Недопустимое повышение давления в изотермическом хранилище при отказе компрессорного оборудования цикла заполнения.</p> <p>5. Отказ факельной установки (погасание факела) может привести к выбросу газообразного аммиака в атмосферу в случае резкого повышения давления в изотермическом хранилище.</p> <p>6. Переполнение изотермического хранилища из-за отказа КИП и А.</p> <p>7. Перепады температуры в процессе хранения жидкого аммиака в изотермических хранилищах.</p> <p>8. Отказ конструкции изотермического хранилища из-за дефектов или из-за истощения ресурса.</p> <p>9. Отказ фундамента из-за негативных изменений в бетонных опорах.</p> <p>10. Несоблюдение требований эксплуатационным персоналом.</p> <p>11. Некачественное проведение экспертизы технического состояния изотермических хранилищ.</p>

Продолжение таблицы Б.11

Составляющие перевалочного комплекса	Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий	Возможные причины аварий
<p>Система трубопроводов подачи жидкого аммиака от склада к грузовому причалу</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наличие на объекте значительного количества жидкого аммиака (по скорости транспортировки в трубопроводах), предназначенного для перекачки аммиака из изотермических хранилищ в системы наполнения танкеров, являющегося токсичным опасным веществом, создает опасность аварийного выброса большого количества опасного вещества при аварийной разгерметизации системы трубопроводов.</li> <li>2. Проведение технологических операций транспортирования жидкого аммиака.</li> <li>3. Повышение коррозионной активности материала трубопровода из-за динамических нагрузок, испытываемых транспортировке жидкого аммиака по трубопроводам.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибки эксплуатационного персонала при ведении технологического процесса.</li> <li>2. Отказ конструкции трубопровода из-за дефектов сварных стыков.</li> <li>3. Некачественное проведение экспертизы технического состояния трубопроводов и соблюдения ПБ 03-585-03.</li> <li>4. Отказ системы КИП и А.</li> <li>5. Несоблюдение требований эксплуатационным персоналом.</li> </ol>

Таблица Б.12 – План мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения мероприятия	Отметка о выполнении
ЦПУ, Оператор ДПУ	«Приобретение и монтаж средств сигнализации о нарушении нормального функционирования производственного оборудования, средств аварийной остановки, а также устройств, позволяющих исключить возникновение опасных ситуаций при полном или частичном прекращении энергоснабжения и последующем его восстановлении» [18].	Повышение безопасности условий труда	2 квартал 2020 года	Служба главного инженера Служба главного энергетика Отдел КИПиА	Проработка документации
	«Внедрение систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах» [18].	Снижение уровня содержания вредных веществ	2 квартал 2020 года	Отдел КИПиА Служба главного энергетика	Проработка документации
	«Модернизация оборудования (его реконструкция, замена), а также технологических процессов на рабочих местах с целью снижения до допустимых уровней содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, механических колебаний (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук) и излучений (ионизирующего, электромагнитного, лазерного, ультрафиолетового)» [18].	Снижение влияния опасных вредных производственных факторов	4 квартал 2020 года	Служба главного инженера Служба главного технолога Служба главного энергетика Отдел КИПиА	Проработка документации

Таблица Б.13 – Данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	Данные по годам		
			2016	2017	2018
Вид экономической деятельности	ОКВЭД		52.10.23		
Класс профессионального риска			V		
Размер страхового тарифа	tстрах тек	%	0,6		
Среднесписочная численность работающих	N	чел	94	94	94
Количество страховых случаев за год	K	шт.	0	0	0
Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом	S	шт.	0	0	0
Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем	T	дн.	0	0	0
Сумма обеспечения по страхованию	O	руб.	0	0	0
Фонд заработной платы за год	ФЗП	руб.	56400000	62040000	68244000
Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест по условиям труда	q11	шт.			23
Число рабочих мест, подлежащих аттестации по условиям труда	q12	шт.			23
Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации	q13	шт.			22
Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры	q21	чел			94
Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры	q22	чел			94
Справочные значения показателей по виду экономической деятельности:					
Отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов	авэд				0,27
Количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих	бвэд				1,97
Количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай	свэд				380,50

Таблица Б.14 – Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Наименование показателя	усл. обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	Ч <sub>і</sub>	чел.	5	0
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	94	94
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	2	0
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Днс	дн.	10	0
Плановый фонд рабочего времени в днях	Фплан	дни	1970	1970
Время оперативное	t <sub>о</sub>	мин	45	31
Время обслуживания рабочего места	t <sub>ом</sub>	мин	3	2
Время на отдых	t <sub>отл</sub>	мин	5	4
Ставка рабочего	T <sub>чс</sub>	руб./час	330	330
Коэффициент доплат	k <sub>допл.</sub>	%	4	0
Продолжительность рабочей смены	T	час	11	11
Количество рабочих смен	S	шт.	1	1
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ		1,4	1,4
Страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	t <sub>страх</sub>	%	0,6	0,6
Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности	Ен		0,08	0,08
Единовременные затраты	Зед	руб.	0	1500000

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### 1 Сценарий С1

В соответствии с приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 марта 2013 года № 96 «энергетический потенциал взрывоопасности  $E$  (кДж) определяется полной энергией сгорания парогазовой фазы, находящейся в блоке, с учётом величины работы её адиабатического расширения, а также величины энергии полного сгорания испарившейся жидкости с максимально возможной площади её пролива, при этом считается:

- При аварийной разгерметизации аппарата происходит его полное раскрытие (разрушение);
- Площадь пролива жидкости определяется исходя из конструктивных решений зданий или площадки наружной установки;
- Время испарения (время контакта жидкости с поверхностью пролива, принимаемое в расчёт) принимается не более 60 минут.» [24].

По сценарию С1 происходит полное разрушение изотермического хранилища и пролив всего объёма аммиака в поддон.

Исходные данные для расчёта сценария С1:

Давление окружающей среды: 1 ат.

Температура окружающей среды: 23,3 °С

Температура пролитой жидкости: -33 °С

Площадь испарения пролитой жидкости: 2956,87 м<sup>2</sup>

Время испарения пролитой жидкости: 3600 с

Коэффициент скорости испарения: 1,0

Масса пролитой жидкости: 28619856,92 кг

Расчёты выполнены с применением расчетно-справочной системы «ПВ-БЕЗОПАСНОСТЬ» (версия 3.05.005 от 16.03.2017), разработанной ООО «ТЕХНОСОФТ-Компьютерный центр».

## Сценарий С1

Коэффициент участия во взрыве [б/р]:	0,1
Вещества I, II класса опасности:	Нет
Энергетический потенциал (E) [кДж]:	$7,25 \cdot 10^8$
Приведённая масса горючих паров [кг]:	15761,93
Относительный энергопотенциал (Qв):	54,33
Категория блока [б/р]	1

**E1' Сумма энергий адиабатического расширения и сгорания парогазовой фазы (ПГФ), находящейся непосредственно в аварийном блоке**

<b>Значение энергии E1' [кДж]:</b>	<b><math>5,34 \cdot 10^7</math></b>
Давление окружающей среды [ат]:	1,00
Температура окружающей среды [°C]:	23,30
Давление в блоке [ат]:	1,0561
Температура в блоке [°C]:	-33,00

Состав:

Вещества:	Мольн. %
NH <sub>3</sub>	100,00
ИТОГО:	100,00

Геометрический объем блока [м <sup>3</sup> ]:	3166,10
Плотность газа при н.у. [кг/м <sup>3</sup> ]:	0,7598
Плотность газа в аппарате [кг/м <sup>3</sup> ]:	0,8967
Низшая теплота сгорания [кДж/кг]:	18797,80
Масса смеси [кг]:	2838,98
Энергия адиабатического расширения A [кДж]:	0,00

**E4" Энергия сгорания ПГФ, образующейся из пролитой на твёрдую поверхность (пол, поддон, грунт...) ЖФ за счёт теплоотдачи от окружающей среды.**

Тип расчёта: Расчёт испарения пролитой жидкости с учётом остывания

**Значение энергии E4" [кДж]:** **6,72·10<sup>8</sup>**

Давление окружающей среды [ат]: 1,00

Температура окружающей среды [°C]: 23,30

Время испарения пролитой ЖФ [с]: 3600,00

Площадь испарения пролитой ЖФ [м<sup>2</sup>]: 2956,87

Температура пролитой жидкости [°C]: -33,40

Коэффициент скорости испарения [б/р]: 1,00

Состав:

Вещества:	Мольн. %
NH <sub>3</sub>	100,00
ИТОГО:	100,00

Масса пролитой жидкости [кг]: 28619856,92

Теплопроводность поддона [Вт/(м·с)]: 1,28

Плотность материала поддона [кг/м<sup>3</sup>]: 2300,00

Теплоемкость мат. поддона [кДж/(кг·°C)]: 1,13

Теплота парообразования [кДж/кг]: 1374,0011

Низшая теплота сгорания паров [кДж/кг]: 18797,80

Температура кипения [°C]: -34,1661

Молекулярная масса ЖФ [кг/кМоль]: 17,031

Плотность ЖФ [кг/м<sup>3</sup>]: 680,8638

Среднеинтегр. знач. давления насыщения [ат]: 1,0381 (101,8072 кПа)

Масса испарившейся смеси [кг]: 35731,96

Расчёт размеров зон поражения проводился по методике, учитывающей тип взрывного превращения (детонация/дефлаграция) при воспламенении ТВС, в соответствии с приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 марта 2016 года № 137 [25].

Исходные данные:

Атмосферное давление: 101325 Па

Температура окружающей среды: 23,3 °С

Скорость звука при температуре окружающей среды определяется соотношением:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}} \quad (\text{B.1})$$

где

$\gamma$  – показатель адиабаты для воздуха, равный 1,4;

$R$  – универсальная газовая постоянная, равная 8,3144598 Дж/(моль·К);

$M_v$  – молярная масса воздуха, равная 29,099 кг/кМоль.

$$c = \sqrt{\frac{1000 \cdot 1,4 \cdot 296,45}{29,099}} = 344,36 \text{ м/с}$$

Определим ожидаемый режим взрывного превращения. Согласно таблице № 1 приложения 3 аммиак относится к 3 классу горючих веществ по степени чувствительности [26]. Резервуарный парк относится в 3 виду окружающей территории. Исходя из этого, в соответствии с таблицей № 2 приложения 3, ожидаемый диапазон скорости взрывного превращения будет 5, режим взрывного превращения – дефлаграция [26].

Для диапазона 5 скорость фронта пламени определяется по формуле:

$$V_f = k_1 \cdot M_f^{1/6} \quad (\text{B.2})$$

где

$k_1$  – константа, равная 43.

$M_r$  – масса горючего вещества, в облаке ТВС, участвующая в создании поражающих факторов взрыва, кг.

$$M_r = 2838,98 + 35731,96 = 38570,94 \text{ кг}$$

$$V_r = 43 \cdot 38570,94^{\frac{1}{6}} = 249,945 \text{ м/с}$$

Эффективный энергозапас ТВС определяется по соотношению:

$$E = M_r \cdot q_r \text{ при } c_r \leq c_{ст} \quad (\text{В.3})$$

или

$$E = M_r \cdot q_r \cdot \frac{c_r}{c_{ст}} \text{ при } c_r \geq c_{ст}$$

где

$q_r$  – удельная теплота сгорания газа, Дж/кг;

$c_r$  – концентрация горючего вещества в облаке ТВС, кг/м<sup>3</sup>;

$c_{ст}$  – стехиометрическая концентрация вещества в смеси с воздухом, кг/м<sup>3</sup>.

$$q_r = 18797800 \text{ Дж/кг}$$

Концентрацию горючего вещества в облаке ТВС примем как нижний концентрационный предел распространения пламени. Для аммиака он равен 13,959 %.

$$c_r = 13,959 \%$$

Стехиометрическая концентрация вещества в смеси с воздухом определяется по соотношению:

$$c_{ст} = \frac{100}{1+4,84 \cdot \beta} \quad (\text{В.4})$$

где

$\beta$  – стехиометрический коэффициент.

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2} \quad (\text{B.5})$$

где

$n_C, n_H, n_O, n_X$  – число атомов углерода, водорода, кислорода и галойдов в молекуле вещества.

$$\beta = 0 + \frac{3 - 0}{4} + \frac{0}{2} = 0,75$$
$$c_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0,75} = 21,598 \%$$

$$c_{\text{Г}} ? c_{\text{ст}}$$

$$13,959 < 21,598$$

$$c_{\text{Г}} \leq c_{\text{ст}}$$

Следовательно:

$$E = 38570,94 \cdot 18797800 = 7,25 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$$

Далее согласно приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 марта 2016 года № 137 были рассчитаны безразмерные величины расстояния и давления для расстояний от центра облака от 1 до 1000 м [26].

Результаты расчетов представлен на рисунке В.1 в виде зависимости избыточного давления взрыва от расстояния от центра облака.

Карта-схема зон поражения и последствий взрыва изображена на рисунке В.2.

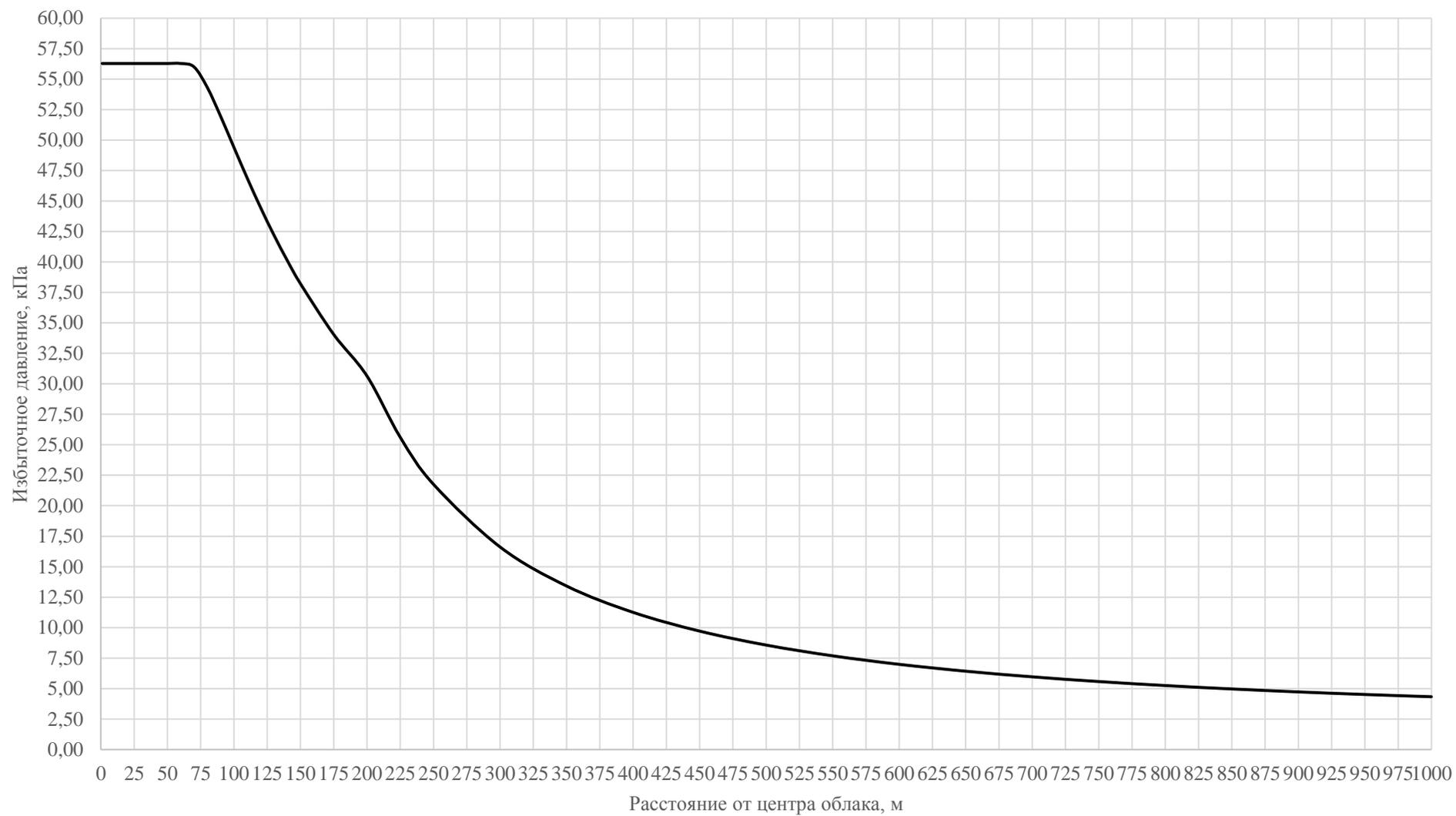


Рисунок В.1 – Зависимость избыточного давления от расстояния от центра облака

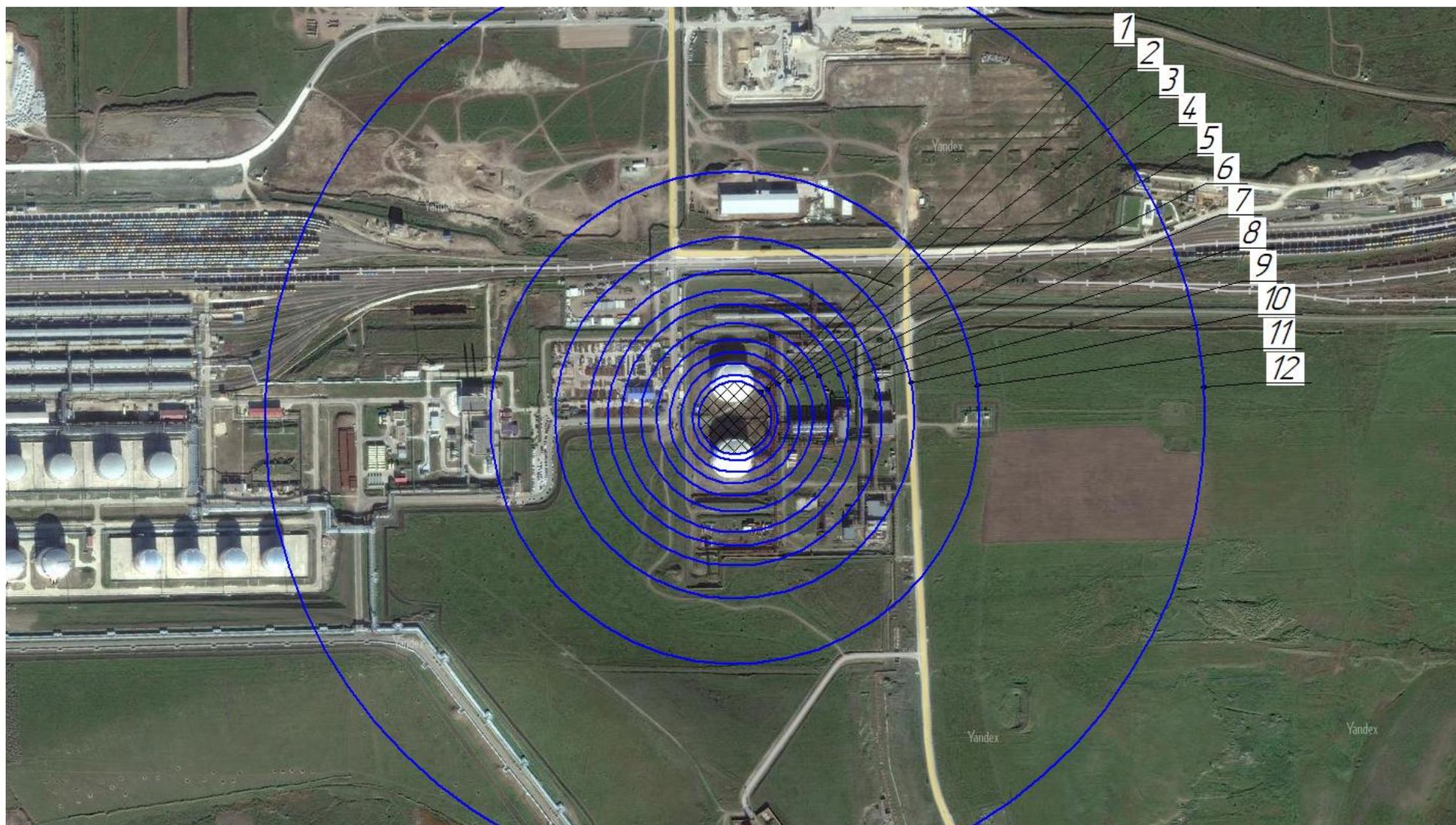


Рисунок В.2 – Карта-схема зон поражения и последствий взрыва

В таблице В.1 приведена расшифровка зон зависимости избыточного давления от расстояния до центра облака.

Таблица В.1 – Зависимость избыточного давления от расстояния до центра облака

Зона	Избыточное давление, кПа	Расстояние до центра облака, м
1	56,282	65,518
2	55,000	76,580
3	50,000	97,634
4	45,000	117,719
5	40,000	140,678
6	35,000	168,830
7	30,000	203,924
8	25,000	228,521
9	20,000	264,314
10	15,000	322,590
11	10,000	439,438
12	5,000	844,247

Заштрихованная область – область для которой, в соответствии с п. 2.1 приложения 3 приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 марта 2013 года № 96 и приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 марта 2016 года № 137, избыточное давление рассчитывалось для значения безразмерного расстояния  $R_x = 0,34$  [24], [26].

В соответствии с таблицей 3 приложения 3 приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 марта 2013 года № 96 для производственных, административных зданий и сооружений, расположенных вокруг центра облака установлены следующие степени разрушения [24]:

- Резервуар изотермического хранения (избыточное давление на фронте падающей волны – 56, 282 кПа) – среднее разрушение;
- Приемная емкость (избыточное давление на фронте падающей волны – менее 35 кПа) – слабое разрушение;

- Компрессорная станция с наружной установкой (избыточное давление на фронте падающей волны – 50 кПа) – полное разрушение;
- Цистерны, находящиеся на эстакаде слива жидкого аммиака (избыточное давление на фронте падающей волны – менее 35 кПа) – слабое разрушение;
- Блок разделения воздуха (избыточное давление на фронте падающей волны – 20 кПа) – слабое разрушение;
- Блок оперативно-цеховых служб (избыточное давление на фронте падающей волны – 20 кПа) – слабое разрушение;
- Опреснительная установка (избыточное давление на фронте падающей волны – менее 20 кПа) – слабое разрушение;
- Электростанция (избыточное давление на фронте падающей волны – 20 кПа) – слабое разрушение;
- КТП с РУ и дизель-генераторной, компрессия воздуха КИП (избыточное давление на фронте падающей волны – 20 кПа) – слабое разрушение;
- Объединенная насосная станция (избыточное давление на фронте падающей волны – 25 кПа) – слабое разрушение;
- Резервуары противопожарной воды (избыточное давление на фронте падающей волны – менее 35 кПа) – слабое разрушение;
- Трубопроводы на эстакаде вдоль склада (избыточное давление на фронте падающей волны – 55 кПа) – среднее разрушение.

#### Выводы

При реализации сценария С1 максимальное значение избыточного давления на фронте падающей волны достигает значения 56,282 кПа. Проведенный анализ подтверждает минимальные возможности возникновения эффекта «домино» и потерь среди работающих склада (блок оперативно-цеховых служб расположен на достаточном расстоянии от центра облака).

## 2 Сценарий С5

### Исходные данные

Резервуары изотермического хранения аммиака представляют собой цилиндрические резервуары, установленные на фундаментах. Фундамент представляет собой сооружение в виде монолитного железобетонного постаментов, состоящего из нижней и верхней плит, колонн, диафрагм жёсткости, наружной и внутренней стен.

Защитное ограждение резервуарного склада представляет собой сооружение, состоящее из тонкостенных монолитных железобетонных подпорных стен.

Аммиак хранится в резервуарах при следующих параметрах:

- Температура хранения:  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Давление в резервуаре: 5500 Па.

Максимальная ёмкость каждого из резервуаров составляет  $45230\text{ м}^3$ . Из соображений безопасности заполнен один резервуар на 93%.

Согласно своду правил от 01.01.2013 СП 131.13330.2012 район расположения резервуаров относится к ШБ климатическому подрайону со следующими характеристиками [2]:

- Атмосферное давление: 758 мм. рт. ст.;
- Средняя температура наиболее тёплого месяца (июль):  $23,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Преобладающее направление ветра в июле: северо-восточное.

Выбор сценария возможной аварийной ситуации

Наиболее вероятный сценарий аварии для резервуаров изотермического хранения: полное разрушение оборудования, содержащего ОХВ в жидком состоянии. Схема возможного разрушения оборудования представлена на рисунке В.3.

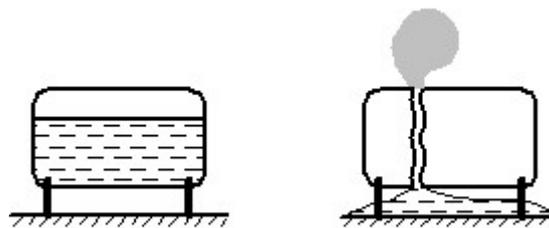


Рисунок В.3 – Схема возможного разрушения оборудования

#### Описание возможной аварийной ситуации

В соответствии с методиками оценки последствий аварий на опасных производственных объектах «разрушение оборудования с жидким ОХВ, выброс ОХВ в окружающую среду, при наличии перегрева у жидкой фазы, возможно её вскипание с образованием в атмосфере газочапельного облака. Часть жидкой фазы может пролиться на подстилающую поверхность – либо в обвалование, либо на неограниченную площадь. Если жидкость при этом имеет температуру кипения меньше температуры поверхности, то произойдёт вскипание жидкости при её соприкосновении с подстилающей поверхностью. Из газовой фазы, содержащейся в оборудовании, из образовавшейся при вскипании за счёт перегрева жидкой фазы газочапельной фазы и из газа, образующегося при кипении пролива, образуется первичное облако, которое рассеивается в атмосфере, воздействуя на окружающую среду.

Из пролива происходит испарение ОХВ, в результате чего образуется вторичное облако, которое также рассеивается в атмосфере, воздействуя на окружающую среду.

Возможно прекращение аварии путём ликвидации пролива» [27].

Данные, необходимые для выполнения расчётов

Опасное химическое вещество (ОХВ): Аммиак. Справочные данные:

- Молярная масса: 17,031 кг/кмоль;
- Плотность жидкости: 681 кг/м<sup>3</sup>;
- Температура кипения: -33,4 °С;
- Теплоёмкость: 4590 Дж/(кг·°С);
- Показатель адиабаты: 1,34;
- Пороговая токсодоза: 15 мг·мин/л;
- Смертельная токсодоза: 150 мг·мин/л;
- Теплота испарения: 1360000 Дж/кг.

Время экспозиции для человека, попадающего в область поражения:  
1800 сек.

Тип местности, где происходит рассеивание ОХВ: ровная местность с высотой травы до 15 см.

Время суток: безоблачная ночь.

Скорость ветра на высоте 10 м: 1 м/с.

Класс стабильности атмосферы: инверсия.

Оборудование:

- Общая масса газообразного ОХВ: 148,69 кг;
- Общая масса жидкого ОХВ: 28619856,92 кг.

Обваловка:

- Площадь обваловки: 2956,87 м<sup>2</sup>;
- Высота обваловки: 3 м;
- Площадь возможного контакта жидкости с твёрдой поверхностью:  
41735,18 м<sup>2</sup>.

Подстилающая поверхность: Бетон. Температура подстилающей поверхности: 23,3 °С.

Расчёты выполнены в пакете прикладных программ в области экологической, промышленной и пожарной безопасности «Русь», версии 6.9.20170824.

Результаты расчётов

Количественные характеристики выброса ОХВ:

- Масса ОХВ, образующая первичное облако: 527627,579 кг
- Расход ОХВ во вторичном облаке, образующемся при испарении ОХВ из пролива: 12,133 кг/с;
- Длительность испарения из пролива: 2315362,4 с;
- Плотность ОХВ в начальный момент времени во вторичном облаке, образующемся при испарении ОХВ из пролива: 0,00086 кг/м<sup>3</sup>;
- Плотность ОХВ в первичном облаке в начальный момент времени: 0,00093 кг/м<sup>3</sup>;
- Начальный размер вторичного облака, образующегося при испарении ОХВ из пролива: 27,19 м;
- Высота источника выброса: 3 м.

Зона порогового воздействия – 2950 м в направлении на юго-восток от места аварии.

Результаты расчетов приведены на рисунке В.4 и В.5.

На рисунке В.6 представлена карта-схема «Зоны токсического поражения».

На рисунке В.7 представлена карта-схема «Токсодозы».

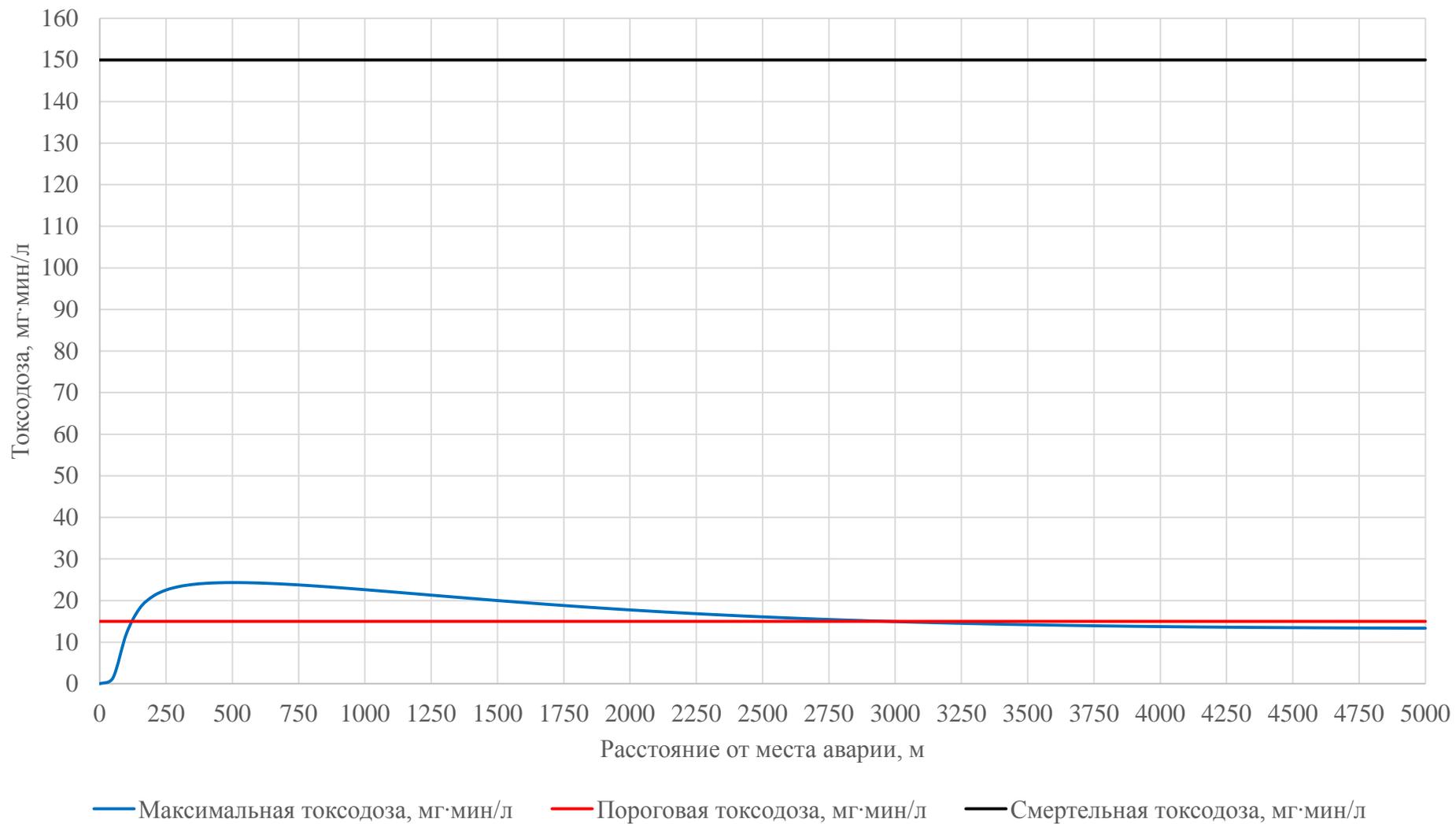


Рисунок В.4 – Значения токсодоз

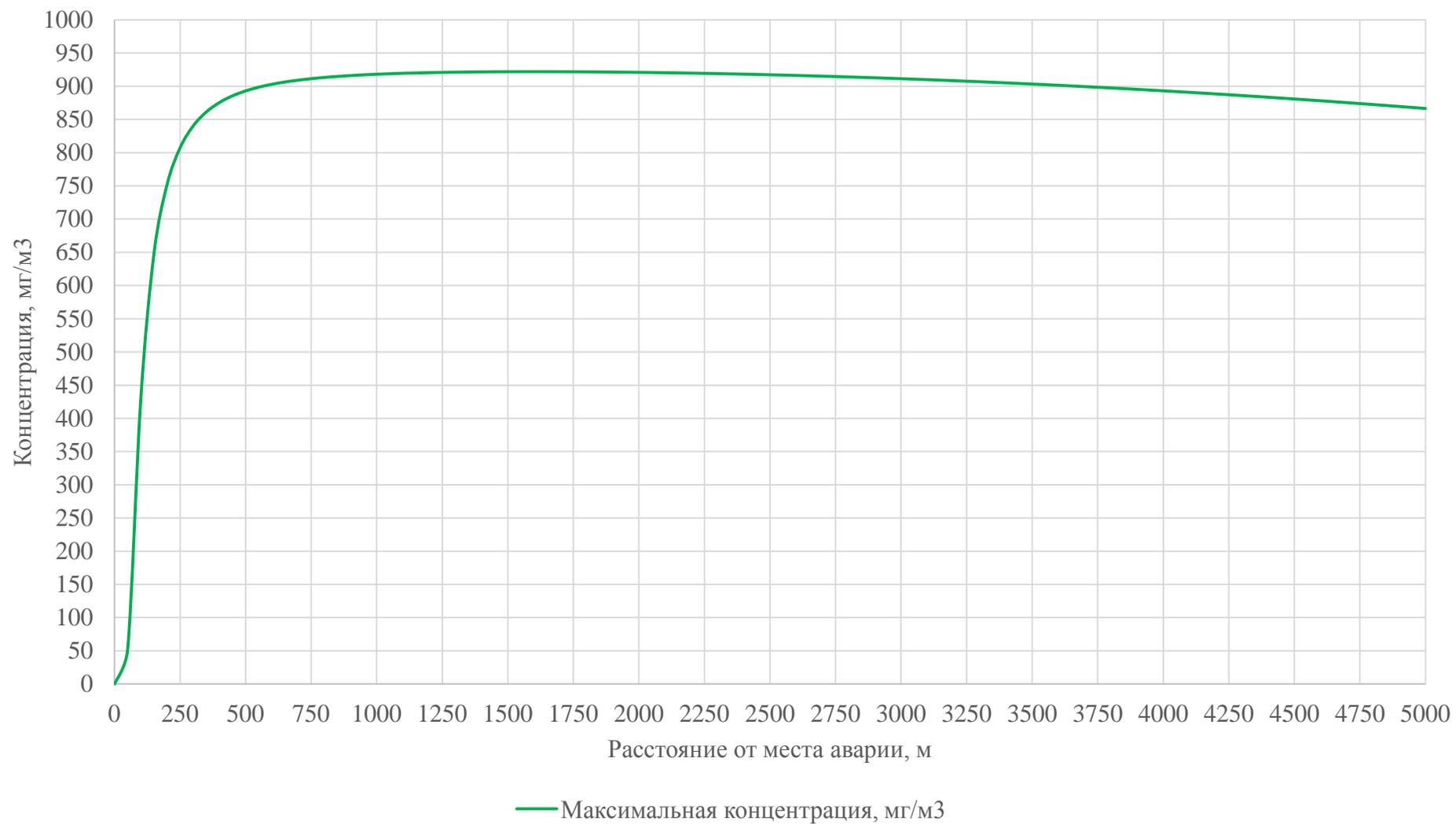


Рисунок В.5 – Значения концентраций



Рисунок В.6 – Карта-схема «Зоны токсического поражения»



Рисунок В.7 – Карта-схема «Токсодозы»

На карте-схеме «Зоны поражения» (рисунок В.6) голубым цветом обозначена зона, в которой значение токсодозы выше пороговой токсодозы для аммиака (15 мг·мин/л). Смертельная токсодоза для рассматриваемого варианта развития аварии не достигается. Максимальное достигаемое значение токсодозы: 24,3317 мг·мин/л на расстоянии 500 м от центра пролива. Зона пороговой токсодозы на расстоянии 2950 м.

Выводы:

Зона порогового воздействия в результате возможной реализации рассматриваемого варианта развития аварии с выбросом опасного химического вещества (аммиак) составляет 2950 м в направлении на юго-восток от места аварии. Посёлка Волна, расположенного в указанном направлении, токсодозы выше порогового значения не достигают.