

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Общие понятия о горении и пожаровзрывоопасных свойствах веществ и материалов, пожарной опасности зданий в ПАО «Куйбышев Азот»

Студент

О.В. Епищенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., И.И. Рашоян

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Т.С. Якушева

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

## Аннотация

Темой ВКР является: «Общие понятия о горении и пожаровзрывоопасных свойствах веществ и материалов, пожарной опасности зданий в ПАО «Куйбышев Азот»». В ВКР описывается тактико-техническая характеристика зданий объекта исследования – ПАО «Куйбышев Азот», кроме того, проведен анализ процессов горения и пожароопасных свойств веществ и материалов, обращающихся на производстве, приведена характеристика зданий по классу пожароопасности. Обобщены сведения о количестве, месте размещения и степени пожарной опасности объекта, также проведены сценарии развития пожара. Обобщены сведения о влиянии деятельности объекта на элементы окружающей среды, разработана процедура постановки на учет опасных производственных объектов.

Цель настоящей ВКР: разработать мероприятия противопожарной защиты пожароопасных зданий ПАО «Куйбышев Азот».

Задачи:

- определение пожарно-технической характеристики зданий в ПАО «Куйбышев Азот»;
- проанализировать процессы горения и пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов рассматриваемого объекта;
- разработать процедуру организации обучения по охране труда;
- разработать процедуру постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет;
- проведение расчетов по эффективности мер в области техносферной безопасности.

ВКР состоит из введения, 7 разделов, заключения, содержит 2 рисунка, 15 таблиц, список используемых источников (27 источников). Основной текст работы изложен на 64 страницах.

## ABSTRACT

This graduation work deals with the fire and explosive properties of substances and materials, fire hazard of buildings in company «Kuibyshev Azot».

The aim of the work is to give some information for fire protection of fire-hazardous buildings of chemical company «Kuibyshev Azot».

The object of the graduation work is a chemical company «Kuibyshev Azot».

The subject of the graduation work is: «General concepts of fire and explosive properties of substances and materials, fire hazard of buildings in company «Kuibyshev Azot»».

The issues of fire and explosive properties of substances and materials, fire hazard of buildings in company, industrial safety and ecology are highlighted in the project's general part.

The special part of the project gives details about the fire processes and fire-explosive properties of substances and materials, develops fire protection measures for the facility, summarizes information about the organization of the evacuation process at the facility. Moreover, the special part describes a procedure for organizing occupational safety training, develops a procedure for setting up production facilities that have a negative impact on state accounting and carrying out calculations on the effectiveness of measures in the field of safety.

The final qualifying work consists of an introduction, 7 sections, a conclusion, 4 figures, 15 tables, a list of references (27 sources). The main text of the work is presented on 58 pages.

## Содержание

Введение.....	5
Термины и определения.....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Пожарно-техническая характеристика зданий в ПАО «Куйбышев Азот»	9
1.1 Общие сведения о расположении и функциональном значении.....	9
1.2 Оперативно-тактическая характеристика зданий.....	10
1.3 Данные о системе противопожарной защиты зданий.....	12
2 Анализ процессов горения и пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов, пожарной опасности здания.....	14
2.1 Сведения о пожарной нагрузке.....	14
2.2 Анализ причин и условий, способствующих горению.....	17
2.3 Возможные сценарии развития пожара.....	18
3 Разработка мероприятий противопожарной защиты объекта.....	25
3.1 Анализ соответствия объекта требованиям пожарной безопасности..	25
3.2 Рекомендуемые инженерно-технические решения в области повышения уровня пожарной безопасности объекта.....	28
4 Организация процесса эвакуации на объекте.....	34
4.1 Количество и места вероятного размещения людей.....	34
4.2 Эвакуационные пути и выходы.....	35
4.3 Эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара и аварийных ситуаций.....	35
5 Охрана труда.....	37
5.1 Разработка процедуры организации обучения по охране труда.....	37
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	44
6.1 Идентификация экологических аспектов организации.....	44
6.2 Выявление антропогенного воздействия на окружающую среду.....	44
6.3 Разработка процедуры постановки производственных объектов	45
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	48
Заключение.....	57
Список используемых источников.....	59

## Введение

Химическая промышленность в России является основной много сырьевой базой для других производственных отраслей.

Пожарная опасность зданий и сооружений крупных производственных объектов химического комплекса представляют категорию особой опасности. Это объясняется, прежде всего, тем, что в технологическом процессе химического производства обращаются различные по своим свойствам и характеристикам вещества и материалы.

С другой стороны, эксплуатация химических предприятий тесно связана с состоянием окружающей среды [23]. Предприятия химической промышленности – один из основных источников выброса опасных веществ, которые способны загрязнять воздух, почву, а также водную среду. Кроме того, это и большое количество промышленных отходов, которые согласно регламентированных процедур подлежат утилизации и правильному хранению. На сегодняшний день актуальна проблема экологизации.

Влияние химического производства на окружающую среду характеризуется следующими типами воздействия:

- загрязнение путем выброса химических веществ [23];
- опасность выработки большого количества промышленных отходов (сложность в утилизации и переработке);
- риск возникновения аварийных ситуаций, которые могут привести к разливу и выбросу большого количества АХОВ, пожару или взрыву, техногенной ЧС.

В связи с этим, наблюдается изменение многолетнего режима погоды, деградация и опустошение почвенного покрова, водных акваторий и атмосферного воздуха.

С другой стороны, формирование различных производственных процессов на одной территории химического завода также представляет определенную опасность и риск возникновения аварийной ситуации [24].

Следовательно, вопрос необходимо рассматривать также с точки зрения охраны труда и соблюдения правил безопасности на производстве, а также согласно нормам промышленной безопасности.

Актуальность рассматриваемой цели настоящего исследования и ВКР подтверждается тем, что пожарная опасность предприятий химической промышленности характеризуется:

- использованием большого количества ЛВЖ, ГЖ, АХОВ в производственной деятельности;
- необходимостью нейтрального соседства по отношению к другим объектам городской инфраструктуры;
- ответственностью за здоровье трудящихся на предприятии людей;
- необходимостью соблюдения мер по охране окружающей среды и контролем выбросов загрязняющих веществ.
- необходимо постоянно совершенствовать систему обеспечения ПБ на объекте путем внедрения современных устройств пожарной автоматики вследствие появления новых технических решений.

Цель настоящей ВКР: разработать мероприятия противопожарной защиты пожароопасных зданий ПАО «Куйбышев Азот».

Задачи:

- определение пожарно-технической характеристики зданий в ПАО «Куйбышев Азот»;
- проанализировать процессы горения и пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов рассматриваемого объекта;
- обобщить сведения об организации процесса эвакуации на объекте;
- разработать процедуру организации обучения по охране труда;
- разработать процедуру постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет;

- проведение расчетов по эффективности мер в области техносферной безопасности.

## Термины и определения

«Горючие (сгораемые) вещества и материалы – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления» [14].

«Горючая среда – среда, способная воспламениться при воздействии источника зажигания» [20].

«Зона чрезвычайной ситуации – это территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация» [3].

«Обучение по охране труда - процесс получения работниками, в том числе руководителями организаций, а также работодателями - индивидуальными предпринимателями знаний, умений, навыков, позволяющих формировать и развивать необходимые компетенции с целью обеспечения безопасности труда, сохранения жизни и здоровья. Работники, в том числе руководители организаций, и работодатели - индивидуальные предприниматели обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знания требований охраны труда» [21].

«Опасные факторы пожара – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, гибели человека и к материальному ущербу» [20].

«Пожар – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства» [4].



## Перечень сокращений и обозначений

- АПС – автоматическая пожарная сигнализация
- АСС – аварийно-спасательная служба
- АСФ – аварийно-спасательные формирования
- АУПТ – автоматическая установка пожаротушения
- АХОВ – аварийно-химические опасных вещества
- АЦ – автоцистерна
- ГАС – государственная автоматизированная система
- ГДЗС – газодымозащитная служба
- ГПС – государственная противопожарная служба
- ГПС-600 – генератор пены средней кратности
- ГСС – газоспасательная служба
- ИТР – инженерно-технический персонал
- КИП – контрольно-измерительный прибор
- ПГ – пожарный гидрант
- ПЛС – переносной лафетный ствол
- ПОО – потенциально-опасный объект
- ПТП – план тушения пожара
- ПХВ – пожарно-хозяйственный водопровод
- РВС – резервуар вертикальной стальной
- СКИД – система контроля и диагностики
- СО – степень опасности
- ТРС – тонкораспыленная вода
- ЦПУ – центральный пункт управления
- ЧС – чрезвычайная ситуация

# 1 Пожарно-техническая характеристика зданий в ПАО «Куйбышев Азот»

## 1.1 Общие сведения о расположении и функциональном значении

Публичное акционерное общество «Куйбышев Азот» расположено в г. Тольятти, по ул. Новозаводская, 6 в промышленной зоне Центрального района. Площадь предприятия составляет 296 Га, плотность застройки – 25% (80 Га). Объект располагается по соседству с другими предприятиями химического комплекса бывшим предприятием АО «Фосфор», станцией «Химзаводская» и Тольяттинской ТЭЦ.

На рисунке 1 представлена схема расположения объекта на местности.



Рисунок 1 – Схема расположения объекта на местности

Предприятие ПАО «Куйбышев Азот» функционирует как мощный объект химического комплекса с 1966 года.

На объекте предусмотрен технологический процесс производства следующих элементов химической продукции:

- аммиак и аммиачная селитра;
- исходные продукты для последующего производства сырья из азота, кислорода, водорода и аргона;
- жидкие минеральные удобрения;
- капролактамы, кордная нить и кордная ткань;
- сульфат аммония;
- полиамид;
- циклогексан и циклогексанон;
- углекислота.

На территории предприятия располагаются 18 производственных цехов и корпусов с наличием сложного технологического процесса, вследствие чего предприятие является потенциально-опасным объектом г. о. Тольятти. Также на его территории расположены 19 вспомогательных корпусов, цехов (ремонтно-строительный цех, цех по ремонту электрооборудования, автотранспортный цех) и складов (складское хозяйство). Степень огнестойкости основных производственных зданий – II. Основными зданиями и сооружениями, представляющими наибольшую опасность при возникновении пожара, взрыва – это наружные установки, производственные цехи углекислоты, аммиака и циклогексана.

## **1.2 Оперативно-тактическая характеристика зданий**

Поскольку на территории ПАО «Куйбышев Азот» располагается свыше 120 производственных зданий, цехов и участков, а также корпусов, целесообразно рассматривать и использовать материал определенной части зданий. Определим описание и разработку по рассматриваемой теме ВКР в рамках зданий и помещений по категории повышенной

взрывопожароопасности («А»), класс функциональной пожарной опасности – Ф 5.1, класс конструктивной пожарной опасности всех зданий – С0, С1.

Корпус 02 – отделение компрессии цеха №11 по производству жидкого аммиака. Двухэтажное здание, общей площадью 4320 м<sup>2</sup>, высотой 13 м. Стены выполнены из кирпича, покрытие легкосбрасываемое, кровля мягкая, рулонная. Степень огнестойкости – 2. В здании размещены компрессоры: синтезгаза, воздуха, природного газа, турбокомпрессоры. В корпусе размещена распределительная электроподстанция №61.

Корпус 05 – отделение конверсии цеха №11 по производству жидкого аммиака. Наружные металлические этажерки, на которых размещены: печь реформинга, сероочистка, конверсия СО, установка метанирования. Общая площадь этажерок 2840 м<sup>2</sup>. Категория по взрывопожарной и пожарной опасности АН. Корпус 276 – газораспределительный пункт энергоцеха №40. Одноэтажное кирпичное здание площадью 250 м<sup>2</sup>, высотой 6 м. Покрытием служат железобетонные плиты, кровля мягкая, рулонная. Корпус 401 – отделение газовой компрессии цеха №10 разделения воздуха. Двухэтажное здание площадью 2400 м<sup>2</sup>, высотой 12 м. Железобетонный каркас, стены выполнены из керамзитобетонных панелей, перекрытие и покрытие – железобетонные плиты, кровля мягкая, рулонная. Маслопункт защищен АПС. В корпусе размещена электрическая подстанция №9. Корпус 451В – установка получения водорода цеха №13 получения водорода. Состоит из насосной, здания СКИД и наружной установки. Здание СКИД защищено АПС. Наружная установка защищена двумя лафетными стволами ПЛС–20С. Категория взрывопожарной и пожарной опасности АН.

Корпус 475 – отделение сероочистки цеха №11 по производству жидкого аммиака. Состоит из кирпичного одноэтажного административно-бытового здания площадью 288 м<sup>2</sup>, высотой 2,3 м с наружной установкой. Покрытие здания выполнено из железобетонных плит, кровля мягкая, рулонная. Наружная установка выполнена из металлоконструкций.

Отделение предназначено для очистки природного газа от сернистых отложений. Категория взрывопожарной и пожарной опасности АН. Корпус 609 – свеча сброса инертных газов производства аммиачной селитры цеха №3. Наружная установка. Категория по взрывопожарной пожарной опасности АН. Корпус 701 – отделение выгрузки цеха №23 получения кальцинированной соды и склада сырья производства капролактама. Одноэтажное здание площадью 1052 м<sup>2</sup>, высотой 5 м, в котором находятся два помещения: прогрев для железобетонных цистерн и насосная. Корпус предназначен для приема продуктов: бензола, толуола, щелочи из железобетонных цистерн и перекачки их в хранилища. В корпусе смонтирована пенная АУПТ. Корпус 701А – наливная эстакада цеха №23 получения кальцинированной соды и склада сырья производства капролактама. Наружная установка для налива циклогексанона и спитровой фракции в железнодорожные цистерны на две точки. В настоящее время используется и для разогрева цистерн с фенолом. Категория взрывопожарной и пожарной опасности АН. Корпус 702 – насосная станция с распределительной электроподстанцией №33 цеха №23 получения кальцинированной соды и склада сырья производства капролактама. Кирпичное здание общей площадью 648 м<sup>2</sup>, высотой 5 м. Производственная часть здания одноэтажная, служебно-бытовая – двухэтажная. Покрытие выполнено из легкосбрасываемых конструкций, кровля мягкая, рулонная. В корпусе расположены насосы по перекачке продуктов из резервуаров в цеха производства капролактама. В корпусе смонтирована пенная АУПТ.

Корпус 703 – резервуарный парк цеха №23 получения кальцинированной соды и склада сырья производства капролактама.

### **1.3 Данные о системе противопожарной защиты зданий**

На территории производственного объекта организовано противопожарное водоснабжение. Подача воды в хозяйственно-

противопожарный водопровод осуществляется из городской наружной сети (от насосной станции III подъема). В качестве источников внутреннего противопожарного водоснабжения предусмотрены при проектировании зданий пожарные краны с водоотдачей сети 2,5 л/с согласно нормативным требованиям [15]. В качестве источников наружного противопожарного водоснабжения предусмотрены пожарные гидранты (248 штук) с водоотдачей сети не менее 2,5 л/с, а также искусственные водоемы (2 резервуара по 1000 л) [15]. На сетях промышленного водоснабжения установлены 12 ПГ и 10 наружных врезок на вводах в корпуса для подключения АЦ.

Средства противопожарной защиты:

- предохранительные клапана дистанционного управления;
- светозвуковая сигнализация на ЦПУ.
- электрозадвижка ЕНС-0121;
- светозвуковая сигнализация на ЦПУ;
- тепловые взрывозащищенные средства типа «ИП 103-1В/АЗ-Н-К»;
- система блокировок и сигнализации;
- запорная арматура и газоанализаторы;
- светозвуковая сигнализация на ЦПУ.

Вывод по разделу 1

Приведены данные о пожарно-технической характеристике зданий в ПАО «Куйбышев Азот», показаны общие сведения о расположении и функциональном значении, оперативно-тактическая характеристика зданий и описаны данные о системе противопожарной защиты зданий. ПАО «Куйбышев Азот» расположено в г. о. Тольятти, по ул. Новозаводская, 6 в промышленной зоне Центрального района. Площадь предприятия составляет 296 Га, плотность застройки – 25% (80 Га). Описание и разработка по рассматриваемой теме ВКР осуществлена в рамках зданий и помещений по категории повышенной взрывопожароопасности («А»), класс функциональной пожарной опасности – Ф 5.1, класс конструктивной пожарной опасности всех зданий – СО, С1.

## 2 Анализ процессов горения и пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов, пожарной опасности здания

### 2.1 Сведения о пожарной нагрузке

В производствах применяются в качестве сырья, а также получают в процессе производства вещества, которые при определенных условиях могут явиться причиной отравлений, химических и термических ожогов, пожаров и взрывов [1].

Таковыми веществами являются аммиак, плав селитры, пар и горячая вода.

В данном разделе приведены сведения о количестве и виде пожарной нагрузки взрывопожароопасных цехов и корпусов повышенной опасности.

В таблице 1 приведены сведения о ЛВЖ, ГЖ.

Таблица 1 – Сведения о ЛВЖ, ГЖ

№ корпуса	Назначение и принадлежность цеху	Квартал	Особенность	Средства противопожарной защиты
02	Отделение компрессии цеха 02	Д-4	Природный газ	-
05	Подогреватель цеха 11 (рифформинг)	Д-4	Природный газ	-
011	Пусковая котельная цеха 11	Д-4	Природный газ	-
021	Склад аммиака цеха 11 (изотермик)	Ж-5	Жидкий аммиак	-
0216	Наливная эстакада склада аммиака ц. 11	Ж-5	Жидкий аммиак	-
245	АЗС цеха 16	Е-5	ЛВЖ, ГЖ	-
272	Блок управления и энергоснабжения цеха 40	Ж-4	Природный газ	АПС
276	ГРУ цеха 40	Ж-4	Природный газ	-
401	Цех 41	Б-2	Природный газ	АПС
458	Станция наполнения баллонов аммиаком цеха 13	А-4	Аммиак	-
460	Склад жидкого аммиака №1 цеха 13	В-5	Аммиак	-
460А	Санитарная колонна цеха 13	В-5	Аммиак	-
602	Грануляторная башня цеха 3	Г-5	Аммиак	-
604	Наклонная галерея	Г-5	Аммиак	-
605	Отделение упаковки	Г-5	Аммиак	-

Продолжение таблицы 1

№ корпуса	Назначение и принадлежность цеху	Квартал	Особенность	Количество, средства противопожарной защиты
652	Отделение синтеза и дистилляции цеха 4	Г-4	Жидкий аммиак	-
701	Насосная/тепаяк для слива бензола ц.23	Д-2	ЛВЖ	АУПТ
702	Насосная по перекачке ЛВЖ цеха 23	Д-2	ЛВЖ	АУПТ

Основными веществами, представляющих опасность, являются:

- аммиак и аммиачная селитра;
- природный газ;
- циклогексан;
- гидроксиламинсульфат;
- олеум;
- капролактам [2].

В таблице 2 приведена пожарная опасность веществ и материалов.

Таблица 2 – Пожарная опасность веществ и материалов

Вещество	Агрегатное состояние	Предел взрыв. %	Температура, °С			Средства тушения	Промышленные противогазы марки
			Вспышки	Кипения (плав)	Самовоспламенение		
Аммиак	Газ	15-28	-	-33,3	650	ТРВ	Фильтрующие противогазы
Природный газ (метан)	Газ	5-15	-	- 161,58	537	Инертные газы	Фильтрующие противогаз с коробкой
Водород	Газ	4-75	-	252,8	510	Инертные газы	Изолирующие противогазы ПШ-1
Окись углерода	Газ	12.5-75	-	191,5	610	Инертные газы	Фильтрующие противогаз с коробкой марки «М» или «СО»
Аммиачная селитра	Кристаллическое вещество	0,92-3	-	- 169,6	-	ТРВ	Фильтрующие противогаз



Продолжение таблицы 2

Вещество	Агрегатное состояние	Предел взрыв. %	Температура, °С			Средства тушения	Промышленные противогазы марки
			Вспышки	Кипения (плав)	Самовоспламенение		
Карбамид	Кристаллическое вещество	-	182	155,1 (132,7)	715	Вода, пена	Фильтрующие противогазы с коробкой марки «М» или «КД»
Бензол	Жидкость	1,5-8,0	-14	80,1	562	Пена, инертный газ	Фильтрующий противогаз
Циклогексан	Жидкость	1,2 – 10,6	-18	80,75	260	Пена, ТРВ	Фильтрующий противогаз с коробкой марки «БКФ», «А»
Циклогексанон	Жидкость	1,3 – 9,0	40	155,6 (-31,2)	452	Пена, ТРВ	Фильтрующий противогаз с коробкой марки «БКФ»
Циклогексанол	Жидкость	1.52-11.1	67	161,1 (25,15)	440	Пена, ТРВ	Фильтрующий противогаз
Циклогексаноноксим	Кристаллическое вещество	61-80	82	204 (80)	265	Пена, ТРВ	Фильтрующий противогаз с коробкой марки «БКФ»

К основным видам опасностям в рассматриваемых цехах и производственных зданиях относятся:

- оборудование давлением;
- пожаровзрывоопасные и токсичные продукты;
- риск возникновения термического разложения аммиачной селитры при перегреве, возможный взрыв;
- повышенное содержание окислов азота в рабочей зоне при технологии производства аммиачной селитры;
- риск выхода повышенного содержания аммиака в воздухе рабочей зоны.

## 2.2 Анализ причин и условий, способствующих горению

В таблице 3 приведены возможные причины аварий.

Таблица 3 – Возможные причины аварий

Возможные инциденты, аварийные ситуации	ПДК, значение	Причины возникновения инцидентов, аварийных ситуаций	Действия персонала
1.Отключение электроэнергии	Полное отключение всех двух источников	Перебои в подаче энергоресурсов	Остановка технологии
2.Прекращение подачи оборотной воды	Снижения давления оборотной воды Давление на входе в цех PIRA1-1932 (к. 601) PIRA1-6020 (к. 602) менее 0,25 МПа	Перебои в подаче энергоресурсов. Остановка насосов на ВОЦ-6	Остановка технологии
3. Прекращение подачи воздуха КИП	Снижение давления на входе в цех до 0,2 МПа	Остановка компрессора в производстве технических газов	Остановка технологии
4. Выброс газообразного аммиака из отделителя-испарителя аммиака	Повышение давления PIRAh1- 0121 выше 0,3 МПа (3 кгс/см <sup>2</sup> )	1.Нарушение технологического режима. 2.Коррозионный, механический износ, повреждение аппаратов, прокладочного материала.	Закрывать электрозадвижку, автоматические клапана подачи аммиака на ИТН [17] Сбросить избыточное давление аммиака через аппараты ИТН
6. Пожар при наличии источника	1. Не соблюдение правил хранения и транспортировки продукта. 2. Не соблюдение чистоты готового продукта 3. Погрузка селитры с температурой выше 60 °С	1. Нарушение правил хранения и транспортировки продукта. 2. Недостаточная чистота готового продукта	Сообщает начальнику смены об аварии. Вызывает ПЧ-35 Прекращает все виды погрузочно-разгрузочных работ. Сообщает об этом упаковщикам.

Основными причинами в соответствии с технологическим процессом предприятия являются нарушение технологического процесса из-за нарушения работы в оборудовании или ошибки работников.

### **2.3 Возможные сценарии развития пожара**

В результате взрыва паровоздушной смеси возможно загорание бензола на площади зеркала одного из резервуаров. В результате взрыва паровоздушной смеси может произойти частичное разрушение одного из резервуаров и розлив бензола по всей площади поддона. Горение может происходить на площади зеркала частично разрушенного резервуара и всей площади поддона.

В результате взрыва паровоздушной смеси может произойти частичное разрушение одного из резервуаров и розлив бензола по всей площади поддона. В результате воздействия тепловой энергии произошел взрыв паровоздушной смеси и срыв крыши во втором резервуаре. Горение может произойти на площади зеркал обоих резервуаров и всей площади

Также может произойти разгерметизация трубопровода насоса, где в помещении насосной может вылиться до 70 м<sup>3</sup> циклогексана.

Рассмотрим подробнее горение в цехе №11 корпуса 02 ПАО «КуйбышевАзот», который предназначен для получения, хранения и отгрузки жидкого и газообразного аммиака. В состав цеха входит крупнотоннажный агрегат, расположенный в квартале Д-4. Корпус 02 входит в состав цеха и представляет собой отделение компрессии природного газа, выполнен совместно с корпусом 03 и отделен от него перегородкой 2 типа. Здание второй степени огнестойкости, двухэтажное. Длина производственной части 90 м, ширина 24 м, высота 16 м.

Рассмотрим разгерметизацию маслосистемы компрессора, попадание масла на горячий паропровод с последующим возгоранием. Сначала пожар

будет распространяться по круговой форме, затем при достижении ограждающих конструкций, по прямоугольной в одном направлении [11].

Время свободного развития пожара

$$T_{CB} = T_{дс} + T_{сб} + T_{сл1} + T_{бр}, \quad (1)$$

где  $T_{дс}$  – время до сообщения о пожаре;

$T_{сб}$  – время сбора и выезда;

$T_{сл1}$  – время следования;

$T_{бр}$  – время боевого развертывания.

$$T_{CB} = 5 + 1 + 3 + 3 = 12 \text{ мин.}$$

Путь, пройденный огнем:

$$R_1 = 5 \times v_{л} + v_{л} \times T_{CB}, \quad (2)$$

где  $v_{л}$  – линейная скорость распространения пожара.

$$R_1 = 5 \times 1,7 + 1,7 \times 2 = 11,9 \text{ м}$$

$$T_{сл1} = \frac{60 \times L}{V_{сл}} = \frac{2,2 \times 60}{45} = 2,9 \text{ мин} \quad (3)$$

где  $L$  - расстояние от ПСЧ-35 до цеха №2;

$V_{сл}$  - скорость ПА (45 км/ч, по территории объекта принимается асфальтовое покрытие).

Площадь пожара (площадь круга), площадь тушения пожара:

$$S_{п} = \pi \times R^2, \quad (4)$$

где  $R$  – радиус круговой формы пожара.

$$S_{\text{п}} = 3,14 \times 11,9^2 = 445 \text{ м}^2.$$

Принимается равными характеристиками площадь пожара и площадь его тушения, соответственно  $S_{\text{п}}=S_{\text{т}}=445 \text{ м}^2$

«Выполнение основной боевой задачи обеспечивается своевременным привлечением участников боевых действий по тушению пожаров, пожарной и аварийно-спасательной техники, огнетушащих веществ, пожарного инструмента и оборудования, аварийно-спасательного оборудования, средств связи и иных технических средств, стоящих на вооружении подразделений пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований» [7].

Количество ГПС-600 для локализации пожара на данной площади:

$$N_{\text{ГПС}} = \frac{S_{\text{п}} \times I}{q_{\text{ГПС}}}, \quad (5)$$

где  $I$  – интенсивность ствола ГПС-600;

$q_{\text{ГПС}}$  – производительность ствола ГПС-600.

$$N_{\text{ГПС}} = \frac{445 \times 0,05}{6} = 4$$

Требуемое количество пенообразователя на тушение:

$$V_{\text{ПО}} = N_{\text{ГПС}} \times q_{\text{ГПС}} \times T \times K, \quad (6)$$

где  $T$  – кратность пены;

$K$  – коэффициент разрушения пены.

$$V_{\text{ПО}} = 4 \times 0,36 \times 600 \times 3 = 2592 \text{ л.}$$

Для подвоза пенообразователя вызвать автомобиль АЦТП-5.

Определяем количество лафетных стволов на охлаждение оборудования и трубопроводов, находящихся в зоне горения [11]:

$$N_{\text{ПЛС}} = S_{\text{Н}} \times \frac{I_{\text{охл}}}{q_{\text{ПЛС}}}, \quad (7)$$

где  $S_n$  – площадь зоны, занимаемой оборудованием;

$I_{охл}$  – интенсивность охлаждения ствола ПЛС-20;

$q_{ПЛС}$  – производительность ствола ПЛС-20.

$$N_{ПЛС} = 156 \times \frac{0,4}{20} = 3.$$

Насыщенность площади помещения оборудованием составляет 30%, соответственно защищаемая площадь составит в среднем  $134\text{м}^2$ .

Количество стволов А со свернутым спрыском на защиту отм.б.0 м:

$$N_A = \frac{S_{\Pi} \times I_3}{q_A}, \quad (8)$$

где  $S_{\Pi}$  – площадь пожара, вычисленная;

$I_3$  – интенсивность на защиту ствола «А»;

$q_A$  – производительность ствола «А».

$$N_A = \frac{445 \times 0,05}{13} = 2.$$

Количество стволов «А» на защиту кровли:

$$N_A = \frac{S_{\Pi} \times I_k}{q_A}, \quad (9)$$

где  $I_k$  – интенсивность на защиту кровли ствола «А».

$$N_A = \frac{445 \times 0,03}{7} = 2.$$

Фактический расход воды на тушение [13]:

$$Q_{\Phi} = N_{ГПС} \times q_{ГПС} + N_A \times q_A + N_{ПЛС} \times q_{ПЛС}, \quad (10)$$

где  $N_{ГПС}$  – количество стволов ГПС-600;

$q_{ГПС}$  – производительность ствола ГПС-600.

$$Q_{\Phi} = 4 \times 5,64 + 2 \times 13 + 3 \times 20 = 123 \text{ л/с},$$

$$Q_{\Phi} = \frac{123 \text{ л}}{\text{с}} < \frac{Q_{\text{ПХВ}}=147,2 \text{ л}}{\text{с}}, \quad (11)$$

где  $Q_{\text{ПХВ}}$  – расход воды системы пожарно-хозяйственного водопровода.

Объект обеспечен водой для тушения пожара в корпусе 02 от ПХВ, поскольку водоотдача водопровода выше.

Количество пожарных машин с учетом использования насосов:

$$N_{\text{М}} = \frac{Q_{\Phi}}{Q_{\text{Н}} \times 0,7}, \quad (12)$$

$$N_{\text{М}} = \frac{123}{40 \times 0,7} = 5.$$

Удельный объем газообмена с площади пожара:

$$V_{\text{ГО}} = S_{\text{П}} \times V_{\text{м}} \times W, \quad (13)$$

где  $V_{\text{м}}$  – массовая скорость выгорания;

$W$  – рабочая теплота сгорания.

$$V_{\text{ГО}} = 445 \times 2,1 \times 4,97 = 4644,5 \text{ м}^3/\text{мин}$$

Учитывая производительность штатного дымососа, вывозимого на АГ-12, равное  $20000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , удаление дыма не будет обеспечено. По вызову № 3 на пожар прибывают 8 звеньев ГДЗС. Таким образом, резерв звеньев обеспечивается. Резерв воздушных баллонов создается из резерва.

Характеристики производственных зданий и наружных установок приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сведения о взрывопожарной и пожарной опасности зданий

Наименование производственных зданий, помещений, наружных установок	Категория взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий	Классификация взрывоопасных зон внутри и вне помещений для выбора и установки электрооборудования по ПУЭ			Группа производственных процессов по санитарной характеристике	Средства пожаротушения
		Класс взрывоопасности	Категория и группа взрывоопасных смесей	Наименование веществ, определяющих категорию и группу взрывоопасных смесей		
Производственный блок корпуса 02: отделение нейтрализации	A	B-I б	IIA, T1	Аммиак	I a	Первичные средства пожаротушения
Наружная установка корпуса 02	АН	B-I б	IIA, T1	Аммиак	I a	Первичные средства пожаротушения
Грануляционная башня №1,2 корпуса 02	АН	B- I б	IIA, T1	Аммиак	I a	Первичные средства пожаротушения
Отделение транспортирования корпус 02, 05 по отметкам	A	B- I I a	Не категоризируется	Готовый продукт	I a	Пожарный сухотруб, первичные средства пожаротушения
Отделение упаковки и склад готового продукта корпуса 02	A	B- I I a	Не категоризируется	Готовый продукт	II д	Дренчерная система, пожарный сухотруб, первичные средства пожаротушения



По пожарной опасности корпус 02 относится ко взрывопожароопасной категории «А», класс по ПУЭ В-1а.

В таблице 5 приведены зоны теплового воздействия, показатели которых характеризуют пожароопасность производственного технологического процесса.

Таблица 5 – Зоны теплового воздействия

Радиус поражения открытым пламенем, м.		13
Уровни поражения тепловым излучением (от границы пожара), м		
13 кВт/м <sup>2</sup>	Критическое расстояние до резервуаров с нефтепродуктами, оборудованных установками охлаждения	13
7,5 кВт/м <sup>2</sup>	Граница пожароопасной зоны	22
1,4 кВт/м <sup>2</sup>	Безопасное расстояние для людей	60

«Размещение технологических аппаратов с горючими газами, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями непосредственно связанных с помещениями категорий А и Б и располагаемых вне помещений, предусматривается у противопожарной стены без проемов. При размещении аппаратов у противопожарной стены с проемами расстояние до проемов составляет не менее 4 м» [16].

#### Вывод по разделу 2

В разделе приведен анализ процессов горения и пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов, пожарной опасности здания, сведения о пожарной нагрузке и анализ причин и условий, способствующих горению. Кроме того, приведены возможные сценарии развития пожара. В производствах применяются в качестве сырья, а также получают в процессе производства вещества, которые при определенных условиях могут явиться причиной отравлений, химических и термических ожогов, пожаров и взрывов [1]. Такими веществами являются аммиак, плав селитры, пар и горячая вода.

### 3 Разработка мероприятий противопожарной защиты объекта

#### 3.1 Анализ соответствия объекта требованиям пожарной безопасности

Цех №11 корпуса 02 ПАО «Куйбышев Азот», который предназначен производства селитры аммиачной и КАС. Специфика технологического процесса с точки зрения ПБ – применяются в качестве сырья, а также получают в процессе производства вещества, которые при определенных условиях могут явиться причиной ожогов, пожаров и взрывов.

В таблице 6 приведен анализ соответствия корпуса 02 требованиям пожарной безопасности

Таблица 6– Анализ соответствия корпуса 02 требованиям пожарной безопасности

Требование о соблюдении или несоблюдении мероприятий ПБ	Обоснование	Соответствие, замечание
Осуществление безопасности технологических процессов в соответствии с регламентами, правилами технической эксплуатации	Пункт 121 ППР РФ [12]	Полностью соответствует
Соответствие оборудования для использования пожароопасных веществ и материалов технической документации	Пункт 121 ППР	Соответствует частично; нарушены записи в технической документации
Выполнение требований маркировки и предупредительных надписей	Пункт 122 ППР	Соответствует частично; нарушены записи в технической документации
Проведение очистки вытяжных устройств от пожароопасных отложений, периодичность исполнения	Пункт 124 ППР	Полностью соответствует
Обеспечение исправного состояния искрогасителей и огнезадерживающих, а также огнепреграждающих, пыле- и металлоулавливающих и противовзрывных устройств	Пункт 125 ППР	Соответствует частично; нарушено устройство огнепреграждения (ОП-100 требует замены, истек срок эксплуатации от 2011 г. при должном сроке 10 лет) в технологическом трубопроводе

Продолжение таблицы 6

Требование о соблюдении или несоблюдении мероприятий ПБ	Обоснование	Соответствие, замечание
Применение только негорючих технических моющих средств	Пункт 126 ППР	Полностью соответствует
Проведение безопасного разогрева застывшего продукта, ледяных, кристаллогидратных и других пробок в трубопроводах	Пункт 127 ППР	Полностью соответствует
Исключение производства отбора проб ЛВЖ, ГЖ	Пункт 128 ППР	Полностью соответствует
Проведение работы по удалению горючих отходов, своевременность	Пункт 129 ППР	Соответствует не в полном объеме Замечания: при проверке обнаружены отходы производства (аммиачная вода) в рабочей зоне
Запрет на использование для проживания людей производственной территории	Пункт 130 ППР	Соответствует полностью
Применение во взрывоопасных зонах инструмента во взрывобезопасном исполнении	Пункт 131 ППР	Соответствует частично; нарушено устройство кабелей и э/проводки генератора, установки технологического оборудования
Проведение работ по очистке цеха от пыли, стружек и горючих отходов	Пункт 132 ППР	Соответствует частично; обнаружены отложения и пылевые отходы в труднодоступных местах цеха
Периодичность уборки цеха помещений от пыли, стружек и горючих отходов	Пункт 132 ППР	Соответствует частично; нарушены и пропущены записи (февраль, март, июнь) об уборке
Соответствие требованиям защитных мембран взрывных предохранительных клапанов на оборудовании	Пункт 133 ППР	Соответствует полностью
Установление сроков проведения проверок исправности огнепреградителей	Пункт 134 ППР	Соответствует полностью
Исключение эксплуатации сушильных установок с трещинами, неработающими искроуловителями	Пункт 144 ППР	Соответствует полностью
Оборудование автоматикой отключения обогрева сушильных камер	Пункт 147 ППР	Соответствует полностью

Основные замечания в ходе проверки – это неполное соответствие оборудования для использования пожароопасных веществ согласно

технической документации, с нарушением выполнены требования маркировки и предупредительных надписей. Кроме того, нарушено устройство огнепреграждения в технологическом трубопроводе и нарушено устройство кабелей и электропроводки генератора, установки технологического оборудования, обнаружены отложения и пылевые отходы в труднодоступных местах цеха.

### **3.2 Рекомендуемые инженерно-технические решения в области повышения уровня пожарной безопасности объекта**

Для повышения пожарной безопасности следует предусмотреть ряд мероприятий:

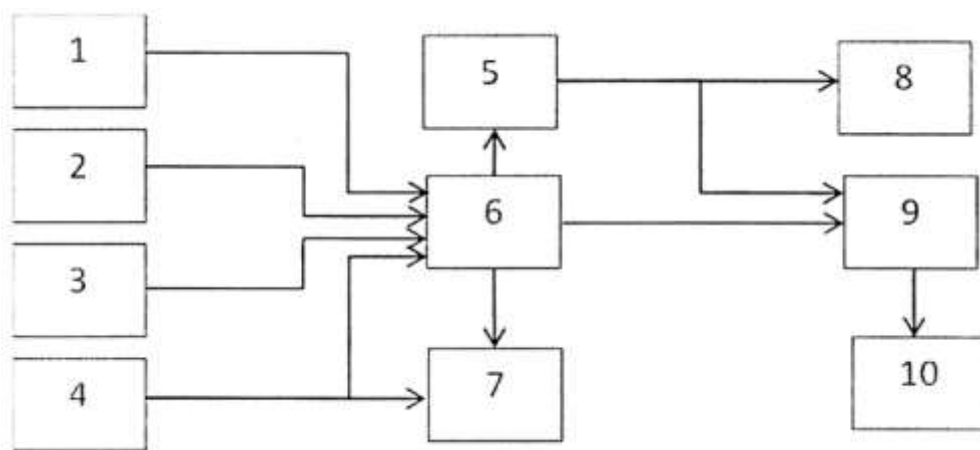
- проектирование зданий и сооружений объекта ПАО «Куйбышев Азот» согласно нормируемым параметрам архитектурно-планировочных требований [18];
- подбор квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности;
- своевременная замена оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки химии;
- устройство широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним;
- наличие источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных;
- обучение персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации;
- внедрение комплекса профилактических мероприятий;
- недопущение изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы [25];

- «ликвидация (обезвреживание) выведенных из эксплуатации химически опасных объектов (цехов и участков), а также рекультивация территорий, загрязненных в результате хозяйственной деятельности, научно-методическое обеспечение процессов санации и реабилитации таких объектов и территорий, ликвидация накопленного ущерба от деятельности химически опасных объектов» [8];
- «утверждение профессиональных стандартов в отношении профессий рабочих, занятых в сфере химического и нефтехимического производства» [8].

Предлагается система, состоящая в том числе из газоанализатора Oldham STX300, с функцией 4-20 мА аналогового выхода передатчика. Сертификация - EMC according to EN 50270:06, CSA CLASS 812 86, CLASS 4812, 06 (SIGNAL APPLIANCES) all versions except CO2 versions. Блоки контроля и управления Oldham MX15. Простой в установке и эксплуатации блок управления MX 15 в сочетании с газосигнализаторами OLC(T) 10. Газосигнализатор для обнаружения легковоспламеняющихся газов OLC10 или 2 газосигнализатора OLC10 TWIN для обнаружения метана, бутана, пропана, 1 преобразователь OLCT10 для обнаружения метана, бутана, пропана, от 1 до 5 одинаковых газосигнализаторов OLCT10 для обнаружения CO, NO, NO2.

Рассматриваемая система газового контроля является частью противопожарной техники, которая может использоваться в качестве средства для предотвращения риска возникновения пожара и взрыва в условиях химического технологического процесса с наличием и обращением в производстве жидкого и газообразного аммиака.

На рисунке 2 приведена блок-схема заявляемой автоматизированной системы раннего обнаружения.



1 – блок раннего обнаружения аварии; 2 – блок обнаружения пожара; 3 – блок датчиков; 4 – датчики влажности и температуры; 5 – блок обработки и передачи информации; 6 – пульт оператора; 7 – блок контроля качества тушения пожара; 8 – блок оповещения и эвакуации; 9 – блок автоматического ориентирования видеокамер; 10 – видеокамеры

Рисунок 2 – Блок-схема заявляемой автоматизированной системы раннего обнаружения

«Достижимым при использовании предлагаемого изобретения техническим результатом является обеспечение раннего обнаружения опасной концентрации аммиака на ранней стадии ее возникновения, максимальной безопасности персонала и обеспечение принятия эффективных мер при ликвидации аварийной ситуации за счет оперативного отражения контроля пожароопасных параметров и качества ликвидации аварийной ситуации в режиме реального времени» [9].

Технический результат достигается тем, что в автоматизированную систему вводятся новые блоки по раннему обнаружению пожаро-взрывоопасной и токсичной концентрации на основе системы газового контроля, содержащую газовые извещатели на аммиак, кислород.

«Введение в систему газовых пожарных извещателей на аммиак позволяет системе отслеживать уровень опасных концентраций аммиака, как в атмосфере производственных помещений, так и внутри технологических установок и воздуховодов и оперативно влиять на изменение технологического процесса и включение систем

противоаварийной защиты. Приведение в действие в случае загорания на объекте введение в систему устройств блокировки приточно-вытяжной вентиляции, противодымной защиты, блокировки лифтов, аварийного отключения электропитания и остановки технологического процесса предотвратит распространение пожара (взрыва) и позволит беспрепятственно провести эвакуацию персонала из аварийной зоны, а так же контроле положения заслонок огне задерживающих клапанов (закрыто) и клапанов дымоудаления (открыто) выдадут подтверждающий сигнал на пульт оператора» [9]. Использование газовых пожарных извещателей на аммиак, позволяет осуществлять постоянный контроль за средой, что позволяет определить изменение токсичных и пожароопасных параметров на более ранней стадии, и соответственно заблаговременно принять необходимые меры. «Автоматизированная система взрывопожарной безопасности на основе газового контроля, контролирует концентрацию аммиака. Далее формируется сигнал, передаваемый на вход блоков обработки и передачи информации, ликвидации ЧС, аварийного оповещения и эвакуации, далее сигналы о превышении контролируемой концентрации поступают на пульт оператора, для визуальной оценки текущей обстановки сигнал с блока автоматического ориентирования видеокамер поступает на видеокамеры, которые автоматически ориентируются на зону срабатывания. Предусмотрен блок автоматического ориентирования видеокамер с целью передачи сигнала на пульт оператора и управления ориентацией видеокамер, для оценки ситуации в режиме реального времени и передачи сигнала на пульт диспетчера по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям, по ранее определенным каналам для дальнейшего вызова аварийных служб» [9]. Достоинства применения технической системы на рассматриваемом производстве:

- профилактика повышенной концентрации взрывоопасной смеси в воздухе рабочей зоны;

- использование при технологическом процессе с наличием аммиака;
- выявление опасности взрыва на ранней стадии;
- наличие средств контроля (блок управления, который содержит газоанализаторы, датчик давления и температуры, извещатели) пожароопасной среды;
- быстрота реагирования;
- полная автоматизация процесса;
- возможность отследить опасные концентрации АХОВ;
- автоматический вызов службы ПО, ГСС и ИТР [26];
- при сравнении с аналогами более широкая область применения и расширенные функциональные возможности;
- отсутствует человеческий фактор при наличии источника, вызывающего аварийную ситуацию, что позволяет сократить время принятия решения.

Предлагается также устройство огнепреграждения в технологическом трубопроводе переход полностью от алюминиевых ОП-150 ААН на металлические (ОП-150 Р, ОП-150 РН). Технические характеристики выбранного огнепреградителя:

- марка ОП-150 РН;
- номинальное давление - 2 кПа;
- температура окружающей среды – до -60°С;
- климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69: У, УХЛ;
- средний срок службы – 15 лет;
- пропускная способность при сопротивлении воздушного потока 118 Па, м<sup>3</sup>/ч, не менее: 215;
- диаметр внутреннего прохода – 150 мм;
- материал - сталь;



- строительная длина – 231 мм;
- масса – 10 кг.

Кроме того, также ряд мероприятий по организации системы ПБ в цехе №11 корпуса 02:

- расстояние между оборудованием производства аммиака и стеной склада для проезда транспортно-погрузочных машин должно быть не менее 1,5 м;
- на закрытой рампе с южной стороны общее количество селитры аммиачной не должно превышать 400 тонн;
- высота штабеля не более 2-х метров, расстояние от стены склада до штабеля не менее 1,5 метра;
- расстояние от края рампы до штабелей (проходы) – 1 метр;
- расстояние между штабелями для проезда транспортно-погрузочных машин не менее 1,5 метра;
- высота штабеля не более 2-х метров, расстояние от края рампы до штабеля по периметру не менее 1 метра;
- к штабелю по всей длине должен быть обеспечен подъезд пожарных автомашин с одной стороны при ширине штабеля до 18 м и с двух сторон – при ширине штабеля более 18 метров [27];
- рассыпанную селитру, поврежденные мешки, обрывки бумаги следует немедленно убирать, с последующим удалением из мест хранения;
- наряду с регулярной текущей уборкой необходимо не реже одного раза в год места хранения селитры аммиачной (полностью или по отдельным участкам) освобождать от селитры с последующей тщательной очисткой пола от налипшей селитры.

Вывод по разделу 3

По результатам выявленных несоответствий в р.3.1 предлагается внедрить автоматизированную систему взрывопожарной безопасности на основе газового контроля (поскольку в производстве обращается

газообразный аммиак) ООО НПК «Ольдам» (приборы и системы газового контроля). Это современные на сегодняшний день системы для обнаружения газа, созданные на основе передовых западных технологий, которые отличаются высокой точностью и прекрасными технико-эксплуатационными характеристиками. Место установки - цех №11 корпуса 02 ПАО «КуйбышевАзот», в отделении компрессии природного газа. Обоснование применения установки:

- обеспечение постоянного контроля за средой;
- обеспечение контроля за изменением токсичных и пожароопасных концентраций;
- автоматизированная система контроля как профилактическая мера для предупреждения нарушения технологического процесса, аварийной ситуации.

Далее заменить надписи и маркировку на оборудовании. Кроме того, предлагается замена устройства огнепреграждения в технологическом трубопроводе (переход полностью от алюминиевых ОП-150 ААН на металлические (ОП-150 Р, ОП-150 РН). Обоснование замены устройств огнепреградителей технологического трубопровода:

- гашение распространения пламени благодаря способности дробить и разрушать огневой фронт ударной волны в узких каналах огнепреграждающего элемента;
- можно использовать как составной элемент системы огнепреграждения; на 2020 год маркировка ААН устарела, новое обозначение разборных огнепреградителей Р;
- сравнительно больший срок эксплуатации по отношению к применяемому оборудованию.

Предлагается частичная замена выявленных участков существующих электрических сетей, кабелей и электропроводки технологического оборудования. Необходимо постоянное наблюдение и контроль за проверкой отложений и пылевых отходов в труднодоступных местах цеха.

## **4 Организация процесса эвакуации на объекте**

Эвакуация в пределах ПОО одна из основных задач, которые предусматриваются планами ликвидации ЧС, ПТП и другими документами предварительного планирования действий.

«Эвакуацией считается несамостоятельное перемещение людей, относящихся к маломобильным группам населения, осуществляемое при помощи обслуживающего персонала, личного состава пожарной охраны и других лиц, в том числе с использованием спасательных средств и средств индивидуальной защиты» [22].

### **4.1 Количество и места вероятного размещения людей**

В пределах объекта располагаются АСС, АСФ и подразделения ПО, которые обеспечивают охрану в области пожаров и аварийных ситуаций, как частные виды профессиональных подразделений [13].

«Комиссия самостоятельно решает вопросы, относящиеся к ее ведению, и не связана решениями иных постоянно действующих комиссий по аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателей (кроме решений Межведомственной аттестационной комиссии). Деятельность комиссии осуществляется на основе принципов законности, коллегиальности, свободного, открытого и гласного обсуждения и решения вопросов, входящих в ее компетенцию» [12].

Численность персонала смены 10 человек. В дневное время могут находиться на территории представители ремонтных служб и контролирующие органы в количестве до 15 человек.

## **4.2 Эвакуационные пути и выходы**

В корпусе 02 с отметки 0.00 м на северную и южную сторону по 2 эвакуационных выхода, с отметки 6.00 м - 2 эвакуационных выхода на наружные металлические лестницы, одна из них с переходом на наружную установку. Кроме того, с отметки 6.00 м через тамбур-шлюз в корпус 03.

Учитывая, что в очаге пожара могут оказаться баки с маслом, горение будет происходить с выделением большого количества дыма. Пути распространения задымления наиболее вероятны на отметку 6.00 м, далее через противопожарную дверь и тамбур-шлюз в коридор корпуса 0, при длительном горении по переходу в корпус 01 [19].

Численность постоянно находящихся в помещении операторов составляет 2 человека, количество эвакуационных выходов с любой отметки не менее 3, расстояние до ближайшего эвакуационного выхода не более 10 м, следовательно расчет времени эвакуации не требуется.

## **4.3 Эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара и аварийных ситуаций**

Действия работников цеха 02 при обнаружении аварийной ситуации:

- сообщение начальнику смены об аварии;
- предупреждение (окрик, СОУЭ, телефон) всех работающих в помещении об аварии;
- сообщение об аварии старшему диспетчеру ПО предприятия, руководству цеха, персоналу других подразделений и посетителям, находящимся в зоне риска [13];
- вызов ПСЧ-35 по пожарному извещателю или по телефону 10-01, 55-01, сообщить место аварии и свою фамилию;
- вызов скорой помощи по телефону 10-03;

- по селекторной связи оповещение всего персонала цеха об аварии и приостановление всех видов работ (огневые, ремонтные и погрузочно-разгрузочные) работ в зоне аварии (не связанные с ликвидацией аварии).
- прекращение поступления селитры аммиачной путем постановки грануляционных башен на циркуляцию и остановки галерейных транспортеров;
- прекращение всех видов погрузочно-разгрузочных и других работ;
- обесточивание всего электрооборудования;
- раскрытие ворот и окон для циркуляции воздуха и отвода выделяющихся газов;
- запуск АУПТ;
- доклад прибывшим подразделениям ПСЧ, МСЧ и ВГСО о снятии электронапряжения с электрооборудования места аварии, наличии пострадавших людей в зоне аварии.

#### Вывод по разделу 4

Описаны данные организации процесса эвакуации на объекте, с указанием

количества и мест вероятного размещения людей, приведены данные об эвакуационных путях и выходах, а также сведения об эвакуации и действиях персонала при обнаружении пожара и аварийных ситуаций. Эвакуация в пределах ПОО одна из основных задач, которые предусматриваются планами ликвидации ЧС, ПТП и другими документами предварительного планирования действий.

В пределах объекта располагаются АСС, АСФ и подразделения ПО, которые обеспечивают охрану в области пожаров и аварийных ситуаций, как частные виды профессиональных подразделений [13].

## **5 Охрана труда**

### **5.1 Разработка процедуры организации обучения по охране труда**

Процедура организации обучения по охране труда на рабочем месте включает вопросы по охране труда, связанные со спецификой объекта – производства химической промышленности. То есть необходимо изучить поведение веществ и материалов при различных температурных режимах и технологических параметрах. Кроме того, необходимо понимать, как действовать в случае аварийных ситуаций и при нарушении технологических режимов. Это и умение пользоваться СИЗОД, другими средствами защиты.

«Обучение по охране труда предусматривает получение знаний, умений и навыков в ходе проведения:

- инструктажей по охране труда;
- стажировки на рабочем месте (для определенных категорий работников);
- обучения по оказанию первой помощи пострадавшим;
- обучения по использованию (применению) средств индивидуальной защиты;
- обучения по охране труда у работодателя, в том числе обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, или в организациях, оказывающих услуги по проведению обучения по охране труда» [21].

Инструктажи проводятся работодателем со всеми принятыми работниками согласно трудовому кодексу РФ. Как правило, общий вид первичного инструктажа включает в себя перечень вопросов по ОТ и ТБ, проведение технологического процесса в нормальном допустимом режиме.

«Основой его является знакомство работника с:

- общей информацией о характере производства, назначении рабочего места, используемом на нем и рядом с ним оборудовании, инструменте, материалах;
- факторами, которые могут для этого места считаться опасными или вредными;
- правилами поведения на рабочем месте и в других помещениях;
- основными правилами безопасной работы на имеющемся оборудовании;
- принципами подготовки к работе и завершения ее» [20].

Инструктажи должны всецело охватывать все вопросы химического производства согласно специфике направления деятельности компании. Следовательно, вариантов программ и процедур проведения инструктажей для различных рабочих мест и профессий различен. Кроме того, обучение по ОТ обязательно для всех работников рассматриваемого предприятия, поскольку присутствует технологическое оборудование, аппараты, химические вещества и электротехнические средства, и техника.

Общий вид первичного инструктажа включает в себя перечень вопросов по ОТ и ТБ, проведение технологического процесса в нормальном допустимом режиме.

«Порядок обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда, а также требования к организациям, оказывающим услуги по проведению обучения по охране труда, устанавливаются Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений» [10].

Охрана труда на предприятии обеспечивается соблюдением требований законодательных актов РФ, которые отнесены к обеспечению безопасного проведения работ и сохранения здоровья работников на предприятии в процессе трудовой деятельности. Охрана труда и техника безопасности – одно из главных направлений деятельности любого рабочего процесса.

В таблице 7 приведена программа обучения по ОТ.

Таблица 7 – Программа обучения по ОТ

Разделы и основные вопросы первичного инструктажа	Время
Вводная часть Описание направления деятельности объекта – перечень веществ и материалов, АХОВ, обращающихся в производстве Режим труда. Требования производственной дисциплины. Обстановка на рабочем месте. Общие правила поведения. Порядок перемещения по территории.	10 мин
Сведения о технологическом процессе химического производства Основные обязанности работника. Правила электробезопасности. Порядок включения техники. Демонстрация приемов работы с техникой.	20 мин
Организация охраны труда Опасные и вредные факторы. Правила безопасного поведения на рабочем месте. Применение средств индивидуальной защиты. Порядок выдачи средств индивидуальной защиты.	15 мин
Меры предупреждения опасных ситуаций Основные причины возникновения опасных ситуаций. Местонахождение средств пожаротушения и сигнализации. Правила поведения в опасной ситуации. Оказание первой помощи пострадавшему. Пути эвакуации.	15 мин
Подготовка рабочего места к работе Проверка общих условий труда. Приемы проверки работоспособности техники. Действия при обнаружении неисправности.	5 мин
Завершение работы Последовательность отключения техники Наведение порядка. Моменты, обязательные для проверки перед уходом с рабочего места.	5 мин
Изучение инструкции по охране труда	10 мин
Проверка знаний по итогам	10 мин
Общее время инструктажа	1 час 30 мин

Программа обучения по охране труда предусматривает нормы и требования законодательных актов по ОТ, локальных актов и инструкций по безопасному проведению работ. Кроме того, при наличии взрывоопасного технологического процесса (касается рассматриваемого объекта) также необходимо учитывать и основы технической (эксплуатационной) документации объекта.



В таблице 8 приведена процедура организации обучения по охране труда.

Таблица 8 - Процедура организации обучения по охране труда

Действие (процесс)	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе	Примечание
Проведение инструктажа по охране труда (вводный, первичный, повторный, внеплановый, целевой)	Работодатель (или уполномоченное им лицо)	Непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб, преподаватель и так далее), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда	Программы, разработанные и утвержденные в установленном порядке в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, локальных нормативных актов организации.	Журналы проведения инструктажей; наряд-допуск на производство работ	Конкретный порядок, условия, сроки и периодичность проведения всех видов инструктажей по охране труда работников отдельных отраслей и организаций регулируются нормативным и правовыми актами.
Обучение работников рабочих профессий	Работодатель (или уполномоченное им лицо)	Преподаватели и образовательных учреждений, осуществляющие преподавание дисциплин «охрана труда», «безопасность жизнедеятельности»	1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) 2. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ Постановление Министерства Труда и Соцразвития №1.	Удостоверение за подписью председателя комиссии по проверке знаний требований охраны труда, заверенное печатью организации	Проведение периодического, не реже одного раза в год. Вновь принимаемые на работу проходят обучение по оказанию первой помощи пострадавшим в сроки

Продолжение таблицы 8

Действие (процесс)	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе	Примечание
Обучение руководителей и специалистов	Работодатель (или уполномоченное им лицо)	Образовательные учреждения профессионального образования, учебные центры и другие учреждения и организации, осуществляющие образовательную деятельность	Соответствующие программы по охране труда непосредственно самой организацией или образовательными учреждениями профессионального образования	Удостоверение за подписью председателя комиссии по проверке знаний требований охраны труда, заверенное печатью организации (при наличии печати), проводившей обучение по охране труда	Проверка знаний требований охраны труда работников, в том числе руководителей, организаций проводится в соответствии с нормативным и правовыми актами по охране труда.

«Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана:

- соблюдать положения настоящего Федерального закона, других федеральных законов, принимаемых в соответствии с ними нормативных правовых актов Президента Российской Федерации, нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, а также федеральных норм и правил в области промышленной безопасности;
- соблюдать требования обоснования безопасности опасного производственного объекта» [5].

Постоянно в корпусе находятся 2 человека, при приеме-сдаче смены □ 4 человека. Основными поражающими факторами при пожаре для персонала

могут быть тепловая и лучистая энергия, в случае взрыва – взрывная волна. Учитывая, что в очаге пожара могут оказаться баки с маслом, горение будет происходить с выделением большого количества дыма. Пути распространения задымления наиболее вероятны на отметку 6.00 м, далее через противопожарную дверь и тамбур-шлюз в коридор корпуса 03, при длительном горении по переходу в корпус 01.

«Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, также обязана:

- обеспечивать безопасность опытного применения технических устройств на опасном производственном объекте;
- иметь лицензию на осуществление конкретного вида деятельности в области промышленной безопасности, подлежащего лицензированию в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- допускать к работе на опасном производственном объекте лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;
- иметь на опасном производственном объекте нормативные правовые акты, устанавливающие требования промышленной безопасности, а также правила ведения работ на опасном производственном объекте;
- организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;
- создать систему управления промышленной безопасностью и обеспечивать ее функционирование;
- обеспечивать наличие и функционирование необходимых приборов и систем контроля за производственными процессами в соответствии с установленными требованиями;

- обеспечивать проведение экспертизы промышленной безопасности зданий, сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, а также проводить диагностику, испытания, освидетельствование сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте;
- предотвращать проникновение на опасный производственный объект посторонних лиц» [5].

#### Вывод по разделу 5

Приведены сведения об охране труда, разработана процедура организации обучения по охране труда. Охрана труда на предприятии обеспечивается соблюдением требований законодательных актов РФ, которые отнесены к обеспечению безопасного проведения работ и сохранения здоровья работников на предприятии в процессе трудовой деятельности. Охрана труда и техника безопасности – одно из главных направлений деятельности любого рабочего процесса. Программа обучения по охране труда предусматривает нормы и требования законодательных актов по ОТ, локальных актов и инструкций по безопасному проведению работ.

## **6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность**

### **6.1 Идентификация экологических аспектов организации**

В результате изучения и анализа технической документации объекта ПАО «Куйбышев Азот», открытых источников информации интернет-ресурса предприятия, выявлено, что деятельность рассматриваемого химического производства на окружающую среду характеризуется следующими экологическими аспектами:

- выброс химических веществ в атмосферу;
- попадание химических веществ в почву;
- сброс химических веществ в водные ресурсы;
- опасность большого количества промышленных;
- риск возникновения вибрации и шума.

«Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и (или) иной деятельности являются компоненты природной среды, природные объекты и природные комплексы» [6].

### **6.2 Выявление антропогенного воздействия на окружающую среду**

В результате деятельности ПАО «Куйбышев Азот» на 2018-2020 годы зарегистрированы выбросы 125 загрязняющих веществ.

«Загрязняющие вещества, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, определяются:

- с учетом уровня токсичности, канцерогенных и (или) мутагенных свойств химических и иных веществ, в том числе имеющих тенденцию к накоплению в окружающей среде, а также их

способности к преобразованию в окружающей среде в соединения, обладающие большей токсичностью;

- с учетом данных государственного экологического мониторинга и социально-гигиенического мониторинга;
- при наличии методик (методов) измерения загрязняющих веществ» [6].

В результате деятельности ПАО «Куйбышев Азот» на 2018–2020 годы выбросы загрязняющих веществ (в количестве 125 наименований) от источников рассматриваемых производственных объектов предприятия, подлежащих государственному учету и нормированию, составляют:

- всего – 10 090,313698 т/год, из них:
- твердых – 1957,512043 т/год,
- жидких/газообразных – 8132,801654 т/год.

ПАО «Куйбышев Азот» является химическим объектом первого класса, для которых ориентировочная СЗЗ установлена размером 1000 м.

### **6.3 Разработка процедуры постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет**

Ведение федерального государственного реестра осуществляется территориальными органами Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по месту нахождения объектов.

В случае если юридическое лицо, индивидуальный предприниматель осуществляют хозяйственную и (или) иную деятельность на 2 и более объектах, заявка о постановке объекта на учет направляется юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем в отношении каждого объекта отдельно.

В таблице 9 приведена процедура постановки производственных объектов на государственный учет.

Таблица 9 – Процедура постановки производственных объектов на государственный учет

Действие (процесс)	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе	Примечание
Подача заявки о постановке на государственный учет	Юридические лица или индивидуальные предприниматели - руководители объектов, организаций	Специализированная организация или уполномоченное лицо, имеющие право на осуществление деятельности	Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 26.03.2022) "Об охране окружающей среды" Постановление Правительства РФ от 23.06.2016 №572.	Форма заявки о постановке на государственный учет, содержащей сведения для внесения в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду	Срок - не позднее чем в течение шести месяцев в со дня начала эксплуатации указанных объектов
Постановка на учет	Юридические лица или индивидуальные предприниматели - руководители объектов, организаций	Территориальный орган Росприроднадзора	Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 26.03.2022) "Об охране окружающей среды" Постановление Правительства РФ от 23.06.2016 №572.	Присвоение кода и категории объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду, и выдача юридическому лицу свидетельства о постановке на государственный учет этого объекта.	Срок - в течение десяти дней со дня получения заявки о постановке на государственный учет

«В случае если объект расположен в пределах территории 2 и более субъектов РФ, юридическое лицо, индивидуальный предприниматель, осуществляющие на данном объекте хозяйственную и (или) иную деятельность, направляют заявку о постановке объекта на учет в один из территориальных органов Федеральной службы по надзору в сфере

природопользования или орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации согласно их компетенции по месту размещения такого объекта по своему усмотрению (п. 19). Месторасположение объекта рекомендуется определять посредством публичной кадастровой карты Росреестра» [10].

Основанием для отказа в постановке на государственный учет объектов является отсутствие в составе заявки всех сведений. В указанном случае территориальный орган исполнительной власти субъекта РФ направляет юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю уведомление.

«В случае если при рассмотрении заявки о постановке объекта на учет территориальным органом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования установлено, что объект подлежит внесению в региональный реестр, заявка в электронном виде с использованием средств государственного реестра направляется в течение 5 рабочих дней со дня регистрации в соответствующий орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации с уведомлением юридического лица, индивидуального предпринимателя, направивших заявку, о ее переадресации» [10].

В случае если при рассмотрении заявки о постановке объекта на учет органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации установлено, что объект подлежит внесению в федеральный реестр.

«В случае если объект соответствует нескольким критериям, на основании которых он может быть отнесен одновременно к объектам I, II, III и (или) IV категории, объекту присваивается категория, соответствующая категории по наибольшему уровню негативного воздействия на окружающую среду» [10].

#### Вывод по разделу 6

Описана идентификация экологических аспектов организации, выявлены факторы антропогенного воздействия на окружающую среду, а также разработана процедура постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет.



## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В таблице 10 описаны сведения и методы для обеспечения ПБ.

Таблица 10 – Сведения по плану мероприятий обеспечения ПБ

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание
Установка АУПТ	Руководитель предприятия	11.11.2022	В процессе выполнения
Проектирование зданий и сооружений объекта ПАО «Куйбышев Азот» согласно нормируемым параметрам архитектурно-планировочных требований	Руководитель предприятия, инженер ПБ	11.04.2022	Выполнено
Подбор квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности	Руководитель предприятия, инженер ПБ	12.04.2022	Выполнено
Своевременная замена оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки химии	Руководитель предприятия, инженер ПБ	11.05.2022-11.08.2022	В процессе выполнения
Устройство широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним	Руководитель предприятия, инженер ПБ	11.02.2022-11.06.2022	В процессе выполнения
Наличие источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных	Руководитель предприятия, инженер ПБ	11.02.2022-11.04.2022	В процессе выполнения
Обучение персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации	Руководитель предприятия, инженер ПБ	11.02.2022-11.04.2022	В процессе выполнения
Недопущение изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы	Руководитель предприятия, инженер ПБ	11.02.2022-11.04.2022	В процессе выполнения

Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара.  
На объекте спроектирована АУПТ.

В таблице 11 представлены данные о смете затрат.

Таблица 11 - Смета затрат на установку АУПТ на объекте

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	250 000
Стоимость оборудования	450 000
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	-
Итого:	700 000

В таблице 12 приведены исходные данные для расчетов.

Таблица 12 - Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Единицы измерения	Условные обозначения	Базовый вариант	Проектный вариант
Общая площадь	м <sup>2</sup>	F	445	
Стоимость поврежденного технологического оборудования	Руб/м <sup>2</sup>	C <sub>T</sub>	22 000	
Стоимость поврежденных частей	руб/м <sup>2</sup>	C <sub>к</sub>	15 000	
Вероятность возникновения пожара	1/м <sup>2</sup> в год	J	3,66×10 <sup>-2</sup>	
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	15	
Площадь пожара при тушении средствами пожаротушения	м <sup>2</sup>	F* <sub>пож</sub>	-	4,2
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p <sub>1</sub>	0,82	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p <sub>2</sub>	0,84	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	-	p <sub>3</sub>	0,92	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	к	1,67	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	v <sub>л</sub>	0,525	
Время свободного горения	мин	B <sub>свг</sub>	12	
Стоимость оборудования	Руб.	K	-	450 000
Норма амортизации	%	H <sub>ам</sub>	-	1
Суммарный годовой расход	т	W <sub>об</sub>	-	60
Цена огнетушащего вещества	Руб.	Ц <sub>об</sub>	-	1000
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	-	k <sub>тзср</sub>	-	1,3
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии	Руб.	Ц <sub>эл</sub>	-	0,8
Годовой фонд времени работы установленной мощности	ч	T <sub>p</sub>	-	0,84
Установленная мощность	кВт	N	-	0,12

Годовые материальные потери от пожара с учетом тушения первичных средств пожаротушения  $M(\Pi_1)$ :

$$M(\Pi_1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (14)$$

где  $M(\Pi_1)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных пожарными подразделениями;

$M(\Pi_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех первичных средств, АУПТ.

Математическое ожидание годовых от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (15)$$

$$M(\Pi_1) = 4,2 \cdot 445 \cdot 22 \cdot 25 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,79 = 184\ 655$$

где  $J$  – вероятность возникновения пожара,  $1/\text{м}^2$  в год;

$F$  – площадь объекта,  $\text{м}^2$ ;

$C_T$  – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ $\text{м}^2$ ;

$F_{\text{пож}}$  – площадь пожара на время тушения первичными средствами,  $\text{м}^2$ ;

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (3)$$

где  $p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами;

0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;

$C_k$  – стоимость поврежденных частей здания, руб./м<sup>2</sup>;

$F'_{\text{пож}}$  – площадь пожара за время тушения привозными средствами.

$$M(\Pi_2) = 4,2 \cdot 445 \cdot (22 \cdot 25 + 15000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,01 \cdot 0,02 = 3779$$

Вероятность безотказной работы первичных средств тушения определяется по таблице 13.

Таблица 13 – Вероятность безотказной работы

Скорость распространения горения по поверхности, $Y_1$ м/мин	0.35	0.54	0.69	0.8	0.9
Вероятность безотказной работы первичных средств тушения, $p_1$	0.85	0.79	0.46	0.27	0.12

Вероятность тушения пожара привозными средствами в таблице 14.

Таблица 14 – Вероятность тушения пожара привозными средствами

Нормативный расход воды на наружное пожаротушение, $q_{\text{п}}$ л/с	15	20	30	40	60	100	160
Вероятность тушения пожара привозными средствами, $p_2$	0.5	0.6	0.75	0.85	0.95	0.99	0.999

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_k) \cdot (1 + k) \cdot [1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (16)$$

где  $F''_{\text{пож}}$  – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м<sup>2</sup>.

$$M(\Pi_3) = 4,2 \cdot 445 \cdot (22 \cdot 25 + 15\,000) \cdot 0,52 \cdot 1,25 \cdot 0,21 \cdot 0,75 = 62091$$

Площадь пожара за время тушения привозными средствами:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_{\text{л}} \cdot B_{\text{св}} \cdot r)^2 \quad (17)$$

где  $v_{\text{л}}$  – линейная скорость распространения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{св}}$  – время свободного развития пожара, мин.

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (2,4 \cdot 12)^2 = 2604,4$$

Рассчитать годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения  $M(\Pi_2)$ :

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) \quad (18)$$

где  $M(\Pi_1)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения;

$M(\Pi_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_4)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения:

$$M(\Pi) = 202931,5 + 110602 + 62\,91 = 375624,0$$

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 \quad (19)$$

где  $F_{\text{пож}}^*$  – площадь пожара при тушении АУПТ, м<sup>2</sup>;

$p_3$  – вероятность тушения АУПТ.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0.52 \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (20)$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (21)$$

Рассчитать эксплуатационные расходы  $P$  на содержание АУПТ:

$$P = A + C \quad (22)$$

где  $A$  – затраты на амортизацию систем АУПТ, руб./год;

$C$  – текущие затраты указанных систем, руб./год.

$$P = 185000 + 100000 = 285000$$

Текущие затраты:

$$C = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} + C_{\text{о.в.}} \quad (23)$$

где  $C_{\text{т.р.}}$  – затраты на текущий ремонт;

$C_{\text{с.о.п.}}$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

$C_{\text{о.в.}}$  – затраты на огнетушащее вещество.

$$C = 400\,000 + 80\,000 + 85\,000 = 565\,000$$

Затраты на текущий ремонт:

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{K_2 \cdot H_{\text{т.р.}}}{100\%} \quad (24)$$

где  $K_2$  – капитальные затраты на приобретение, установку АУПТ, руб.;

$H_{\text{т.р.}}$  – норма текущего ремонта, %.

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{700\,000 \cdot 75}{100\%} = 435\,000$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot Ч \cdot \text{ЗПЛ} \quad (25)$$

где  $Ч$  – численность работников обслуживающего персонала, чел.;

$\text{ЗПЛ}$  – заработная плата 1 работника, руб./мес.

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot 42 \cdot 35\,000 = 17640000$$

Затраты на огнетушащее вещество:

$$C_{\text{о.в.}} = W \cdot Ц \cdot k_{\text{т.з.с.р.}} \quad (26)$$

где  $W$  – суммарный годовой расход огнетушащего вещества;

$Ц$  – оптовая цена единицы огнетушащего вещества, руб./т;

$k_{\text{т.з.с.р.}}$  – коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов.

$$C_{\text{о.в.}} = 25000 \cdot 12\,500 \cdot 0,23 = 71875000$$

Затраты на амортизацию систем АУПТ:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (27)$$

где  $K_2$  – капитальные затраты на приобретение, установку АУПТ, руб.;

$N_a$  – норма амортизации, %.

$$A = \frac{700\,000 \cdot 1,25}{100\%} = 725\,000$$

Чистый дисконтированный поток доходов:

$$I_t = ([M(\text{П1}) - M(\text{П2})] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+\text{НД})^t} - (K_2 - K_1) \quad (28)$$

где  $t$  – год осуществления затрат;

НД – постоянная норма дисконта;

$K_1, K_2$  – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

$M(\text{П1}), M(\text{П2})$  – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

$P_1, P_2$  – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в  $t$ -м году, руб./год.

$$I_t = ([184655 - 3779 - [200000]]) \cdot \frac{1}{(1 + 0,3)^1} - 700000 = 615231$$

Определить интегральный экономический эффект:

$$I = \sum_{t=0}^T I_t \quad (29)$$

где  $T$  – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода).

$I_t$  – чистый дисконтированный поток доходов на  $t$ -году проекта.

Следовательно, основные эффективные мероприятия – это установка АУПТ и подбор квалифицированного персонала, инженеров промышленной



и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности.

Расчеты по эффективности мероприятий сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Интегральный экономический эффект

Нормируемый параметр	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	$C_2-C_1$	$D$	$[M(\Pi1)-M(\Pi2) -(C_2-C_1)] D$	$K_2-K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов
1	180876	29563	0,98	112 124,3	700 000	-344 410,4
2	180876	29563	0,95	110 365,4	-	250 634,6
3	180876	29563	0,92	99 451,2	-	225 445,8
4	180876	29563	0,89	94 563,3	-	230 436,7
5	180876	29563	0,85	88 258,2	-	136 741,8
6	180876	29563	0,84	84 659,4	-	140 340,6
7	180876	29563	0,79	78 456,4	-	146 543,6
8	180876	29563	0,74	72 785,3	-	152 214,7
9	180876	29563	0,71	64 634,3	-	160 365,7
10	180876	29563	0,68	58 413,3	-	66 586,7
11	180876	29563	0,64	51 789,3	-	73 210,7
12	180876	29563	0,62	48 231,3	-	76 768,7
13	180876	29563	0,58	43 336,2	-	81 663,8
14	180876	29563	0,54	39 456,2	-	85 543,8
15	180876	29563	0,51	34 774,2	-	90 225,8
16	180876	29563	0,48	31 442,2	-	93 557,8
17	180876	29563	0,45	29 228,3	-	95 771,7
18	180876	29563	0,42	26 849,3	-	98 150,7
19	180876	29563	0,4	14 112,7	-	110 887,3
20	180876	29563	0,35	12 589,1	-	112 410,9

Вывод по разделу 7

Интегральный экономический эффект составит 615231 руб. Устройство может быть применено.



## Заключение

В ВКР разработаны мероприятия противопожарной защиты пожароопасных зданий ПАО «Куйбышев Азот».

В разделе 1 приведены данные о пожарно-технической характеристике зданий в ПАО «Куйбышев Азот», показаны общие сведения о расположении и функциональном значении, оперативно-тактическая характеристика зданий и описаны данные о системе противопожарной защиты зданий. Описание и разработка по рассматриваемой теме ВКР осуществлена в рамках зданий и помещений по категории повышенной взрывопожароопасности («А»), класс функциональной пожарной опасности – Ф 5.1, класс конструктивной пожарной опасности всех зданий – СО, С1.

В разделе 2 приведен анализ процессов горения и пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов, пожарной опасности здания, сведения о пожарной нагрузке и анализ причин и условий, способствующих горению. Кроме того, приведены возможные сценарии развития пожара [1]. Такими веществами являются аммиак, плав селитры, пар и горячая вода.

По результатам выявленных несоответствий предлагается внедрить автоматизированную систему взрывопожарной безопасности на основе газового контроля (поскольку в производстве обращается газообразный аммиак).

Обоснование применения установки:

- обеспечение постоянного контроля за средой;
- обеспечение контроля за изменением токсичных и пожароопасных концентраций;
- автоматизированная система контроля как профилактическая мера для предупреждения нарушения технологического процесса, аварийной ситуации.

Далее заменить надписи и маркировку на оборудовании. Кроме того, предлагается замена устройства огнепреграждения в технологическом трубопроводе (переход полностью от алюминиевых ОП-150 ААН на металлические (ОП-150 Р, ОП-150 РН). Предлагается частичная замена выявленных участков существующих электрических сетей, кабелей и электропроводки технологического оборудования. Необходимо постоянное наблюдение и контроль за проверкой отложений и пылевых отходов в труднодоступных местах цеха.

В разделе 4 описаны данные организации процесса эвакуации на объекте, с указанием количества и мест вероятного размещения людей, приведены данные об эвакуационных путях и выходах, а также сведения об эвакуации и действиях персонала при обнаружении пожара и аварийных ситуаций. В пределах объекта располагаются АСС, АСФ и подразделения ПО, которые обеспечивают охрану в области пожаров и аварийных ситуаций, как частные виды профессиональных подразделений.

В разделе 5 приведены сведения об охране труда, разработана процедура организации обучения по охране труда. Охрана труда и техника безопасности – одно из главных направлений деятельности любого рабочего процесса.

В разделе 6 описана идентификация экологических аспектов организации, выявлены факторы антропогенного воздействия на окружающую среду, а также разработана процедура постановки производственных объектов, которые оказывают негативное воздействие, на государственный учет.

В разделе 7 проведены расчеты по эффективности мер в области техносферной безопасности, показывающие однозначное решение о целесообразности применения автоматического пожаротушения в цехе химического производства ПОО. Интегральный экономический эффект составит 370 120,5 руб.

## Список используемых источников

1. Корольченко А.Я., Корольченко О.Н. Средства пожаротушения. Справочник. - М.: Пожнаука, 2006. - 258 с.
2. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х томах. – М.: Пожнаука, 2004, 1-й том – 713 с., 2-й том – 774 с.
3. О защите населения и территории от ЧС [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 11.11.1994 № 68-ФЗ (ред от. 30.12.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-68-FZ/> (дата обращения: 02.02.2022).
4. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69 (ред. от 11.06.2021). URL: <https://inlnk.ru/xvn5zk> (дата обращения: 11.04.2022);
5. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116 (ред. от 11.06.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.07.1997-N-116-FZ/> (дата обращения: 11.04.2022);
6. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7 (ред. от 26.03.2022). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7-FZ/> (дата обращения: 11.04.2022);
7. Об утверждении Боевого устава, определяющего порядок тушения пожара подразделениями ПО [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 02.02.2022).
8. Об утверждении плана мероприятий по реализации стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года [Электронный ресурс] : Распоряжение Правительства РФ от 18.05.2016

№954-Р. URL: <https://rulaws.ru/government/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-18.05.2016-N-954-r/> (дата обращения: 11.04.2022);

9. Пат. 2 666 339 Российская Федерация, МПК А62С 37/00 (2006.01). Автоматизированная система взрывопожарной безопасности на основе газового контроля/ Лукьянченко А.А.; заявитель и патентообладатель Свиридок Е.В. – № 2017138457 ; заявл. 03.11.2017 ; опубл. 06.09.2018, Бюл. № 25. – 4 с. [Электронный ресурс] — URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2666339C1\\_20180906](https://yandex.ru/patents/doc/RU2666339C1_20180906) (дата обращения: 02.03.2022).

10. Постановка объектов, оказывающих НВОС, на государственный учет в Росприроднадзоре [Электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/Rx3QDde> (дата обращения: 11.03.2022);

11. Пожары и взрывы: учеб. пособие / И. В. Викторов – Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 145 с.

12. Правила противопожарного режима [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 (ред. от 21.05.2021) №1479. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-20.10.2017-N-452/> (дата обращения: 02.03.2022).

13. Рекомендации по организации и ведению боевых действий подразделениями пожарной охраны при тушении пожаров на объектах с наличием аварийно-химически опасных веществ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 08.12.2003. URL: <https://goo.su/MhM3xH> (дата обращения: 11.04.2022);

14. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.044-2018. Введ. 2019-05-01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2020. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2021 - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200160696> (дата обращения: 29.03.2022).

15. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности : Свод правил СП 8.13130.2020. Введ. 2020–03–30. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2020. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2021 - URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 29.03.2022).

16. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям : Свод правил СП 4.13130.2013 Введ. 2013–06–24. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2013. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2021 - URL <https://beta.docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 29.03.2022).

17. Системы противопожарной защиты АПС и АУПТ Свод правил СП 5.13130.2009. Введ. 2209-05-01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2011. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2021 - URL <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/676> (дата обращения: 29.03.2022).

18. Собурь С.В. Пожарная безопасность промпредприятий: Справочник, 4-е издание, с изменениями – М.: «ПожКнига», 2014. – 144 с.

19. Социальные угрозы: учеб. пособие / А. П. Лошкарев– Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 122 с.

20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 30.04.2021). URL: <http://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 11.04.2022);

21. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 №197 (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022). URL: <https://nachkar.ru/referat/massovoe-prebivanie-ludei.htm> <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 25.03.2022).

22. Эвакуация людей при пожаре [Электронный ресурс]. – URL: <https://fireman.club/inseklodepia/evakuaciya-lyudej-pri-pozhare/> (дата обращения: 11.04.2022).

23. Adamyan, V.L., Sergeeva, G.A., Zabitov, A.Sh., Masyavra A.A. Fire safety of chemical and technological processes / V. L. Adamyan // International Journal of Applied and fundamental research – 2020. – № 2. P. 82–85.

24. Chemical Process Safety and Fire Protection – URL: <https://ohsonline.com/Articles/2019/10/01/Chemical-Process-Safety-and-Fire-Protection.aspx> (дата обращения: 10.06.2022).

25. Factors Affecting Fire And Explosion Risks – Chemical Safety – URL: <https://www.hseblog.com/factors-affecting-fire-explosion-risks-chemical-safety/> (дата обращения: 10.06.2022).

26. Richard D. Peacock, Jason D. Averill, Paul A. Reneke, Walter W. Jones. Characteristics of Fire Scenarios in Which Sublethal Effects of Smoke are Important // Fire Safety Journal– 2004. –№ 2. P. 127–147.

27. T., Ohlemiller. On the significance of transient heat release rate excursions above a set limit / Fire Safety Journal– 2018. –№ 2. P. 531–540.