

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 «Разработка противопожарных мероприятий на объектах химической промышленности на примере Цеха 5 «Слабая азотная кислота» ПАО «КуйбышевАзот»

Студент

О. А. Иванов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Костюшин

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2021

## Аннотация

Бакалаврскую работу выполнил: О.А. Иванов

Тема работы: «Разработка противопожарных мероприятий на объектах химической промышленности на примере Цеха 5 «Слабая азотная кислота» ПАО «КуйбышевАзот»

Руководитель: И.В. Костюшин

Цель исследования - изучение фактического состояния противопожарной защиты и проведении анализа применяемых на производственном объекте систем, оценки фактического состояния объекта и определения расчетным способом пожарных рисков на объекте защиты.

Объектом исследования выступают противопожарные мероприятия, осуществляемые применительно к производственным объектам на примере опасного производственного объекта ПАО «КуйбышевАзот», расположенного по адресу: г. Тольятти, улица Новозаводская дом 6.

Предметом исследования составляют нормативные документы, регламентирующие требования пожарной безопасности применительно к объектам производственного значения, а именно требования, применяемые к системам противопожарной защиты, смонтированным на объекте защиты, а также требования действующих нормативно-технических актов к указанным системам и проводимыми расчетами, необходимыми для обеспечения безопасной работы людей на данном объекте.

Методы исследования – теоретический анализ литературы, анализ практического опыта оценки пожарных рисков.

Краткие выводы по бакалаврской работе:

- Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

- Автоматическая установка пожаротушения отсутствует в помещениях Цеха № 5 корпус 502 ПАО «КуйбышевАзот», что является нарушением требований пожарной безопасности.

- Опираясь на произведенные расчеты пожарных рисков данный объект защиты ПАО «КуйбышевАзот», а именно Цех № 5 корпус 502 (промышленные помещения кат Б, В1), соответствует требованиям статьи 79 Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» - расчетное значение индивидуального пожарного риска не превышает нормативное значение  $1 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ .

- В зависимости с произведенным расчетом и проведенным анализом соответствия систем противопожарной защиты объекта, полагая, что на предприятии не будет оборудоваться автоматическая установка пожаротушения, ввиду экономической нецелесообразности, предложен комплекс организационно-технических мероприятий.

- В качестве внедрения предложена реконструкция противопожарных систем осуществлять на базе радиоканального оборудования.

- Детально изучена характеристика и технологический процесс завода, проведен сравнительный анализ системы обеспечения мероприятий по пожарной безопасности, изучен порядок взаимодействия сил и средств объектовой РСЧС, изучены основные аспекты охраны труда и охраны окружающей среды и экологической безопасности, дана оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Практическая значимость работы заключается в том, что отдельные её положения в виде материала раздела 3 и 4 и приложения могут быть использованы специалистами организации ПАО «КуйбышевАзот».

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 7-х разделов, заключения, списка литературы из 27 источников и 2 приложений. Общий объем работы, без приложений, 79 страниц машинописного текста, в том числе таблиц – 4, рисунков – 3, формул -23.

## Содержание

Введение.....	6
1 Характеристика ПАО «КуйбышевАзот» .....	10
1.1 Информация о расположении объекта .....	10
1.2 Основные тактико-технические характеристики .....	11
1.3 Общая характеристика производства Цеха № 5.....	165
1.4 Техническое наименование продукта и показатели качества продукции .....	16
1.5 Описание технологического процесса. Стадии и химизм процессов	18
1.6 Описание технологической схемы производства.....	19
2 Анализ системы обеспечения противопожарных мероприятий на примере Цеха № 5 «Слабая азотная кислота» ПАО «КуйбышевАзот».....	21
2.1 Нормативно-техническое регулирование в области пожарной безопасности в отношении промышленных объектов.....	21
2.2 Системы противопожарной защиты Цеха № 5 .....	23
2.3 Расчет оценки пожарных рисков объекта защиты Цеха № 5.....	26
2.4 Результаты проведения расчетов по оценке пожарного риска .....	33
2.5 Вывод об условиях соответствия объекта защиты.....	33
3 Порядок взаимодействия сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в случае возникновения чрезвычайной ситуации.....	34
4 Разработка противопожарных мероприятий на объектах химической промышленности на примере Цеха 5 «Слабая азотная кислота» ПАО «КуйбышевАзот» .....	38
4.1 Комплекс компенсирующих мероприятий .....	38
4.2 Меры безопасности при складировании и хранении сырья.....	40
4.3 Меры по предупреждению аварийной разгерметизации технологических систем.....	41

4.4 Модернизация системы противопожарной защиты объекта .....	42
5 Охрана труда.....	47
5.1 Разработка процедуры проведения повторного инструктажа по охране труда .....	47
5.2 Меры безопасности при ведении технологического процесса, выполнении регламентных производственных операций .....	52
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	58
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	62
7.1 Разработка плана мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности в организации .....	62
7.2 Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации .....	66
7.3 Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий .....	71
Заключение .....	74
Список используемых источников.....	77
Приложение А Средства индивидуальной защиты работающих .....	80
Приложение Б Расчет пожарных рисков .....	82

## Введение

Промышленные предприятия всегда представляли угрозу для людей в городах где они находились, так как являются источниками высокой пожарной опасности и характеризуются сложным процессом производства и технологии; огромными запасами на складах и в производственных цехах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, твердых горючих материалов.

Согласно статистике Министерства по делам гражданской обороны и защиты людей от чрезвычайных ситуаций окружающей среды, и техногенного характера России, за период с 2019 по 2020 года, следует вывод, что загорания в промышленных постройках и складах компаний занимают четвёртые места по сравнению с общим количеством возгораний на объектах защиты. Как следствие следует, что в настоящий момент, осуществление противопожарной защиты и надежности на объектах, где обращается химия в промышленности является назревшим предметом обсуждения в современном мире.

Главенствующими причинами возгораний и загораний на производственно-промышленном предприятии, где обращаются опасные химические соединения и элементы являются нарушение правил хранения и эксплуатации материалов, процессов и режимов работы технологических установок, отсутствие подготовки к капитальному и текущему ремонту оборудования, самовоспламенение веществ и материалов, неисправность электрооборудования, а также человеческий фактор, выраженный в несоблюдении или игнорировании мер пожарной безопасности.

Источником возгорания является открытый огонь технологических установок, перегрев стенок агрегатов и аппаратов, короткое замыкание в электрооборудовании, электричество статическое, удары и трения деталей машин и оборудования в результате чего образуются искры, несоблюдение мер безопасности при проведении огневых работ на заводе.

12 марта 2017 на предприятии «КуйбышевАзот» произошел крупный пожар, прогремевший на всю страну. Горели две наружные установки по переработке циклогексана, расположенные на высоте 20 м. Общая площадь загорания составила 500 кв. м, пожару назначен третий номер сложности. Погибшие и пострадавшие отсутствуют. Тушением пожара занимались 232 пожарных и 44 единицы техники. К месту пожара прибыл пожарный поезд.

Происходило факельное горение остатков циклогексана.

Поэтому на территории предприятия должно быть гарантировано соблюдение предписаний и правил сохранности пожароопасных материалов, предусмотрительное взаимодействие с огнем, минимальное применение открытого огня при проведении огневых работ, допуск курения только в специально отведенных местах, выполнение противопожарных мероприятий по оборудованию всех возможных противопожарных систем и мероприятий.

Из практика аварий следует, что неисправность одного крупного агрегата, как правило, сопровождается взрывом и неконтролируемым горением. При химическом производстве, к данным причинам добавляется разлив опасных химикатов, что может означать экологическую катастрофу, что приводит к трагическим последствиям для города и окружающей среды, где расположен завод, высокочатратный ремонт оборудования и главное для обслуживающего персонала и людей, проживающих неподалеку. Важно правильно пресекать возможные причины аварий, определять опасные факторы и обосновывать выбор той или иной системы противопожарной защиты.

Пожар на производственных мероприятиях, к сожалению, не редкое явление. Частой причиной называется несоблюдение противопожарного режима.

Наше государство гарантирует безопасность каждого гражданина, что достигается разрабатываемыми и принимаемыми законами [1].

Пожарный режим на любом заводском предприятии - каркас, определяющий основные постулаты взаимодействия и поведения рабочих и

посетителей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, земельных участков, построек, сооружений, кабинетов в организации и других различных объектов противопожарной защиты с определяющей целью - обеспечения пожарной безопасности [2].

Действующий в настоящий момент нормативно-правовые документы и ненормативные акты по пожарной безопасности предъявляют исчерпывающие требования и ограничения к производственным постройкам.

Главенствующим техническим документом является Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [3].

Актуальность работы заключается в определении эффективных и компенсирующих решений, принятых для производственного объекта нашего города – ПАО «КуйбышевАзот», расположенный по адресу: г. Тольятти, ул. Новозаводская, д. 6.

Объектом исследования выступают противопожарные мероприятия, осуществляемые применительно к производственным объектам на примере опасного производственного объекта ПАО «КуйбышевАзот», расположенного по адресу: г. Тольятти, улица Новозаводская дом 6.

Предметом исследования являются нормативные-технические акты и документация, регламентирующая требования пожарной безопасности применительно к объектам производственного значения, а именно требования, применяемые к системам противопожарной защиты, смонтированным на объекте защиты, а также требования действующих нормативно-технических актов к указанным системам и проводимыми расчетами, необходимыми для обеспечения безопасной работы людей на данном объекте.

Цель исследования состоит в изучении состояния противопожарной защиты и проведении анализа применяемых на производственном объекте систем, оценки фактического состояния объекта и определения расчетным способом пожарных рисков на объекте защиты.

Для реализации цели были поставлены и последовательно решались взаимосвязанные задачи:

- рассмотрение основных стадий технологического процесса на объекте, условия и режим работы объекта, состав технологических блоков, входящих в состав объекта;
- анализ возможных причин, факторов и ситуаций, способствующих возникновению и развитию аварий;
- изучение требования пожарной безопасности применяемым к производственным объектам;
- исследование состояния пожарной безопасности в одном из цехов ПАО «КуйбышевАзот»;
- проведение расчетов времени эвакуации из цеха;
- определение величины пожарных рисков;
- разработка мероприятий по снижению пожарных рисков на объекте, путем модернизации системы противопожарной защиты объекта;
- изучение объектовой системы РСЧС;
- разработка процедуры проведения инструктажа;
- идентификации экологических аспектов организации;
- общей оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Научная новизна выражена в комплексном исследовании, предметом которого стал опасный производственный объект – ПАО «КуйбышевАзот». Представлены обоснованные выводы проведенного исследования. Предложены мероприятия по снижению уровня пожарных рисков объекта, с целью исключения случаев гибели людей на предприятии в случае аварии. Нормативную основу исследования составили: Федеральные законы и своды правил в области пожарной безопасности. Конституция проведенного исследования определена целью и задачами работы и состоит из введения, семи разделов основной части, структурированных в подразделы согласно поставленным задачам, заключения, перечня использованных источников и приложения.

# 1 Характеристика ПАО «КуйбышевАзот»

## 1.1 Информация о расположении объекта

В качестве объекта исследования был выбран объект Публичного акционерного общества «КуйбышевАзот», осуществляющий деятельность по адресу: Самарская область, г. Тольятти, Центральный район, улица Новозаводская дом 6. На рисунке 1 представлена фотография общей территории завода.



Рисунок 1 – Фотография территории завода ПАО «КуйбышевАзот».

Строительство Куйбышевского азототукового завода (далее - КАТЗ) было заложено в 1961 году. В 1966 году много объектовый завод заработал в

полную силу. Официальной датой рождения предприятие принято считать 23 августа 1966 года. В 1975 году было основано промышленное общество «КуйбышевАзот» с головным предприятием КАТЗ, в состав которого входили строящиеся на тот момент Тольяттинский азотный завод (ТоАЗ), Азотреммаш, Трансаммиак. В 1981 году произошло разделение и реструктуризация предприятий в самостоятельные юридические лица. В 1991 году «КуйбышевАзот» стал арендным предприятием, а затем, в 1992 году, создано акционерное общество «КуйбышевАзот» [26].

Публичное акционерное общество «КуйбышевАзот» - один из лидеров химической отрасли, занимает первое место по объёму производства капролактама, полиамида, технических и текстильных нитей, а также полиамидных и смесовых тканей.

## **1.2 Основные тактико-технические характеристики**

Объект расположен в Центральном районе городского округа Тольятти, до ближайшего подразделения пожарной охраны 0,1 километра (пожарно-спасательная часть № 35).

Пожарные гидранты расположены на территории завода, в радиусе 200 метров от каждого цеха (объекта защиты) расположено минимум 2 гидранта.

На территорию объекта имеются проезды со всех сторон завода, основной со стороны ул. Новозаводская. Территория объекта огорожена забором по периметру.

Здания завод построено в 1961-1965 годах. На территории предприятия строятся (реконструируются) объекты по сей день.

Конкретным объектом исследования выбран объект ПАО «КуйбышевАзот» Цех № 5 «Слабая азотная кислота» корпус 502.

Наименование производства: производство кислоты азотной неконцентрированной.

Проектная мощность цеха – 507 тыс. тон/год моногидрата азотной кислоты.

Производственная мощность по состоянию на 01.01.2020 г. составляет 413,2 тыс. тон/год моногидрата азотной кислоты.

Достигнутая мощность за 2019 г. - 462,8 тыс. тон/год моногидрата азотной кислоты.

Количество часов работы в году – 8000.

Количество технологических линий

В цехе установлены 11 типовых агрегатов конверсии и абсорбции мощностью по 46 тыс. тон/год моногидрата азотной кислоты.

Метод производства комбинированный. Окисление аммиака при атмосферном давлении. Абсорбция окислов азота под давлением 0,25 МПа (2,5 кгс/см<sup>2</sup>).

Здание корпуса построено по типовому проекту 1958 года Государственного научно - исследовательского и проектного института азотной промышленности и продуктов органического синтеза г. Москва.

Сведения о реконструкции (за весь период существования):

- в 1966 г. установлены конденсаторы - окислители;
- в 1966 г. выполнена схема вывода азотной кислоты с хлоридами с 4 и 5 тарелок абсорбционных колонн;
- в 1970 г. выполнена схема захлаживания конденсата азотной кислоты, подаваемого на орошение холодильников - промывателей и абсорбционных колонн;
- в 1971г. смонтирован второй ввод газообразного аммиака с установкой дополнительных фильтров аммиака;
- в 1969 г. выполнена схема получения нитроолеума;
- в 1972-1973 г.г. установлены скоростные холодильники нитрозных газов. Конденсаторы – окислители исключены из схемы;
- с 1970г.по 1982 г. проведена замена турбокомпрессоров К-480-42-1 на нагнетатели типа Н-540-41-1;

Проведена реконструкция системы автоматизации КИПиА с внедрением автоматизированной системы управления технологическим процессом производства слабой азотной кислоты на базе управляющей машины УМ-1.

В 1972-1973 г.г. выполнена схема низкотемпературной каталитической очистки отходящих газов производства слабой азотной кислоты и нитроолеума от окислов азота. Разработчик технологического процесса – лаборатория № 5 Днепродзержинского филиала г. Днепродзержинск. Метод очистки основан на восстановлении аммиаком окислов азота до элементарного азота на катализаторе АВК-10. Проектировщик технологической части – Тольяттинский филиал ГИАП. Схема состоит из 11 узлов очистки отходящих газов, каждый из которых рассчитан на производительность по отходящим газам одного агрегата.

В 1969-1973 г.г. контактные аппараты агрегатов, работающих на получение слабой азотной кислоты, а в 1977 г. агрегатов, работающих на получение нитроолеума, переведены на двухступенчатый катализатор по изобретению «Способ 2-х ступенчатого окисления аммиака».

В 1989 г. в корпусе 502 введена в действие установка аминирования воды, предназначенная для получения аммиачной воды 1-5 % концентрации и дозирования в тракт деаэрированной воды. Мощность установки составляет 81,8 м<sup>3</sup>/ч, очищенной аминированной воды, идущей на приготовление питательной воды для котлов – утилизаторов.

В 1990 г. выведено из эксплуатации отделение нитроолеума в связи с выводом мощности крепкой азотной кислоты цеха №6.

В 1998 г. машина УМ-1 исключена из схемы ввиду морального и физического износа.

Группа функционально пожарной опасности постройки – Ф5.1 (производственное здание). Площадь цеха 5000 м<sup>2</sup>.

Здание цеха двухэтажное, II-степени пожаростойкости, класс конструктива огненной опасности – Со.

Фундаментально постройка сделано из железо-бетонато. Фундаменты под ближние стенки – железобетонная ленточная.

Железом бетонированный каркас сделан сборным из уникальных типов конструкций фабричного производства.

Верхние и ближние основные капитальные стенки и перегородки – красный кирпич.

В качестве покрытия полов здания используется бетонная заливка и плитка.

Освещение электрическое, отопление центральное водяное, вентиляция естественная.

Цех оборудован внутренним противопожарным водяным проводом.

Объект оборудован системой пожарной сигнализацией, системой управления эвакуацией и оповещения 2-го типа, естественной системой дымоудаления, а также первичными средствами пожаротушения.

Автоматическая пожарная сигнализация аналоговая, состоит из приемно-контрольного прибора (Сигнал-20), пожарных извещателях дымовых по 2 извещателя в каждом помещении, ручным пожарным извещателем возле эвакуационных выходов.

Система оповещения и управления эвакуацией 2-го типа состоит из звуковых пожарных оповещателей, рассредоточенными по всему цеху. Световые табло «Выход» расположены над эвакуационными выходами.

Приемно-контрольный прибор выведен в помещение главного щита управления цеха.

Объект защиты не оборудован автоматической установкой пожаротушения (требуется по нормам).

Объект относится к категории значительного риска (согласно риск - ориентированного подход к проведению проверок).

### 1.3 Общая характеристика производства Цеха № 5

Наименование производства: производство неконцентрированной азотной кислоты на базе агрегата унифицированной комплектной линии под давлением 0,73 МПа (далее по тексту УКЛ-7-76) мощностью 120 тыс.т/год цеха №5.

Год ввода в эксплуатацию – 1965.

Проектная мощность– 120 000 тонн в год ( $14,8 \div 15,0$  т/ч или  $355 \div 360$  т/сутки) в пересчёте на 100%-ную азотную кислоту обеспечивается одним агрегатом УКЛ-7-76.

Мощность агрегата лимитируется количеством воздуха, подаваемого газотурбинным агрегатом ГТТ-3М, а также годовым пробегом оборудования.

Количество часов работы в году – 8000 – 8110 (за вычетом планово-предупредительных ремонтов).

При определении общего пробега оборудования агрегата учитываются:

- продолжительность 3-х регенераций платиновых сеток 96-144 часов за период пробега 4320 часов;
- продолжительность и частота замены фильтрующих материалов (на аммиачно-воздушной смеси и газообразном аммиаке);
- капитальный ремонт оборудования агрегата один раз в восемь лет;
- время на пуск и остановку агрегата включено в общее время простоя в ремонте.

Производство неконцентрированной азотной кислоты обеспечивается одним агрегатом УКЛ-7-76.

В производстве неконцентрированной азотной кислоты использован метод каталитического окисления аммиака кислородом воздуха на платино-родиево-палладиевом катализаторе при температуре 880-910 оС под давлением 0,73 МПа с последующей абсорбцией диоксида азота конденсатом сокового (водяного) пара под давлением 0,65 МПа, и селективной очисткой

отходящих газов от оксидов азота газообразным аммиаком в качестве восстановителя.

Энерготехнологический агрегат работает в режиме практически полностью замкнутого энергетического баланса, так как в газотурбинной установке в качестве привода компрессора воздуха используется газовая турбина с рекуперацией в ней энергии сжатия и тепла отходящего газа.

#### **1.4 Техническое наименование продукта и показатели качества продукции**

Техническое наименование продукта - кислота азотная неконцентрированная.

Азотная кислота является энергичным окислителем. Все известные ткани растительного и животноводческого происхождения разлагаются при контакте с азотной кислотой. При взаимосвязи с жидкостью азотная кислота полностью растворяется с выделением большого количества тепла. Данная кислота обладает способностью поглощать влагу из окружающей среды. В открытом пространстве образуется туман, который состоит из оксида азота.

По физико-химическим показателям кислота азотная неконцентрированная должна соответствовать требованиям и нормам ГОСТ Р 53789-2010 высшего сорта [27].

Азотная кислота применяется в химической промышленности для производства минеральных удобрений, органических и неорганических кислот; в металлургической промышленности при переработке руд; для нужд народного хозяйства и экспорта. Пары азотной кислоты в 2,2 раза тяжелее воздуха. Требования к азотной кислоте приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Требования к неконцентрированной азотной кислоте

Наименование показателя	Норма
	Высший сорт
Внешний вид	Прозрачная бесцветная или слегка окрашенная в жёлтый цвет жидкость без механических примесей
Массовая доля азотной кислоты, %, не менее	57,0
Массовая доля оксидов азота в пересчёте на N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , %, не более	0,07
Массовая доля остатка после прокаливания, %, не более	0,004

В азотной кислоте растворяются все металлы, кроме платины, родия, палладия, титана, тантала и золота. При нейтрализации азотной кислоты щёлочами образуются хорошо растворимые в воде соли.

Азотная кислота взаимодействует с органическими соединениями.

Физико-химические свойства и константы азотной кислоты приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-химические свойства и константы азотной кислоты

Наименование свойств	Единица измерения	Значение
Молекулярный вес	г/моль	63
Плотность азотной кислоты с массовой долей HNO <sub>3</sub> 56% (при температуре 20°C)	кг/дм <sup>3</sup>	1,345

Продолжение таблицы 2

Наименование свойств	Единица измерения	Значение
Для кислоты с массовой долей HNO <sub>3</sub> 57 %	кг/дм <sup>3</sup>	1,351
Температура кипения при давлении 101,3 кПа (760 мм ртутного столба)	°С	120
Парциальное давление паров HNO <sub>3</sub> при температуре 20 °С	Па	1235
Динамическая вязкость при температуре 20°С	Па·с	2·10 <sup>-3</sup>
Удельная теплоёмкость при температуре 20°С	кДж/кг·°С	2,76
Теплопроводность при температуре 20°С	Вт/м·°С	0,41

### 1.5 Описание технологического процесса. Стадии и химизм процессов

Производство неконцентрированной азотной кислоты под абсолютным давлением 0,73 МПа основано на следующих постадийных процессах.

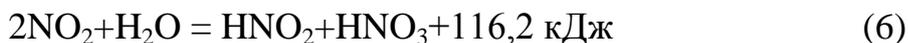
На первой стадии аммиак окисляется до оксида азота на платино-родиево-палладиевых сетках с рабочим диаметром 1900 мм при температуре 890÷910 °С, объемной доле аммиака 9,5÷10,7 % и температуре исходной аммиачно-воздушной смеси 190 ÷ 210 °С, кислородом воздуха по уравнениям:



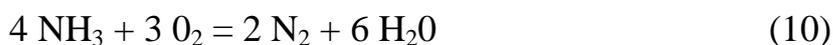
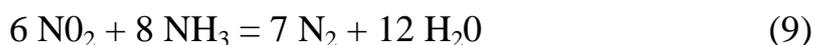
из них реакция (1) образования монооксида азота является основной, реакции (2) и (3) являются побочными, последующее окисление оксида азота в диоксид азота происходит при снижении температуры реакционной смеси (нитрозных газов) до 230÷310 °С по уравнению:



Вторая стадия включает в себя более глубокое окисление оксида азота в диоксид азота при температурах не более 60°C, абсорбцию диоксида азота водой с получением азотной кислоты при температурах не более 35 °C по уравнениям:



Третья стадия предназначена для селективной каталитической очистки хвостовых газов, выходящих из абсорбции, от оксидов азота при температуре 220÷280°C на алюмованадиевом катализаторе АВК-10М с использованием в качестве восстановителя газообразного аммиака по реакциям:



В универсальной камере сгорания турбины (УКСТ) происходит подогрев очищенных хвостовых газов до температуры 640÷700 °C. Работа камеры основана на постоянном соотношении газ/воздух равном 1: (11÷15), что обеспечивает полноту сгорания метана и его гомологов.

Далее очищенные хвостовые газы расширяются и охлаждаются последовательно в газовой турбине, приводящей в движение воздушный компрессор агрегата ГТТ-3М, а затем охлаждаются в котле-утилизаторе хвостовых газов, после чего выбрасываются в выхлопную трубу.

## 1.6 Описание технологической схемы производства

Технологический процесс производства неконцентрированной азотной кислоты по схеме, работающей под давлением 0,73 МПа (7,3 кгс/см<sup>2</sup>) и

обеспечивающей получение азотной кислоты массовой долей н/м 57 %, состоит из основных стадий процесса:

- Подготовка и компримирование воздуха.
- Подготовка газообразного аммиака.
- Каталитическая очистка хвостовых газов от остаточных оксидов азота.
- Подготовка аммиачно-воздушной смеси.
- Окисление аммиака и охлаждение нитрозных газов.
- Абсорбция оксидов азота.
- Рекуперация энергии очищенных хвостовых.
- Подготовка воды для питания котлов-утилизаторов.
- Подготовка сырья, сбор дренажей, выдача отходов производства и готовой продукции.
- Система маслосистемы агрегата ГТТ – 3М.
- Хранение и выдача потребителям азотной кислоты – склад состоящий из 2-х хранилищ по 700 м<sup>3</sup> и насосная (корп. 502/2).
- Узел регенерации катализаторных сеток – используется существующий в корпусе 502.

## **2 Анализ системы обеспечения противопожарных мероприятий на примере Цеха № 5 «Слабая азотная кислота» ПАО «КуйбышевАзот»**

### **2.1 Нормативно-техническое регулирование в области пожарной безопасности в отношении промышленных объектов**

Основой технического и юридического регулирования в области пожарной безопасности являются Конституция Российской Федерации, общепризнанные принципы и нормы международного права, международные договоры Российской Федерации, Федеральный закон «О техническом регулировании», Федеральный закон «О пожарной безопасности» и Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», в соответствии с которыми разрабатываются и принимаются нормативные правовые акты Российской Федерации, регулирующие вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, такие как своды правил и нормы пожарной безопасности [1].

В соответствии с Федеральным законом № 123-ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» установлены основные требования пожарной безопасности, в том числе специально на объектах производственного значения [3].

Каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности.

Целью создания систем противопожарной защиты является защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение его последствий.

Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение его последствий обеспечиваются снижением динамики нарастания опасных факторов пожара, эвакуацией людей и имущества в безопасную зону и (или) тушением пожара.

Системы противопожарной защиты должны обладать надежностью и устойчивостью к воздействию опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для достижения целей обеспечения пожарной безопасности.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, а именно применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага пожара и устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий их воздействия обеспечиваются одним или несколькими из следующих способов:

- применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;
- устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- применение систем коллективной защиты (в том числе противодымной) и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;
- применение основных строительных конструкций с пределами

огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемым степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий и сооружений, а также с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации;

- применение огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;

- устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;

- устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;

- применение первичных средств пожаротушения;

- применение автоматических и (или) автономных установок пожаротушения;

- организация деятельности подразделений пожарной охраны.

Пожаровзрывоопасность и пожарная опасность технологических сред характеризуется показателями пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ, обращающихся в технологическом процессе, и параметрами технологического процесса.

Документация на производственные объекты, в том числе на здания, сооружения, и технологические процессы должна содержать пожарно-технические характеристики.

## **2.2 Системы противопожарной защиты Цеха № 5**

Состав и функциональные характеристики системы обеспечения пожарной безопасности производственного объекта Цеха № 5 оформлены в виде самостоятельного раздела проектной документации.

Система обнаружения пожара - автоматическая пожарная

сигнализация. Представляет собой простую аналоговую модель, которая состоит из приемно-контрольного прибора Сигнал-20М, блока бесперебойного питания, шлейфов двухжильных проводов и дымовых пожарных извещателей (ДИП-130).

В соответствии с действующими нормативными документами по пожарной безопасности, указанными в Своде правил 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации» (далее – СП 486.1311500.2020), проектировщик должен устанавливать какая система противопожарной защиты может быть смонтирована на объекте, для чего он делает сравнительный анализ по таблице и выбирает в зависимости от площади и этажности постройки. В первую очередь определяет необходимость защиты здания в целом, затем определить необходимость защиты каждого помещения или кабинета, входящих в состав этой постройки, и в заключении определяет необходимость защиты конкретного оборудования или узла [19].

Согласно подпункта 7.2 таблицы 3 СП 486.1311500.2020, помещения заводского назначения относящиеся к категории А по взрывопожарной опасности, где имеются горючие газообразные вещества (за исключением сжиженных и текучих) при наличии любой другой пожарной нагрузки в помещении, при величине удельной пожарной нагрузки от 181 до 2200 МДж/м<sup>2</sup> требуется защищать автоматическими установками пожаротушения при площади 1000 м<sup>2</sup> и более. Из чего следует вывод, что система обнаружения пожара, установленная в помещениях Цеха № 5, не соответствует установленным правилами требованиям.

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре – 2-го типа. Представляет собой звуковые оповещатели типа «Свирель» и световые табло «Выход», расположенные над эвакуационными выходами, подключенные к приемно-контрольному прибору Сигнал-20М, и

формирующие сигнал при сработке дымовых пожарных извещателей. Согласно проектной документации звуковые оповещатели установлены рассредоточено, в местах постоянного пребывания людей, а именно в главном щите управления (операторской Цеха № 2), раздевалках и в производственных помещениях.

В соответствии Сводом правил 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией при пожаре» (далее – СП 3.13130.2009), проектировщик при выборе одной из пяти систем оповещения при неподконтрольном горении должен запроектировать такое оборудование, которое будет обеспечивать максимально безопасную эвакуации работников и других людей в не опасную зону [12].

Согласно подпункта 17 таблицы 2 СП 3.13130.2009, производственные и складские здания (имеющие категорию здания по взрывопожарной и пожарной опасности А, Б, В) при этажности от 2 до 6 этажей, должны оборудоваться СОУЭ 2 типа. В соответствии с пунктом 7.2.1 Свода правил 484. 1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» (далее – СП 484.1311500.2020), активация СОУЭ 1 - 2 типов по СП 3.13130.2009 должна осуществляться автоматически по сигналу из любой зоны контроля пожарной сигнализации или любой зоны автоматической установки пожаротушения, пожар в которой обнаружен средствами АУПТ или СПС. Из чего следует вывод, что система оповещения и управления эвакуацией при пожаре, установленная в помещениях Цеха № 5, соответствует требованиям пожарной безопасности.

Система автоматической установки пожаротушения – отсутствует. Согласно требованиям СП 486.1311500.2020 требуется для данной категории зданий, сооружений и помещений. Из чего следует вывод, что автоматическая установка пожаротушения, отсутствует в помещениях Цеха № 5, что не соответствует требованиям пожарной безопасности.

Система дымоудаления - естественная. Здание расположено в надземной части, оборудовано окнами для естественного проветривания. Система принудительного дымоудаления не требуется.

Устройство эвакуационных путей. Эвакуационные пути в пределах помещений Цеха № 5 обеспечивают возможность безопасного движения людей через эвакуационные выходы из данных помещений. Размеры эвакуационных путей и выходов (ширина и высота), а также геометрические характеристики конструктивных элементов путей эвакуации (высота и ширина ступеней и т.п.), приведены в приложении Расчет путей эвакуации и указаны в свету. Инспектор и ответственный от организации принимает за фактический размер световое пространство, а именно минимальное расстояние между выступающей двери или перегородки до добора двери в его нормальной проекции.

Системы коллективной защиты. Каждый работник ПАО «КуйбышевАзот» обязан иметь при себе и обеспечивается предприятием средствами индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара и не допускается к работе (в том числе к проходу на территорию завода) без данных средств. К таким средствам индивидуальной защиты относятся: спецодежда, специальная обувь с металлическим носком, каска, противогаз (СИЗ), защитные очки, беруши. Полный перечень средств индивидуальной защиты работающих ПАО «КуйбышевАзот» представлен в Приложении А.

### **2.3 Расчет оценки пожарных рисков объекта защиты Цеха № 5**

Помещения Цеха № 5 в корпусе 502 состоит из производственных помещений категории Б, В1.

Величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год, что подтверждается расчетным способом.

Риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара должен определяться с учетом функционирования систем обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.

Расчет пожарного риска проведен с целью подтверждения соответствия объекта защиты Цех 5 корпус 502 (производственные помещения кат Б, В1), по адресу: Самарская губерния, городской округ Тольятти, улица Ново заводская, дом. 6, требованиям пожарной безопасности.

Вычисление с целью определения противопожарного риска (далее – Расчет) сделан в соответствии с Методичкой определяющей вычислительные величины противопожарного риска в постройках, сооружениях, и строениях отличных классов функциональной пожарной опасности». (Приложение к Приказу МЧС России от 30.06.2009 г. № 382) (в издательстве Указа МЧС России от 12.12.2012 г. № 749) [7].

С учетом с разделом 2 Правил проведения расчетов по оценке пожарного риска, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» расчеты проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [8].

Величина допустимого индивидуального риска регламентирована статьей 79 Федерального Закона от 22июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», в соответствии с которой индивидуальный пожарный риск в зданиях, сооружениях и строениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения и строения точке.

Таким образом, законом установлено, что индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_{B,i} \leq Q_B^H, \quad (11)$$

где  $Q_B^H$  - нормативное значение индивидуального пожарного риска,

$Q_B^H = 10^{-6}$  год<sup>-1</sup> ([1], ст. 79);

$Q_{B,i}$  – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

При отсутствии статистических данных о частоте возникновения пожара в здании в течение года допускается принимать  $Q_{п,i} = 4 \cdot 10^{-2}$  (Приложение №1, к пункту 8 Методики).

Оптация вычислительной парадигмы основывается на анализе объемно-планировочных решений объекта и особенностях сценария.

Учитывая следующие особенности:

- объект представляет собой систему помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз);

- размер источника пожара достаточен для формирования дымового слоя и при этом меньше размеров объекта;

При вычислении была использована двухфазная и двух зонная модель.

Зонная модель разделяет расчет на фазы, что предполагает выделение в помещении построек несколько зон: слой куда поднимется дым при горении сгораемых материалов, как правило верхний, слой где дым будет отсутствовать, то есть нижний, конвекционный слой - в которых термические и динамические параметры будут считаться зависящими друг от друга, то есть одинаковыми. При моделировании имитации будет производиться вычисление обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих основные законы сохранения, замкнутая дополненными экспериментальными соотношениями.

Все вычисления при данном расчете производились с помощью бесплатной Бэта-версии программы «СИТИС:Блок 4.12», платная версия которой используется экспертами по оценке пожарного риска и страховыми компаниями, на основе модуля CFAST, определяющая тепломассоперенос при горении различных форм. Применяемые в используемой компьютерной

программе модели более подробно описаны в «Приложении и аннотации к техническому руководству» программы «СИТИС: Блок», в техническом руководстве программы CFAST, а также в документе СИТИС «Методические рекомендации по использованию программы CFAST».

Математическая модель соответствует описанию двухзонной модели, приведенной в разделе IV приложения 6 методики, утвержденной приказом МЧС России №382 от 30.06.2009 г., с учетом изменений, вносимых в методику приказом МЧС России № 749 от 12.12.2011, № 632 от 02.12.2015 г.

В соответствии с методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной Приказом МЧС от 30 июня 2009 г. № 382, расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_B$  в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_B = \max \{ Q_{B,1}, \dots, Q_{B,i}, \dots, Q_{B,N} \} \quad (12)$$

где  $Q_{B,i}$  - расчетная величина пожарного риска для  $i$ -го сценария пожара;

$N$  - количество рассмотренных сценариев пожара.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_{B,i}$  для  $i$ -го сценария пожара рассчитывается по формуле:

$$Q_{B,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - K_{ап,i}) \cdot P_{пр,i} \cdot (1 - P_{э,i}) \cdot (1 - K_{п,з,i}) \quad (13)$$

где  $Q_{п,i}$  - частота возникновения пожара в здании в течение года определяется на основании статистических данных, приведенных в приложении №1 к настоящей Методике [8].

$K_{ап,i}$  - коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее – АУП) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра  $K_{ап,i}$  принимается равным  $K_{ап,i} = 0,9$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой АУП, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой АУП не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях  $K_{ап,i}$  принимается равной нулю;

$P_{пр,i}$  – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения  $P_{пр,i} = t_{функц,i}/24$ , где  $t_{функц,i}$  – время нахождения людей в здании в часах.

$P_{э,i}$  - вероятность эвакуации людей;

$K_{п.з,I}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Вероятность эвакуации  $P_{э,i}$  рассчитывают по формуле:

$$P_{э,i} = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (14)$$

где  $t_p$  - расчетное время эвакуации людей, мин.

$t_{нэ}$  - время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин.

$t_{бл}$  - время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин;

$t_{ск}$  - время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5);

$K_{п.з,I}$  - коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, рассчитывается по формуле:

$$K_{п.з,i} = 1 - (1 - K_{обн,i} \cdot K_{СОУЭ,i}) (1 - K_{обн,i} \cdot K_{пдз,i}) \quad (15)$$

где  $K_{обн,i}$  - коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

Значение параметра  $K_{обн,i}$  принимается равным  $K_{обн,i}=0,8$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов пожарной безопасности.

В остальных случаях  $K_{обн,i}$  принимается равным нулю.

$K_{соуэ,i}$  - коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуации людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

Значение параметра  $K_{соуэ,i}$  принимается равным  $K_{соуэ,i}=0,8$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов пожарной безопасности.

В остальных случаях  $K_{соуэ,i}$  принимается равной нулю.

$K_{пдз,i}$ -коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Значение параметра  $K_{пдз,i}$  принимается равным  $K_{пдз,i}=0,8$ , если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой противодымной защиты,

соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой противодымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов пожарной безопасности.

В остальных случаях  $K_{ПДЗ,i}$  принимается равной нулю.

Расчет времени эвакуации людей для объекта «здание цеха» в соответствии со следующими моделями эвакуации: Сценарий № 01.

Данные, принятые в расчет: количество людей – 36 человек (рабочая смена Цеха № 5). Сценарий эвакуации: 1 сценарий.

Модель, определяющая структуру рассматриваемого объекта, следующая:

Согласно техническому плану сооружение цеха простой прямоугольной формы, вы копировка плана имеет однозначную систему путей. Люди эвакуируются из здания по общим участкам пути образуют потоки разной плотности, в особенности при движении в одном направлении к эвакуыходам, при этом наблюдаются слияние и деформация полученных потоков.

В исходном случае следует применять имитационно-хаотичную модель эвакуируемых для проведения расчетов риска и времени необходимой для следования на безопасную территорию в соответствии с методическими рекомендациями для оценки пожарных рисков объектов промышленного назначения».

Данная модель принята для анализа исходя из следующих факторов:

- проектируемое здание имеет четкую систему эвакуационных путей, которая может быть представлена системой проходов, коридоров и лестниц.

- в здании при рассмотрении расчетной ситуации находится значительное количество людей, которые при начале движения быстро формируют на путях эвакуации потоки, с достаточной степенью достоверности описываемых имитационно-стохастической моделью.

Имитационно-стохастическая модель реализуется программой «СИТИС Флоутек 4.10». Математическая модель соответствует описанию имитационно-стохастической модели, приведенной в разделе IV приложения 4 методики, утвержденной приказом МЧС России №382 от 30.06.2009.

Произведенный расчет времени эвакуации для данной модели эвакуации представлен в Приложении Б.

#### **2.4 Результаты проведения расчетов по оценке пожарного риска**

Согласно статье 79 п. 1 федерального закона №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» значение индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях не должно превышать  $10^{-6}$  год<sup>-1</sup> при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения и строения точке.

В результате проведенных расчетов установлено, что индивидуальный пожарный риск для данного объекта защиты составляет:

$$Q_{B,i} = 0,518 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1} \quad (15)$$

Основываясь на результатах проведенного расчета пожарного риска данный объект защиты: Цех 5 корпус 502 (производственные помещения кат Б, В1), по адресу: 445007, Самарская область, г. Тольятти, ул. Новозаводская, 6, соответствует требованиям статьи 79 Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» - расчетное значение индивидуального пожарного риска не превышает нормативное значение  $1 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>, установленное статьей 79 ФЗ № 123.

## **2.5 Вывод об условиях соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности**

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты исключает возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного Федеральным законом №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г., поэтому объект: Цех 5 корпус 502 (производственные помещения кат Б, В1), по адресу: 445007, Самарская область, г. Тольятти, ул. Новозаводская, 6, соответствует требованиям пожарной безопасности.

### **3 Порядок взаимодействия сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в случае возникновения чрезвычайной ситуации**

Порядок функционирования и организации единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), осуществляется в соответствии с Положением о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утвержденного постановлением Правительства РФ от 30.12.2003 № 794.

Данная система продумана правительством и соединяет между собой все взаимосвязанные службы, реагирующие на любые внештатные ситуации. Органы самоуправления федерального и местного уровня и объективное руководство в организациях, либо специально назначенные и обученные для этих целей лица, обязаны выносить на повестку проблемы связанные с организацией спасения жизни человека и сохранности земельных участков от разнообразных критических ситуаций, особенно в частности по обеспечению безопасности на заводе и проживающих на близком расстоянии. Все вышеперечисленные силы осуществляют свою значимость и руководствуются в работе Федеральным законом № 28 «О ЧС».

Всего существует пять уровней системы управления, которые подразделяются на федеральные, межрегиональные, региональные, муниципальные и объектовые, в зависимости от масштабов территории и осуществляемых функций.

Управление и взаимодействие силами РСЧС на ПАО «КуйбышевАзот» осуществляется на объектовом уровне.

В состав объектовых сил на заводе включены следующие подразделения. Предприятие оборудовано линией телефонной связи.

На предприятии дислоцируется военное газифицированное спасательное подразделение, которое расположено на территории химической корпорации в корпусе 153 для работы при любой аварии.

Федеральная договорная пожарно-спасательная часть № 35 дислоцируется за территорией корпорации, но всегда пребывает в режиме повышенной боеготовности.

Химическое предприятие КуйбышевАзот имеет собственную медицинскую службу и поликлинику, которые оснащены автомобилем скорой помощи с дежурной сменой врачей для действий на территории завода при аварии или несчастном случае.

В Цехе № 8 постоянно находятся электрики осуществляющие круглосуточное дежурство по сменно, имеют в штате собственную технику для быстрого перемещения по заводу.

Представители пароводоцеха, находятся в корпусе 251 на территории завода в квартале 5-Б. Прибывают при ЧС на служебном автомобиле.

Внутренняя безопасность осуществляется службой пропускного и внутреннего режима, дежурящих круглосуточно составе смен - караулов. Дислоцируются в периметре предприятия, оружейная комната и караульное помещение расположено в здании, совмещенном с контрольно-пропускным пунктом в корпусе 154 3А квартала для удобства работы на территории самого завода, так и за пределами производственной площадки. Передвигаются на дежурном автомобиле стационарного пункта временного размещения для осуществления оцепления в случае аварии.

Штатная численность и оснащение ПАО «КуйбышевАзот» обладает обширными силами и средствами, к которым относятся автотехника и механизированный инструмент, спецтранспорт, грузовые и легковые автомобили, железнодорожные составы, специально оборудованные автобусы, мотопомпы, системой видеонаблюдения и локальной системой оповещения по всему заводу.

Автотехника, в том числе, автобусы, автобойлеры, подъемные краны и мехлопаты имеются в автотранспортном цехе №16. Телефон диспетчера 15-16, начальника цеха 12-16.

Автобойлеры, бульдозер и мехлопаты имеются в хоздворовом цехе №41. Телефон начальника цеха 12-41, механика – 16-41.

Передвижные компрессора, газорезательное и сварочное оборудование имеется в ремонтно-строительном цехе №19 и ремонтно-механических цехах №7 и №28.

Телефоны начальников цехов соответственно: 12-19, 12-07 и 12-28.

Передвижные насосные установки и экскаваторы имеются в цехе №9. Телефон начальника 12-09, начальника смены 15-09.

Связь на объекте телефонная и имеются общезаводская система радиовещания и звуковая сигнализация оповещения. Телефонная связь номерная абонентская и прямая между диспетчером завода и начальниками смен цехов, а также аварийных служб объекта.

Специальной защитной одеждой и СИЗОД участники тушения администрацией объекта не обеспечиваются, за исключением добровольных спасательных формирований.

Общая численность персонала завода 5 400 человек. Максимально в промзоне в дневную рабочую смену возможно присутствие до 2500 человек.

При аварийной ситуации производится эвакуация всех людей не занятых в ликвидации аварии. При наличии пострадавших первая помощь оказывается персоналом смены до прибытия скорой помощи. При необходимости данные работы проводят сотрудники военизированного газоспасательного отряда.

По зданиям с массовым пребыванием людей проведен расчет времени эвакуации согласно СНиП 21-01-97 и СП 21-101. Максимальное время составляет 15 мин из корпуса № 5.

Максимальное время прибытия первых пожарных подразделений к любому объекту предприятия составляет не более 5 минут (в зимнее время),

что значительно меньше времени эвакуации из зданий с массовым пребыванием людей. Поэтому подразделения пожарной охраны будут принимать участие в эвакуации и спасении людей.

Организация тушения пожара зависит от характера горения и горючих веществ, а также места возникновения пожара. При горении ЛВЖ и ГЖ на открытых площадках и в помещениях, тушение производят воздушно-механической пеной из ПО общего применения. Тушение РВС, оборудованных стационарными установками тушения пеной низкой кратности на основе пленкообразующего пенообразователя, производят от передвижной пожарной техники. При факельном горении ГГ сбивать пламя (тушить) запрещается, поэтому ведется охлаждение строительных конструкций и технологического оборудования до полного выгорания продукта. Для тушения во всех остальных случаях применяют водяные компактные и распыленные струи с применением штатного ПТВ.

## **4 Разработка противопожарных мероприятий на объектах химической промышленности на примере Цеха 5 «Слабая азотная кислота» ПАО «КуйбышевАзот»**

### **4.1 Комплекс компенсирующих мероприятий**

В соответствии с произведенным расчетом и проведенным анализом соответствия систем противопожарной защиты объекта, при условии, что ПАО «КуйбышевАзот» не будет оборудовать Цех № 5 автоматическими установками пожаротушения, ввиду экономической нецелесообразности, предлагается комплекс мероприятий, который будет компенсировать отсутствие указанной системы защиты и направлен на снижение величины пожарных рисков на объекте защиты.

В целях сохранения и недопущения превышения нормального уровня пожарных рисков на предприятии, удовлетворяющим условиям соответствия согласно регламенты требуется соблюдение следующих мероприятий:

- декоративная отделка путей, предназначенных для эвакуации работников завода, должна выполнена только из материалов категории К0.

- необходимо повысить уровень системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей до III типа или выше, путем замены звуковой сигнализации на речевые оповещатели.

- Поддержание работоспособности смонтированных систем пожарной автоматики, произвести разделение корпусов цеха на зоны оповещения.

- коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности  $K_{обн} = 0,8$ .

- коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуации людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности СОУЭ  $K_{соуэ} = 0,8$ .

- обеспечением свободного открывания дверей на путях эвакуации по направлению выхода из здания, наличие запоров на дверях эвакуационных выходов, которые обеспечивают людям, находящимся внутри здания возможность свободного открывания запоров изнутри без ключа.

- сохранение ширины эвакуационных путей и выходов.

- не превышение установленной пожарной нагрузки для помещений.

#### **4.2 Меры безопасности при складировании и хранении сырья**

Процесс производства неконцентрированной азотной кислоты является непрерывным.

В цех №5 по трубопроводам поступают на переработку: аммиак жидкий, природный газ, водород газообразный, азот, пар, конденсат азотной кислоты, конденсат сокового пара, вода обессоленная, вода оборотная.

Аммиак жидкий поступает непрерывно со склада жидкого аммиака по аммиакопроводу из цеха №13.

Природный газ поступает в цех по трубопроводу из сети предприятия, количество газа регистрируется приборами, его качество определяется лабораторными анализами и должно соответствовать ГОСТ 5542-87.

Конденсат азотной кислоты непрерывно поступает по трубопроводу из цеха № 38.

Конденсат сокового пара из цеха № 3 производства аммиачной селитры поступает непрерывно по трубопроводу.

Водород газообразный поступает по трубопроводу из цеха № 13, принимается периодически для розжига контактных аппаратов.

Вода химическая обессоленная поступает по трубопроводам из цеха №40.

Азот для продувок оборудования поступает непрерывно по трубопроводу с производства технических газов.

Пар на нужды цеха принимается непрерывно из заводской сети по трубопроводу.

Воздух КИПиА поступает в цех непрерывно из цеха производства газов по двум параллельным трубопроводам.

Охлаждающая (оборотная) вода подается в цех из водооборотного цикла № 1 и возвращается обратно по двум параллельным трубопроводам.

Для защиты трубопроводов от накапливания зарядов статики предусмотрены заземляющие устройства в соответствии с требованиями ведомственных строительных норм от 31.01.1972 №10-72 «Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности» и соблюдение инструкции ОЭ-4 «По защите цехов объекта от статического электричества».

Сетки катализаторные из платиноидных сплавов должны транспортироваться и храниться в соответствии с порядком учёта, хранения и транспортирования драгоценных металлов.

При транспортировании и хранении сетки должны быть защищены от механических повреждений, загрязнения, действия влаги и активных химических реагентов.

Отработанные сетки в установленном порядке сдаются периодически в деревянной упаковке в складское хозяйство или непосредственно на специальную почту. Транспортировка новых и отработанных сеток ведется в опечатанной таре и под охраной.

Катализатор (алюмо-ванадиевый) поступает в цех в металлической или пластмассовой таре объемом до 200 л. Резерв хранится на складе цеха №50. Каждая партия катализатора должна сопровождаться документом, удостоверяющим его требования стандарту. Катализатор транспортируется всеми видами транспорта. Тара с катализатором не должна перекачиваться, чтобы не допускать разрушения и измельчения катализатора. Вскрытие тары производить непосредственно перед его загрузкой в аппарат.

Готовый продукт - кислота азотная неконцентрированная выпускается согласно требованиям национального стандарта РФ ГОСТ Р 53789-2010 высшего сорта «Кислота азотная неконцентрированная» Технические условия.

Неконцентрированную азотную кислоту хранят в герметичных резервуарах-хранилищах, изготовленных из кислотостойких материалов, на открытых площадках.

Не допускается совместное хранение и транспортирование неконцентрированной азотной кислоты с органическими веществами, легковоспламеняющимися и горючими веществами.

Максимальное время хранения кислоты азота в неконцентрированном виде составляет половину года с момента производства.

Из хранилищ азотная кислота выдаётся потребителям. Перед откачкой отбирается проба на анализ для проверки качества кислоты, которая должна соответствовать установленным требованиям.

Вырабатываемый пар давлением не более 15 кгс/см<sup>2</sup> непрерывно выдается в общезаводскую сеть.

#### **4.3 Меры по предупреждению аварийной разгерметизации технологических систем**

В процессе получения кислоты азотной неконцентрированной применяется соответствующее технологическое и насосное оборудование, в котором обращаются и хранятся горючие газы и неорганические жидкие кислоты.

Опасность такого оборудования определяется количеством взрывоопасного продукта, которое может поступить в окружающую среду при разгерметизации или при переливе в случае неисправности систем контроля, управления и ПАЗ.

С целью уменьшения выбрасываемых в воздух отравляющих парогазовых и жидких субстанций при аварии при разгерметизации наружных установок и сведения до минимума последствий пожаров и взрывов технологическая схема разделена на технологические блоки, опасность которых оценивается категориями взрывоопасности.

Для снижения и предупреждения аварийной разгерметизации технологических систем обслуживающий персонал обязан контролировать ведение технологического процесса в строгом соответствии с требованиями инструкций по рабочим местам.

Для максимального снижения выбросов в окружающую среду взрывопожароопасных и токсичных веществ при аварийной разгерметизации оборудования установлены газоанализаторы по содержанию аммиака в воздухе на наружной площадке, по содержанию диоксида азота ( $\text{NO}_2$ ) в воздухе на наружной площадке, по содержанию паров азотной кислоты в рабочей зоне склада кислоты с насосной.

Для контроля наличия природного газа в помещении блока топливных клапанов (20 % НКПР) срабатывает сигнализация в ЦПУ к.502, помещении управления агрегатом ГТТ-3М и у входа в помещении блока топливных клапанов.

Для предупреждения аварийной разгерметизации ответственных узлов при эксплуатации оборудования необходимо производить ежесменный контроль за состоянием фланцевых соединений, сальниковых уплотнений на запорной арматуре, сварных швов и при остановочном капитальном ремонте производить освидетельствование сосудов, работающих под давлением.

#### **4.4 Модернизация системы противопожарной защиты объекта**

Согласно вступившим в силу в 2021 году Правилам противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479, при продолжении эксплуатации

любых систем противопожарной безопасности сверх установленного десятилетнего срока службы, устанавливаемого предприятием-изготовителем собственник предприятия обязан обеспечить комплексное испытание всех средств пожаротушения до их полной модернизации.

Испытания должны проводиться один раз в год, в связи с чем, ПАО «КуйбышевАзот» обязано проводить полные испытания всего противопожарного оборудования, смонтированного на объекте. Данные испытания проводятся специализированной организацией, имеющей лицензию МЧС на данный вид работ, а также имеющей необходимое оборудование и статус пожарной лаборатории.

Вместе с тем, при замене существующей системы автоматической пожарной сигнализации рационально в экономическом и практическом плане использовать современные приборы, обеспечивающим соответствие систем противопожарной защиты на примере базы оборудования Стрелец-ПРО.

В 2021 году в России в силу вступил новый свод правил проектирования систем противопожарной защиты СП 484.1311500.2020. Новые правила проектирования разработаны с учётом новейшего российского и зарубежного опыта и направлены, прежде всего, на повышение надёжности функционирования систем противопожарной защиты. Правила предусматривают следующие основные изменения.

Вместо интегрированных систем на объектах разрешено использовать только пожарные системы. Поэтому охранные и другие функции теперь отделяются от функций обеспечения противопожарной защиты.

Вводится понятие - зона контроля пожарной сигнализации, поэтому на этапе проектирования необходимо продумывать логику разделения по зонам.

Количество пожарных извещателей в ППКУП теперь ограничено 512 штук, что приводит к переходу от крупных иерархических систем к набору автономных систем средней ёмкости, взаимодействующих друг с другом.

Линии связи систем противопожарной защиты теперь должны быть устойчивыми к единичной неисправности (короткому замыканию или

обрыву), что приводит к тому, что вместо классических ненадёжных шин и шлейфов теперь необходимо будет применять многосвязный радиоканал Стрелец-ПРО и кольцевые линии связи.

С целью упрощения конфигурирования систем безопасности, уменьшения потока событий и повышения надёжности работы систем противопожарной защиты на объектах в новых правилах запрещено применять комплексные системы безопасности, исполняющие иные функции, кроме функций противопожарной защиты.

Для удовлетворения требований нового свода правил предназначено следующее приёмно-контрольное оборудование ППКУП Панель-3-ПРО. Линейка приборов приёмно-контрольных и управления пожарных Панель-3-ПРО является полнофункциональной заменой интегрированной системы безопасности Стрелец-Интеграл, обеспечивая соответствие новому своду правил и разработанной с учётом требований нового межгосударственного ГОСТ на ППКУП и требований европейских стандартов EN 54. Внешний вид приёмно-контрольного оборудования ППКУП Панель-3-ПРО представлена на рисунке 2.

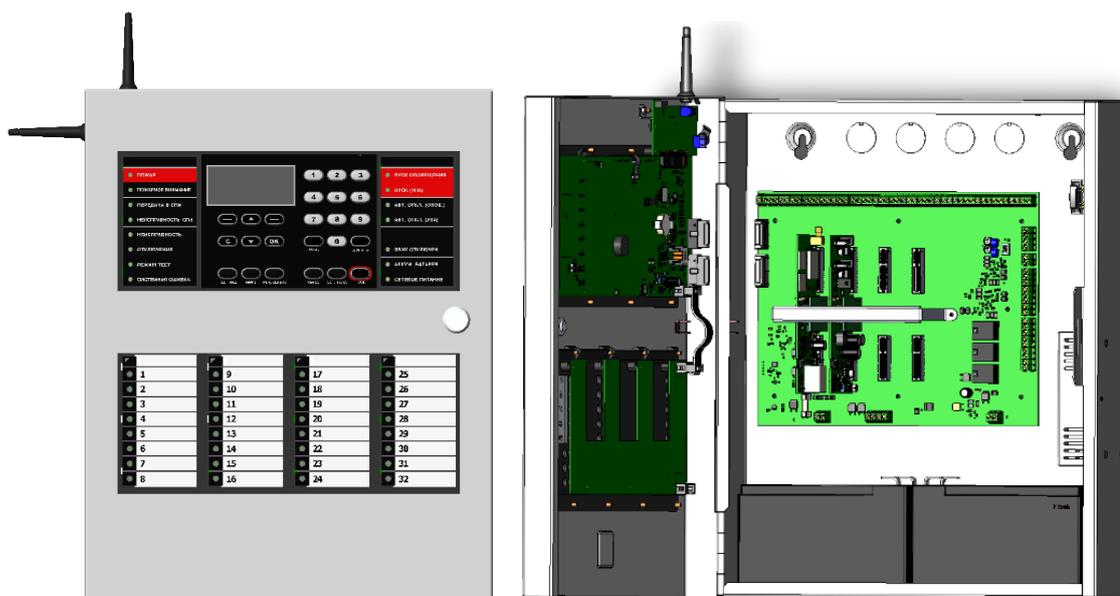


Рисунок 2 – приёмно-контрольное оборудование ППКУП Панель-3-ПРО.

Панель-3-ПРО обеспечивает контроль и управление радиоканальными устройствами Стрелец-ПРО, устройствами адресной сигнальной линии, а также модулями расширения входов и выходов. Панель-3-ПРО представляет из себя моноблочную конструкцию, в отличие от аналоговой системы «Сигнал-20М» установленной на объектах ПАО «КуйбышевАзот».

Внутри общего металлического корпуса расположены плата управления и индикации, модуль индикации состояния зон контроля пожарной сигнализации, резервированный блок питания и кроссплата, на которой имеются встроенные выходы и входы, а также в которую устанавливаются различные функциональные модули расширения.

Благодаря тому, что модули располагаются в едином корпусе со встроенным резервированным питанием, то вопросы с защитой прибора от единичной неисправности линий связи решены самой моноблочной конструкцией.

Из корпуса прибора наружу выводятся в зависимости от необходимости многосвязная радиоканальная линия связи, кольцевые линии связи с изоляцией коротких замыканий в каждом устройстве и кольцевая линия связи межпанельного интерфейса. Алгоритм и состав системы представлен на рисунке 3.

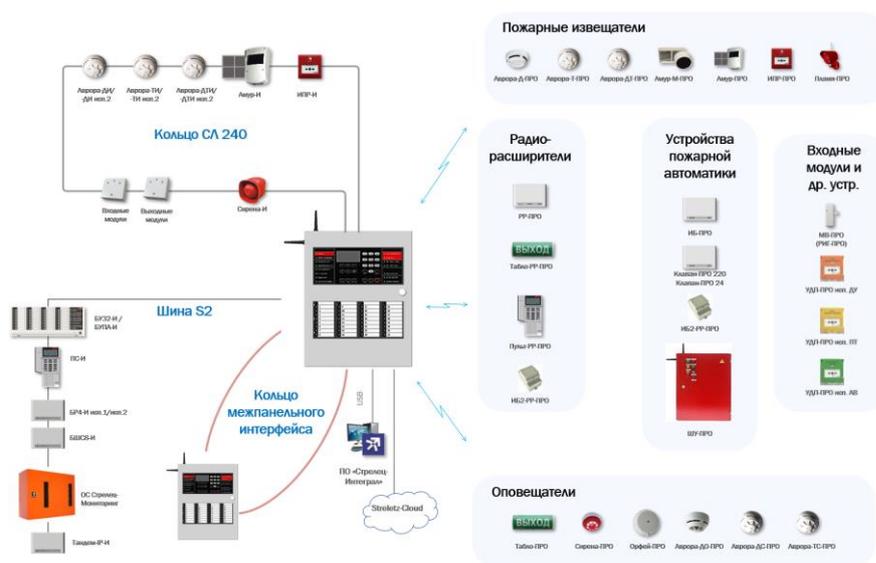


Рисунок 3 – примерный состав радиоканальной системы.

Для построения систем пожарной сигнализации на базе радиоканального оборудования используются пожарные извещатели Стрелец-ПРО всех видов (дымовые, тепловые, комбинированные, пламени, ручные).

С помощью данного оборудования ПАО «КуйбышевАзот» сможет пользоваться преимуществами как радиоканальных, так и проводных технологий, а именно снизить затрат на монтаж (не требует протягивание проводов и кабельных линий), простота управления и настройки системы.

Вместе с тем проведем анализ систем пожаротушения (далее – АУПТ) применяемом на данном объекте защиты. К основным АУПТ, в зависимости от тушащего вещества, относятся водяные (дрен черного и сплинклерного типа), порошковые, аэрозольные системы.

В цехах ПАО «АкйбышевАзот» применяются водяные дренчерные установки тушения представляющие собой сухие трубы проведенные по всей территории и в каждое помещения структурных подразделений завода.

Водяное пожаротушения относится к самым дорогостоящим, из-за дороговизны монтажа (прокладка труб, отдельное помещения необходимое для установки насосов-повысителей), а также дороговизны эксплуатации и технического содержания (трубы находятся постоянно под давлением воды, коррозия, ремонт, протечки). В соответствии с действующими правилами содержания указанных систем организация, имеющая на вооружении АУПТ, обязана разработать и согласовать с представителями территориального подразделения государственного пожарного надзора программу проведения испытания которые должны проводится не менее 1 раза в пять лет.

Применять установки порошкового тушения на таком предприятии, как рассматриваемое, не допускается. Связано это с применяемыми и обращающимися в технологическом процессе горючими и воспламеняющимися веществами.

## **5 Охрана труда**

### **5.1 Разработка процедуры проведения повторного инструктажа по охране труда**

Разработанное предложение распространяется на отдел охраны труда, техники безопасности и военизированный газоспасательный отряд, далее ООТ, ТБ и ВГСО, являющиеся структурным подразделением ПАО «КуйбышевАзот».

Целью создания ООТ, ТБ и ВГСО является управление охраной труда, организация и проведение профилактической работы по обеспечению безопасных условий труда работников, предупреждению производственного травматизма, обусловленных производственными факторами, готовность ВГСО к локализации и ликвидации аварий и их последствий.

ООТ, ТБ и ВГСО возглавляет начальник отдела – командир ВГСО (далее, начальник отдела), который непосредственно подчиняется заместителю главного инженера по промышленной безопасности, охране труда и охране окружающей среды.

Структура и штаты ООТ, ТБ и ВГСО устанавливаются в зависимости от объема и сложности выполняемых работ и утверждаются генеральным директором.

Начальник ООТ, ТБ и ВГСО назначается и освобождается от должности по представлению заместителя главного инженера по ПБ, ОТ и ООС;

На должность начальника отдела охраны труда – командира ВГСО назначается лицо, имеющее высшее образование – магистратура или специалитет или высшее образование (непрофильное) - магистратура, специалитет и дополнительное профессиональное образование - программы профессиональной переподготовки в области охраны труда и стаж работы по данному профилю не менее пяти лет.

Основными задачами ООТ, ТБ и ВГСО для достижения поставленных целей и реализации политики предприятия в области качества, промышленной безопасности, охраны труда и охраны окружающей среды являются:

- организация работы по обеспечению здоровых и безопасных условий труда на предприятии, соответствующих требованиям законодательных и других требований по охране труда.

- постоянное совершенствование системы менеджмента в области охраны труда, соответствующей требованиям международных и национальных стандартов системы управления охраной труда с осуществлением оценки рисков, контроля над ними и минимизации рисков до приемлемого в существующих условиях уровня.

- организация профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, а также работы по улучшению условий труда.

- обеспечение готовности ВГСО к локализации и ликвидации аварий и их последствий в среде, требующей применение изолирующих средств индивидуальной защиты, специальных навыков и специального снаряжения.

В соответствии с основными задачами на ООТ, ТБ и ВГСО возлагаются определенные и основные функции.

Выявление опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.

Осуществление идентификации, анализа, оценки, документирования и мониторинга рисков в ходе повседневной деятельности и в процессе принятия решения в рамках исполняемых обязанностей.

Осуществление принятия решения с учётом рисков, обеспечение разработки, включение в бюджет и внедрение мероприятий по управлению рисками в рамках исполняемых обязанностей.

Оказание методической помощи подразделениям предприятия при разработке и согласовании реестров опасностей и рисков подразделений.

Разработка реестра значимых опасностей и рисков по предприятию.

Разработка на основе реестра значимых опасностей и рисков долгосрочной Программы достижения целей и решения задач в области охраны труда.

Формирование ежегодного Плана-соглашения по охране труда для включения в коллективный договор.

Учет и анализ состояния охраны труда и причин производственного травматизма, профессиональных заболеваний, обусловленных производственными факторами.

Разработка, актуализация общезаводских инструкций по охране труда; согласование технической документации в части требований охраны труда; обеспечение подразделений предприятия инструкциями, учебными материалами по охране труда.

Работа в комиссии по комплексному обследованию подразделений предприятия.

Участие в деятельности комиссий по проверке знаний у руководителей и специалистов предприятия по приемке из ремонта установок, агрегатов, станков и другого оборудования в части соблюдения требований охраны труда и др.

Оказание помощи руководителям подразделений в составлении списков профессий и должностей, в соответствии с которыми работники должны проходить обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры, а также списков профессий и должностей, в соответствии с которыми, работникам представляются компенсации и льготы за тяжелую работу и работу с вредными или опасными условиями труда.

Информирование, консультирование работников предприятия по вопросам охраны труда и газобезопасности; в подготовке информационных стендов, уголков по охране труда в подразделениях; ведение пропаганды по вопросам охраны труда с использованием для этих целей внутреннего радиовещания, малотиражной печати и других средств информации.

Изучение и распространение передового опыта по охране труда.

Организация, подготовка и оформление документов расследования несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, в том числе для оформления выплат по страхованию в связи с несчастными случаями на производстве.

Составление отчетности по охране и условиям труда по формам, установленным Госкомстатом России.

Проведение вводного инструктажа по охране труда со всеми лицами, поступающими на работу (в том числе временно), работниками подрядных организаций и командированными, а также учащимися и студентами, прибывшим на производственное обучение или практику.

Участие в работе пожарно-технической комиссии по профилактике нарушений по пожарной безопасности на предприятии.

Организация работы по обеспечению подразделений информацией по предписаниям, выданными органами государственного надзора; контроль устранения несоответствий, отраженных в предписаниях; подготовка и представление в органы государственного надзора отчетов по выполнению выданных предписаний.

Оказание методической помощи руководителям подразделений при разработке и пересмотре инструкций по охране труда, по организации инструктажа, обучения и проверки знаний по охране труда.

Организация и проведение специальной оценки условий труда на рабочих местах. Разработка мероприятий по улучшению условий труда на основе результатов специальной оценки условий труда на рабочих местах.

Участие в обеспечении работников предприятия сертифицированной специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, составление и своевременная актуализация Норм выдачи СИЗ и контроль за выдачей их в подразделения.

Участие в обучении вновь принятых работников в ЦПП и доведение до сведения работников действующих законов и иных нормативных правовых

актов об охране труда РФ, коллективного договора – соглашения по охране труда предприятия и др.

Рассмотрение писем, заявлений, жалоб работников, касающихся вопросов условий и охраны труда.

Подготовка проектов приказов, распоряжений, информационных писем, справок, отчетов по вопросам охраны труда и газобезопасности.

Осуществление контроля за:

- соблюдением работниками предприятия законов, нормативных правовых актов и других требований по охране труда РФ, раздела коллективного договора по охране труда, соглашения по охране труда;

- выполнением требований инструкций по охране труда и распорядительных документов по охране труда на предприятии, в том числе на строящихся и реконструируемых объектах;

- наличием и правильным применением средств индивидуальной и коллективной защиты;

- выполнением мероприятий, предусмотренных программами, планами по улучшению условий и охраны труда, разделом коллективного договора, соглашения по охране труда, а также за принятием мер по устранению причин, вызвавших несчастный случай на производстве;

- выполнением предписаний органов государственного надзора и контроля соблюдения требований охраны труда;

- проведением периодического медицинского осмотра работников предприятия;

- наличием в подразделениях инструкций (разделов в инструкциях) по охране труда для работников по профессиям и отдельным видам работ; своевременным их пересмотром;

- состоянием предохранительных приспособлений и защитных устройств;

- своевременным проведением обучения по охране труда, проверки знаний требований охраны труда и всех видов инструктажа по охране труда;

- организацией хранения, выдачи, стирки, химической чистки, сушки и ремонта специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной и коллективной защиты;

- санитарно-гигиеническим состоянием производственных и вспомогательных помещений;

- своевременным и правильным представлением работникам компенсаций и льгот за тяжелую работу и работу с вредными или опасными условиями труда, бесплатной выдачей лечебно-профилактического питания, молока и других равноценных пищевых продуктов;

- использованием труда женщин и лиц, моложе 18 лет в соответствии с законодательством РФ.

Спасение людей и оказание первой помощи пострадавшим при авариях, инцидентах, а также при несчастных случаях.

Ликвидация (локализация) чрезвычайных ситуаций и последствий, как самостоятельно, так и во время взаимодействия с другими аварийными службами.

Участие в учебно-тренировочных занятиях с производственным персоналом по отработке взаимодействий при ликвидации (локализации) чрезвычайных ситуаций.

Проведение систематического обучения нештатных газоспасательных формирований методам и приемам спасения людей, оказания им первой медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях.

Обеспечение круглосуточного контроля соблюдения требований газобезопасности на всей территории предприятия, в том числе при проведении газоопасных работ.

## **5.2 Меры безопасности при ведении технологического процесса, выполнении регламентных производственных операций**

Для предупреждения повреждения оборудования, для предупреждения развития аварий и локализации выбросов опасных веществ, а также для обеспечения нормальных санитарно - гигиенических условий труда работающих на установке в цехе № 5 необходимо выполнять следующие обязательные требования эксплуатации производства с использованием технических средств автоматизированной системы управления и регулирования технологического процесса.

- Точно соблюдать нормы технологического режима всех стадий производства, правила безопасной эксплуатации оборудования, требования инструкций по рабочим местам обслуживающего персонала производства.

- Не допускать эксплуатацию оборудования с отключенными или неисправными системами ПАЗ.

- Для обеспечения взрывобезопасности технологических систем при пуске в работу или остановках оборудования должны выполняться инструкции по выполнению данных работ, в которых предусмотрена обязательная продувка оборудования инертным газом (азотом), предотвращающим образование в системах взрывоопасных смесей.

- Для разогрева «ледяных» пробок в трубопроводах запрещается применение открытого огня. Разогрев производится только горячей водой или паром.

- Не допускать возможности динамического (гидравлического) воздействия разогреваемой среды на смежные объекты (трубопроводы, аппараты) и их разрушение. Разогрев ледяных «пробок» в лопнувшем трубопроводе без предварительного его отключения от общей системы и при наличии в нем продукта под давлением запрещается.

- Не допускать нарушения изоляции оборудования или трубопроводов, особенно в местах, доступных для обслуживания персонала на наружных

установках, с целью недопущения повышения температуры наружных поверхностей более 45 °С.

- Не допускать возможности нарушения целостности трубного пространства теплообменников для исключения возможности проникновения рабочей среды в пар, конденсат, обратную воду.

- Запрещается применять во взрывопожароопасных технологических системах гибкие шланги (резиновые, пластмассовые и т. п.) в качестве стационарных трубопроводов. Разрешается применение гибких шлангов для выполнения вспомогательных операций (продувку трубопроводов, насосов, освобождение трубопроводов от остатков газов, горючих жидкостей и т. п.). Соединение шлангов с трубопроводами осуществлять с помощью стандартных разъемов.

- Фланцевые соединения должны находиться в местах, открытых и доступных для визуального наблюдения, обслуживания, разборки, ремонта и монтажа.

- Не допускать расположения фланцевых соединений трубопроводов с пожаровзрывоопасными и токсичными веществами над местами постоянного прохода людей и рабочими площадками.

- Вести контроль за исправным состоянием предохранительных клапанов на аппаратах и трубопроводах, где возможно увеличение давления выше допустимого.

- Не допускать эксплуатацию оборудования, при которой срабатывание средств защиты может привести к травмированию обслуживающего персонала, выбросу взрывоопасных продуктов в рабочую зону и оказанию вредного действия на окружающую среду.

- Обеспечивать работоспособное состояние систем автоматического управления процессом, регистрацию и автоматическую защиту оборудования при аварийных отклонениях параметров, аварийную сигнализацию отклонения параметров процесса и состояния оборудования.

- На период отключения систем ПАЗ должны быть приняты меры для

обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и соблюдения норм технологического режима.

- Обеспечить эксплуатацию регулирующих клапанов и отсекаелей таким образом, чтобы при отсутствии электроэнергии или воздуха КИП они занимали положение, переводящее оборудование или стадии производства в безопасное состояние.

- Эксплуатация цеха в составе всех стадий должна осуществляться в соответствии с требованиями «Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утвержденных Приказом Ростехнадзора от 11.03.2013 № 96.

- Контролировать исправное состояние всех систем ПАЗ.

- Для предотвращения возможности образования взрывоопасных смесей внутри аппаратов и трубопроводов последние перед пуском и при подготовке к ремонту подлежат продувке азотом до содержания кислорода в отходящих газах н/б 3 % объемных.

- Подвод инертного газа (азота и т. д.) или пара к технологическим трубопроводам производить с помощью съемных участков трубопроводов или гибких шлангов с установкой запорной арматуры с обеих сторон съемного участка. По окончании продувки эти участки трубопроводов или шланги должны быть сняты, а на запорной арматуре установлены заглушки.

- Шланги на штуцерах (паровых, азотных и всех других) крепить только с помощью «хомутов». Использование для этих целей «скруток» не допускается. Конец штуцера должен быть проточен под «ерш».

- Контролировать энергетическую устойчивость технологических систем цеха с учетом категорий взрывоопасности входящих в него блоков с поддержанием в работоспособном состоянии основных и резервных источников электропитания и обеспечением их надежности работы.

- Запрещается ведение технологического процесса при критических значениях параметров.

- Не допускать разбалчивания и подтягивания фланцевых соединений на аппаратах и трубопроводах, находящихся под давлением или заполненных продуктом. Запрещается подтягивание сальников, производить смазку на работающем оборудовании.

- Открывать (закрывать) запорную арматуру (задвижки, вентили, клапаны, краны) плавно без рывков, избегая гидравлических ударов, запрещается применять рычаги для облегчения открытия и закрытия запорной арматуры.

- Дороги, проезды и подъезды к зданиям, сооружениям, наружным пожарным лестницам и водоисточникам, используемым для целей пожаротушения, должны быть всегда свободными для проезда пожарной техники, содержаться в исправном состоянии, в ночное время освещаться, а зимой быть очищенными от снега и льда.

- Запрещается проводить, какие бы то ни было продувки аппаратов, трубопроводов с выбросом продувочных газов в помещение.

- Отбор проб осуществлять безопасными способами, исключаящими выделение в рабочую зону взрывоопасных и токсичных газов, паров и жидких продуктов.

- Емкости для проб должны быть герметичными.

- В цехе в местах, представляющих опасность для здоровья и жизни работающих, должны быть вывешены соответствующие надписи и предупредительные знаки.

- Фланцевые соединения трубопроводов и аппаратов, в которых содержатся или транспортируется кислота азотная неконцентрированная, а также сальники насосов должны быть закрыты специальными защитными кожухами.

- Огневые работы должны производиться в соответствии с требованиями инструкции «По организации безопасного проведения огневых работ в цехах ПАО «КуйбышевАзот».

- При оформлении разрешения на проведение огневых работ внутри

емкостей, аппаратов, колодцев, коллекторов и другом аналогичном оборудовании, должны учитываться все меры безопасности.

- Курение допускается только в специально отведенном и оборудованном для этой цели месте.

- В целях защиты от статического электричества емкостного оборудования, аппаратов, трубопроводов, последние заземлены в соответствии с требованиями) «Правил защиты от статического электричества в производстве химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности». Проверка заземления должна производиться не реже одного раза в 6 месяцев и после каждого ремонта.

- Все электрооборудование, применяемое в цехе, предусмотрено во взрывозащищенном исполнении согласно требованиям ПУЭ и ПИВРЭ.

- Монтажные проемы должны быть ограждены.

- Не допускать гидравлических ударов при подаче пара во избежание разрушения аппаратов и трубопроводов.

- В случае снижения температуры воздуха производственных помещений ниже + 10 °С для обеспечения безаварийной работы цеха необходимо принять следующие меры:

- а) обеспечить постоянный контроль за давлением и температурой прямой и обратной теплофикационной воды на входе и выходе из теплофикационных узлов.

- б) не допускать снижения температуры обратной теплофикационной воды ниже, чем это предусмотрено графиком.

- в) осуществлять постоянный контроль за состоянием контрольно-измерительных приборов и автоматики, при необходимости принять меры для их дополнительного обогрева.

- г) установить постоянный контроль за поступлением и температурой горячей воды и пара на спутники обогрева трубопроводов и шкафов КИПиА на наружных установках цеха. Необходимо содержать в работоспособном состоянии установку пожаротушения (при ее наличии).

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

Не реже 1 раза в 7 лет по основной производственной площадке завода и каждому обособленному подразделению проводится инвентаризация хранящихся на предприятии веществ и материалов, а также отходов производства и потребления. Инвентаризацию веществ проводит инженер отдела охраны окружающей среды совместно с технической отдел и ответственным за обращение с веществами и материалами по структурному/обособленному подразделению. Инвентаризация веществ является основой для нормирования производства и потребления. Медицинские и биологические отходы нормированию не подлежат.

Нормирование материалов производства и потребления отражается в проекте нормативов образования веществ и лимитов на их размещение по основной производственной площадке и отдельно по каждому обособленному подразделению. Проекты хранятся в отделе охраны окружающей среды весь период их действия, в обособленные подразделения направляются скан-копии по электронной почте.

Аварийная ситуация - условия, отличные от условий нормального обращения, которые могут привести (или привели) к взрыву, пожару, отравлению, ожогам, гибели людей или животных, опасным последствиям для природной среды. Большая часть веществ, образующихся на предприятии относятся к IV и V классам опасности и не содержат загрязняющих веществ, способных оказывать отрицательное воздействие на существующую экосистему и человека. Высокая термическая и химическая стойкость, атмосферо- и водостойкость, устойчивость к окислению на воздухе, биостойкость большинства отходов допускает их накопление в емкостях как на открытых площадках, так и в производственных помещениях.

Для предупреждения аварийной ситуации особое внимание следует уделять следующим видам веществ, накапливающимся на предприятии:

лампы ртутные, люминесцентные, утратившие потребительские свойства, отходы термометров ртутных;

аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом;

отработанные масла и отходы, содержащие нефтепродукты.

Последствия любой аварийной ситуации при обращении с веществами проявляются прежде всего в загрязнении окружающей среды: атмосферного воздуха, сточных вод, почвы, грунтовых вод и (или) негативном воздействии на человека. Для недопущения или снижения возможных последствий при наступлении АС необходимо:

- оповещение руководства и при необходимости персонала объекта;
- ограничение доступа к месту аварии и при необходимости эвакуация работников;
- при наличии пострадавших - оказание первой помощи и вызов скорой медицинской помощи;
- локализация и ликвидация источника (или источников) загрязнения;
- проведение мониторинга загрязнения 4-х сред.

Действия по ликвидации последствий аварийной ситуации на окружающую среду, в зависимости от масштабов и характера, могут включать в себя:

- уборку проливов жидких сред, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду;
- снятие загрязненного слоя почвы;
- обеззараживание помещений и территорий;
- накопление, обработку, транспортирование, утилизацию и размещение отходов, образовавшихся в ходе локализации и ликвидации АС.

При аварийной ситуации, возникшей в результате повреждения ртутьсодержащего вещества необходимо немедленно прекратить работу, вывести людей из помещения и вызвать газоспасательную службу предприятия по телефону 55-04 или 10-04 для демеркуризации.

Обособленные подразделения вызывают специалистов по демеркуризации через единую дежурную диспетчерскую службу МЧС по городскому телефону 01 или по мобильному 112.

Разбитые или поврежденные лампы, термометры, а также проливы ртути в процессе демеркуризации упаковывают/собирают в прочную герметичную тару и передают в цех № 30. При аварийной ситуации, возникшей из-за нарушения целостности блока аккумуляторной батареи и разливе электролита на твердую поверхность, необходимо последний нейтрализовать. Место разлива кислотного электролита засыпают кальцинированной содой, а щелочного - борной кислотой. После реакции необходимо собрать образовавшийся осадок в полиэтиленовый мешок, плотно завязать и поместить в места накопления промышленных отходов III класса опасности. Место разлива промыть водой. При разливе электролита на почву, необходимо место разлива залить нейтрализующими растворами и лопатой убрать верхний слой почвы в контейнер с промышленными отходами III класса опасности. Нейтрализацию кислотного электролита проводят известковым молоком. Для приготовления 1 л известкового молока необходимо 100 г негашеной извести ( $\text{CaO}$ ) погасить в 1 л воды. Нейтрализацию щелочного электролита производят раствором борной кислоты. Для приготовления 1 л раствора борной кислоты необходимо 100 г порошка борной кислоты развести в 1 л воды.

Поврежденный аккумулятор помещают в полиэтиленовый мешок, плотно завязывают и передают в цех № 16.

При ликвидации АС, связанной с проливом нефтепродуктов и других жидких химических веществ необходимо:

- устранить причину разлива;
- локализовать площадь распространения;
- собрать пролитые отходы в тарные емкости;
- место разлива засыпать песком, который поместить в герметичный от протекания контейнер или мешки и направить в места накопления

промышленных отходов III класса опасности. Место разлива тщательно промыть водой;

- при необходимости произвести рекультивацию загрязненной территории путем снятия загрязненного слоя грунта, который собирается в контейнеры и размещается как промышленный отход III класса опасности.

При аварийной ситуации, обусловленной возгоранием отходов на территории предприятия, необходимо действовать согласно разработанным инструкциям. При возгорании веществ во время транспортировки:

- определить причину и масштаб развития АС;
- если возможно, продолжить движение к месту выгрузки и разгрузиться на полигоне в специальном месте, указанном представителем полигона;

- при отсутствии возможности продолжить движение вызвать пожарную охрану по единому телефону 112 или попросить сообщить о загорании водителям проезжающего автотранспорта; принять меры к тушению первичными средствами пожаротушения с учетом комплектации автомобиля или использовать подручные средства; при активном горении, угрожающем транспортному средству, принять меры к разгрузке, выбрав ближайшее место, которое не будет содействовать увеличению масштабов развития АС.

Производственный контроль по обращению с веществами и материалами осуществляется при проведении:

- комплексных обследований и целевых проверок специалистами отдела охраны окружающей среды;

- замеров концентрации вредных веществ в местах накопления отходов в соответствии с графиком контроля влияния мест временного накопления отходов на окружающую среду, выполняемых санитарной лабораторией и другими привлекаемыми по договору внешними аккредитованными организациями; внешних и внутренних аудитов.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

### 7.1 Разработка плана мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности в организации

Возможные инциденты и аварийные ситуации, а также способы их предупреждения и локализации представлены в таблице 3.

Таблица 3 - аварийные ситуации, причины и действия персонала

Возможные инциденты, аварийные ситуации	Предельно-допустимые значения параметров, превышение (снижение) которых может привести к аварии	Причины возникновения инцидентов, аварийных ситуаций	Действия персонала по предупреждению и устранению инцидентов и аварийных ситуаций
1.	2.	3.	4.
1. Отключение электроэнергии (при этом отключаются все механизмы и машины) <sup>1</sup>	Полное отключение всех двух источников	Перебои в подаче энергоресурсов.	Остановка технологии и турбины
2. Прекращение подачи оборотной воды	Снижения давления оборотной воды поз. PIA <sub>L</sub> – 121 на входе в цех менее 0,4 МПа	Перебои в подаче энергоресурсов. Остановка насосов на ВОЦ-1	Остановка турбины и технологии Блокировка: остановка агрегата ГТТ – 3М при повышении температуры подшипников.
3. Прекращение подачи воздуха КИП	Снижение давления PIRS <sub>L</sub> A <sub>L</sub> - 422 на входе до 0,3 МПа	Остановка компрессора в производстве технических газов	Остановка технологии

<sup>1</sup> Установка запитана электроэнергией от 2-х независимых источников.

Продолжение таблицы 3

Возможные инциденты, аварийные ситуации	Предельно-допустимые значения параметров, превышение (снижение) которых может привести к аварии	Причины возникновения инцидентов, аварийных ситуаций	Действия персонала по предупреждению и устранению инцидентов и аварийных ситуаций
<p>4. Загазованность в воздушной среде в помещении управления агрегатом ГТМ-3М и на наружных площадках склада и производственного корпуса (стадия 200)</p>	<p>Содержание аммиака в воздухе, поз QIRS<sup>H</sup>LA<sup>H</sup> - 850 более 20 мг/м<sup>3</sup></p> <p>Концентрация NH<sub>3</sub> в воздухе, 1,2QIRA<sup>H</sup> – 400 более 20 мг/м<sup>3</sup></p> <p>Содержание природного газа, QIRS<sup>H</sup>A<sup>H</sup> – 143 более 0 – 5 % об. (0 – 100 НКПР)</p> <p>Содержание СО, QIRS<sup>H</sup>A<sup>H</sup> – 143/1 более 20 % НКПВ</p> <p>Концентрация NO<sub>2</sub> в воздухе, 1 – 4 QIRA<sup>H</sup> – 202 более 2 мг/м<sup>3</sup></p> <p>Концентрация диоксида азота (NO<sub>2</sub>), 1 – 3 QRA<sup>H</sup> – 500 более 2 мг/м<sup>3</sup></p>	<p>Утечки аммиака, природного газа, кислоты, окислов азота.</p>	<p>Первый, заметивший аварию:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- окриком предупреждает об аварии находящихся в этой зоне людей, прекращает все работы, выводит людей из опасной зоны;</li> <li>- сообщает об аварии операторам ДПУ, начальнику смены.</li> </ul> <p>Начальник смены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вызывает спецслужбы: ВГСО по телефону 55-04, 10-04, ПЧ-35 по телефону 55-01, 10-01, МСЧ-4 по телефону 50-03, 10-03.</li> <li>- сообщает старшему диспетчеру ПО об аварии по телефонам: прямой связи или 10-30, 11-30;</li> <li>- сообщает об аварии руководству цеха;</li> <li>- дает указание сменному персоналу на остановку цеха.</li> </ul> <p>Оператор, машинист.</p>

Продолжение таблицы 3

Возможные инциденты, аварийные ситуации	Предельно-допустимые значения параметров, превышение (снижение) которых может привести к аварии	Причины возникновения инцидентов, аварийных ситуаций	Действия персонала по предупреждению и устранению инцидентов и аварийных ситуаций
			<p>- контролирует включение светозвуковой сигнализации и включение вытяжных или аварийных вытяжных вентиляторов. Выявляет источники утечек. При необходимости производит остановку УКЛ согласно инструкции по рабочему месту.</p>
<p>5. Разрушение контактного аппарата. Выброс газообразного аммиака. Образование взрывопожароопасной токсичной зоны. Взрыв аммиачной газовоздушной смеси в помещении с образованием ВУВ.</p>	<p>Выход параметров за критические значения, в т.ч. увеличение соотношения аммиак воздух 12 % об.</p>	<p>Брак металла, идущего на изготовление технологического оборудования; брак при изготовлении или монтаже технологического оборудования; механические повреждения при транспортировке технологического оборудования; отказ системы автоматического управления технологическим процессом (АСУ ТП); автоматической системы противоаварийной защиты (АСУ ПАЗ),</p>	<p>Первый, заметивший аварию:                      - окриком предупреждает об аварии находящихся в этой зоне людей, прекращает все работы, выводит людей из опасной зоны;                      - сообщает об аварии операторам ДПУ, начальнику смены.                      Начальник смены:                      - вызывает спецслужбы: ВГСО по телефону 55-04, 10-04, ПЧ-35 по телефону 55-01, 10-01, МСЧ-4 по телефону 50-03, 10-03.                      - сообщает</p>

Продолжение таблицы 3

Возможные инциденты, аварийные ситуации	Предельно-допустимые значения параметров, превышение (снижение) которых может привести к аварии	Причины возникновения инцидентов, аварийных ситуаций	Действия персонала по предупреждению и устранению инцидентов и аварийных ситуаций
		<p>а также контрольно-измерительных приборов в результате различного рода поломок и неисправностей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коррозия и физический износ технологического оборудования;</li> <li>- воздействие на технологическое оборудование экстремальных природных явлений;</li> <li>- воздействие поражающих факторов аварии, происходящей на рядом расположенном оборудовании;</li> <li>террористический акт (диверсия);</li> <li>-неуд. состояния систем заземления и молниезащиты.</li> </ul>	<p>старшему диспетчеру ПО об аварии по телефонам: прямой связи или 10-30, 11-30;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сообщает об аварии руководству цеха;</li> <li>- дает указание сменному персоналу на остановку цеха.</li> </ul> <p>Оператор ДПУ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- одевает противогаз;</li> <li>- производит остановку цеха согласно инструкции по рабочему месту.</li> </ul>

В ходе преддипломной практики совместно со специалистами ПАО «КуйбышевАзот» проведен визуальный осмотр построек Цеха № 5, в ходе проведения которого, было предложено устранить, выявленные в ходе осмотра, нарушения, установленные законодательством, требований:

- Планы эвакуации в здании АБК не соответствуют требованиям;
- На путях эвакуации между АБК и производственным корпусом цеха допускаются перепады высот;

- На путях эвакуации в пределах марша лестниц в административно-бытовом корпусе допускается устройство ступеней с различной высотой проступи (фактически от 6 до 15 см);

- На путях эвакуации в пределах марша лестниц на ЦПУ допускается устройство ступеней с различной высотой проступи (фактически от 5 до 17 см);

- Производственные помещения (категории Б, В1 по пожарной и взрывопожарной опасности) не защищены автоматической установкой пожаротушения;

- Отсутствует система оповещения и управления эвакуации людей при пожаре 3-го типа;

- Помещения ЦПУ не защищены автоматической пожарной сигнализацией;

- Для отделки полов на путях эвакуации общих коридоров АБК применены облицовочные материалы (дерево) с отсутствующей технической документацией, содержащей информацию о показателях пожарной опасности этих материалов;

- В противопожарных преградах отделяющих помещения категорий Б от помещений категорий В1 отсутствует тамбуры-шлюзы с постоянным подпором воздуха;

- Пожарные краны установлены на высоте более 1,35м над полом помещения (по факту 1,8 м.);

- Ширина марша лестницы, расположенной в лестничной клетке на ЦПУ менее 0,9 м. (по факту 0,88 м.).

## **7.2 Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации**

За время работы построек Цеха № 5 с определенной вероятностью на объекте допустимы возгорания. Их образование возможно, как

последовательным, так и случайными образом. Прогнозируем с учетом доступных сведений о пожарной опасности объекта и имеющимися в цехе систем противопожарной защиты. Основная часть пожара будет локализовано персоналом с помощью первичных средств пожаротушения на малой площади.

Определяем составляющие математического ожидания годовых потерь для АБК в котором расположено основное скопление людей и расположен Центральный пункт управления Цеха № 5.

По административно-бытовому корпусу рассматриваются два варианта:

1) в первом (базовом) варианте учитываем, что пожар обнаруживается персоналом или смонтированной системой пожарной сигнализации, используются первичные средства пожаротушения, подразделения пожарной охраны вызываются персоналом с помощью телефонной связи, при расчете учитываем, что на объекте отсутствуют система автоматического пожаротушения;

2) к условиям первого варианта добавляется наличие автоматической установки пожаротушения (АУПТ).

В соответствии с методикой расчета годовые потери от пожара, при использовании на объекте первичных средств пожаротушения (стационарных и передвижных) и отсутствии систем автоматического пожаротушения, рассчитывают по формуле 16:

$$M(\Pi) = M1(\Pi) + M2(\Pi) + M3(\Pi), \quad (16)$$

где  $M1(\Pi)$ ,  $M2(\Pi)$ ,  $M3(\Pi)$  - ожидание годовых потерь от пожаров (математическое), потушенных соответственно первичными средствами пожаротушения, подразделениями пожарной охраны, при отказе средств тушения.

При расчете учитываем, что на объекте отсутствуют система автоматического пожаротушения.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения, определяются по формуле 17:

$$M_1(\Pi) = J \times F \times C_T \times F_{\text{пож.}} \times p_1 \times (1+k), \quad (17)$$

где  $J$  - вероятность возникновения пожара, принятая равной  $5 \times 10^{-6} \text{ м}^2$ ;

$C_T$  - стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов равна, принятая равной 10000руб./м<sup>2</sup> (по данным предприятия ПАО «КуйбышевАзот»);

$F_{\text{пож.}}$  - площадь пожара при тушении первичными средствами, для огнетушителей равная, принимаем 4 м<sup>2</sup>;

$F$  - общая площадь объекта, принятая в расчете равной 4000 м<sup>2</sup>;

$p_1$  - вероятность тушения первичными средствами, принимаемая для огнетушителей в зависимости от скорости распространения горения по поверхности, принимаем 0,84;

$k$  - коэффициент, учитывающий косвенные потери равна 0,9.

Таким образом, получаем:

$$M_1(\Pi) = 5 \times 10^{-6} \times 4000 \times 1000 \times 4 \times 0,84 \times (1+0,9) = 1276,8 \text{ рублей в год.}$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения, а именно силами и средствами пожарно-спасательной частью № 35, прибывшими по сигналу системы автоматической пожарной сигнализации и приступившими к тушению после 15 минут, рассчитываем по формуле 18:

$$M_2(\Pi) = J \times F \times (C_T \times F^I_{\text{пож}} + C_k) \times 0,52 \times (1+k) \times (1-p_1) \times p_2 \quad (18)$$

где  $F^I_{\text{пож}}$  - площадь пожара, образовавшаяся до прибытия подразделения пожарной охраны, в этом случае площадь пожара будет равна половине площади здания 2000 м<sup>2</sup>;

$p_2$  - вероятность тушения подразделениями пожарной охраны, определяемая в зависимости от расхода воды на наружное пожаротушение, принимаемый равным 0,75;

$C_k$  - стоимость поврежденных частей здания, принимаем 15000 руб./м<sup>2</sup> (по данным предприятия ПАО «КуйбышевАзот»);

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

$$M2(\Pi) = 5 \times 10^{-6} \times 4000 \times (10000 \times 2000 + 15000) \times 0,52 \times (1 + 0,9) \times (1 - 0,84) \times 0,75 = 47459,6 \text{ рублей в год.}$$

Произведём расчет величины годовых потерь при отказе средств тушения по формуле 19:

$$M3(\Pi) = J \times F \times (C_T \times F''_{\text{пож}} + C_k) \times (1 + k) \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_2] \quad (19)$$

где  $F''_{\text{пож}}$  – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения,  $6000 \text{ м}^2$ .

$p_2$  – вероятность тушения подразделениями пожарной охраны, определяемая в зависимости от расхода воды на наружное пожаротушение 0,75;

Обрушения основных строительных конструкций в здании II степени огнестойкости не происходит, допускаем только то, что пожар перейдет в производственный корпус из АБК.

Таким образом, получаем:

$$M3(\Pi) = 5 \times 10^{-6} \times 4000 \times (10000 \times 6000 + 15000) \times (1 + 0,9) \times [1 - 0,84 - (1 - 0,84) \times 0,75] = 91222,8 \text{ рублей в год.}$$

На основании произведенных расчетов ожидаемые годовые потери от пожаров в базовом варианте, составят:

$$M(\Pi_1) = 1276,8 + 47459,6 + 91222,8 = 139959,2 \text{ рублей.}$$

Во втором (планируемом) варианте учитываем, что на объекте смонтирована и исправно функционирует система автоматического пожаротушения.

При оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения материальные годовые потери от пожара рассчитываются по формуле:

$$M(\Pi_2) = M1(\Pi) + M2(\Pi) + M3(\Pi) + M4(\Pi),$$

где  $M4(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения, руб./год;

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения, рассчитываем по формуле 20:

$$M4(\Pi_2) = J \times F \times C_{T2} \times F^*_{\text{пож}} \times (1+k) \times (1-p_1) p_3 \quad (20)$$

где  $F^*_{\text{пож}}$  – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения, м,  $60\text{ м}^2$  (локально от одного сплинклерного орасителя).

$p_3$  – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения при отсутствии статистических данных принимается равной 0,86.

$C_{T2}$  – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов равна во 2-м варианте - 27000 руб., в том числе стоимость смонтированного оборудования - 17000 руб/м<sup>2</sup>.

Таким образом, получаем:

$$M4(\Pi_2) = 5 \times 10^{-6} \times 4000 \times 27000 \times 60 \times (1+0,9) \times (1-0,84) \times 0,86 = 8470,7 \text{ рублей.}$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения, получаем:

$$M1(\Pi_2) = 5 \times 10^{-6} \times 4000 \times 1000 \times 4 \times 0,84 \times (1+0,9) = 1276,8 \text{ рублей в год.}$$

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

$$M2(\Pi_2) = J \times F \times (C_{T2} \times F^I_{\text{пож}} + C_k) \times 0,52 \times (1+k) \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \times p_2,$$

Таким образом, получаем:

$$M2(\Pi_2) = 5 \times 10^{-6} \times 4000 \times (27000 \times 2000 + 15000) \times 0,52 \times (1+0,9) \times [1 - 0,84 - (1 - 0,84) \times 0,86] \times 0,75 = 18011,3 \text{ рублей в год.}$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, при отказе средств тушения, получаем по формуле:

$$M3(\Pi_2) = J \times F \times (C_{T2} \times F^{\text{II}}_{\text{пож}} + C_k) \times (1+k) \times (1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3]) \times p_2$$

Таким образом, получаем:

$$M3(\Pi_2) = 5 \times 10^{-6} \times 4000 \times (27000 \times 6000 + 15000) \times (1+0,9) \times (1 - 0,84 - (1 - 0,84) \times 0,86 - [1 - 0,84 - (1 - 0,84) \times 0,86]) \times 0,75 = 34476,8 \text{ рублей в год.}$$

На основании произведенных расчетов ожидаемые годовые потери от пожаров в планируемом варианте, составят:

$$M(\Pi_2) = 1276,8 + 18011,3 + 34476,8 + 8470,7 = 62235,6 \text{ рублей.}$$

### 7.3 Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий

Произведем расчет интегрального экономического эффекта И при норме дисконта 10%, по формуле 21:

$$И = \sum_{t=0}^T (M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - C_2 - C_1) \cdot 1/(1 + НД)^t - (K_2 - K_1) \quad (21)$$

где  $M(\Pi_1)$  и  $M(\Pi_2)$  - расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, рублей в год;

$K_2$  и  $K_1$  или  $K_{\text{п}}$  и  $K_{\text{б}}$  - капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

$C_2$  и  $C_1$  или  $C_{\text{п}}$  и  $C_{\text{б}}$  - эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год;

t - год оттока и/или притока денежных средств, он равен порядковому номеру очередного шага при расчете денежных потоков (числовые значения).

В качестве расчетного периода T принимается средний срок эксплуатации любой системы противопожарной защиты, который составляет 10 лет.

Вероятное сокращение ущерба ( $R_t$ ), рублей в год, определяются по формуле 22 и составляет:

$$R_t = M(\Pi_1) - M(\Pi_2) = 139959,2 - 62235,6 = 77723,6 \text{ рублей в год.} \quad (22)$$

В соответствии со сметными данными рассчитаем единовременные затраты, связанные с оборудованием цеха установками автоматического пожаротушения.

$K_1=0$  (принимаем, что в базовом варианте не требуются капитальные вложения на монтаж систем противопожарной защиты, так как системы автоматической пожарной сигнализации и система оповещения и управления эвакуацией уже смонтирована в цеху).

$K_2 = 2000000$  рублей (при том, что стоимость смонтированного оборудования составляет 500 руб/м<sup>2</sup>, а общая площадь АБК Цеха № 5 составляет 4000 м<sup>2</sup>).

Эксплуатационные расходы по вариантам в t-м году определяются по формуле 23:

$$C = C_{ам} + C_{к.р} + C_{т.р} + C_{с.о.п} + C_{о.в} + C_{эл}, \quad (23)$$

где  $C_{ам}$  - амортизационные отчисления, руб/год;

$C_{к.р}$  - расходы на капитальный ремонт, руб/год;

$C_{т.р}$  - затраты на текущий ремонт, руб/год;

$C_{о.в}$  - затраты на огнетушащее вещество, руб/год;

$C_{эл}$ ,  $C_{ов}$  - затраты соответственно на электроэнергию, отопление, водоснабжение, руб/год.

Таким образом эксплуатационные расходы в 2020 году составят:

Для базового варианта:

$$C_1 = 40000 + 32000 + 50000 + 0 + 86300 = 208300 \text{ рублей в каждом году};$$

где 40000 руб/год - амортизационные отчисления для систем противопожарной защиты (в том числе на обслуживание и содержание смонтированного оборудования АПС и СОУЭ);

32000 руб/год – расходы на капитальный ремонт, согласно тарифу на нежилые помещения, принимается тариф соответствующего субъекта Российской Федерации (по г.о. Тольятти);

50000 руб/год - расходы на текущий ремонт;

0 руб/год - затраты на огнетушащее вещество (вода, пенообразователь);

86300 руб/год – затраты на коммунальные расходы.

Для планируемого варианта:

$$C_2 = 96000 + 32000 + 50000 + 5000 + 86300 = 269300 \text{ рублей в каждом году};$$

где 96000 руб/год - амортизационные отчисления для систем противопожарной защиты (в том числе на обслуживание и содержание АУПТ, АПС и СОУЭ);

5000 руб/год - затраты на огнетушащее вещество (вода, пенообразователь).

Таким образом, ежегодные эксплуатационные расходы в каждом году составят  $C=C_2-C_1=61000$  рублей в год.

Коэффициент дисконтирования (Д) вычисляем и данные расчета сводим в таблицу 4. Расчет денежных потоков представлен в таблице 4.

Таблица 4 примерный расчет денежных потоков ПАО «КуйбышевАзот»

Год осуществления проекта	$R_t$ $M(P_1)$ - $M(P_2)$	C	Д	$[M(P_1)M(P_2)-$ $(C_2C_1)]Д$	K2-K1	Чистый дисконтированный поток
1	77723,6	61000	0,9	15051,24	2000000	-1984948,76
2	77723,6	61000	0,8	13378,88	-	13378,88
3	77723,6	61000	0,7	11706,52	-	11706,52
4	77723,6	61000	0,6	10034,16	-	10034,16
5	77723,6	61000	0,5	8361,8	-	8361,8
6	77723,6	61000	0,4	6689,44	-	6689,44
7	77723,6	61000	0,3	5017,08	-	5017,08
8	77723,6	61000	0,2	3344,72	-	3344,72
9	77723,6	61000	0,15	2508,54	-	2508,54
10	77723,6	61000	0,1	1672,36	-	1672,36
За 10 лет	-	-	-	-	-	-1922235,26

Интегральный эффект при расчете за период в 10 лет составляет:

$I = -1922235,26$  рублей.

Принимая во внимание, высокую стоимость монтажа установок автоматического пожаротушения, экономический эффект от использования противопожарного мероприятия отрицателен, следовательно, вариант экономически не эффективен. Экономически не целесообразно оборудовать здание административно бытового корпуса № 502 Цеха № 5 ПАО «КуйбышевАзот» автоматической установкой пожаротушения.

## Заключение

Основной объем информации об объекте был получен в результате визуального наблюдения за работой отделов промышленной, экологической и пожарной безопасности ПАО «КуйбышевАзот», посредством реального нахождения на объекте и мониторинга текущей ситуации, сопровождающейся изучением нормативных документов, научной литературы, инструкций и служебных документов предприятия в данной области работы. После полученных всех необходимых исходных данных проводилось прогнозирование аварийных ситуаций. Анализировались имеющиеся силы и средства системы РСЧС завода для ликвидации аварийных ситуаций и их последствий.

Химическая промышленность является одной из базовых отраслей экономики России. Под химической промышленностью понимается химическая переработка сырья для всех видов производств и сельского хозяйства. ПАО «КуйбышевАзот», расположенное в городе Тольятти Самарской области, - одно из ведущих предприятий российской химической промышленности. Данная компания имеет комплексную структуру объектов осуществляемую взаимодействие друг другом, что представлено в анализе рабочего процесса. Завод работает по трем направлениям деятельности: создание и продажа сырья органической химии (циклогексанон, капролактан, циклогексан), полимерная химия (кордная ткань, инженерные пластики, полиамид-9, техническая нить,) и неорганической химии (аммиак, азотные удобрения, технологические газы).

Пожар на предприятии химической промышленности может привести к химической аварии, которая может повлечь за собой значительные человеческие жертвы, материальные потери и вред экологии Самарской области.

Причинами пожаров на химических производствах являются нарушение правил пожарной безопасности, технического регламента и техники безопасности сотрудниками предприятий, самовозгорание и

самовоспламенение веществ, обращающихся в технологических аппаратах, некачественное техническое обслуживание и ремонт оборудования, неисправность электрооборудования, нарушение режима эксплуатации и повреждение технологического оборудования.

Пожарная опасность химической отрасли объясняется тем, что при производстве сырьем и вспомогательными веществами служат легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, многие из которых являются аварийно-химически опасными веществами (АХОВ).

Самыми распространенными АХОВ на предприятии ПАО «КуйбышевАзот» является аммиак и циклогексан. Аммиак - это бесцветный горючий газ, температура самовоспламенения 650 градусов Цельсия, концентрационных пределы распространения пламени в воздухе 15-28% об., в кислороде 13,5-79%.

На производственном предприятии ПАО «КуйбышевАзот» требования пожарной безопасности выполняются не в полном объеме. Вместе с тем пункты выданных предписаний устраняются в установленные сроки, по факту из 300 нарушений требований пожарной безопасности, выявленных в 2018 году, не выполненными остались 76 пункта, на территории предприятия имеется объективное подразделение пожарной охраны (ПСЧ № 35), особое внимание уделяется обучению мерам пожарной безопасности, любое лицо перед тем как попасть на завод проходит обучение и сдает зачет. Современные нормативные документы по пожарной безопасности предъявляют высокие требования пожарной безопасности к производственным объектам, проведенное исследование показало, что в действующих в настоящее время нормативных документах полностью отражены специфические требования пожарной безопасности к данной категории объекта.

В ходе выполнения бакалаврской работы был проведен анализ действующих нормативных документов, направленных на обеспечение пожарной безопасности производственных объектах, а также произведен

расчет пожарных рисков в здании Цеха № 5, в ходе чего были изучены основные конструктивные элементы, объемно-планировочные решения, пожарная опасность зданий, по результатам которых дана характеристика объекта защиты.

Рассмотрены подходы к обеспечению пожарной безопасности применяемых на производственных объектах в 2021 года.

После проведения анализа имеющихся методов, сил и средств по ликвидации и локализации аварий сделан вывод, что применяемые методы, мероприятия и действия ответственных лиц, являются эффективными и своевременными, что подтверждается отчетами о минимальном травматизме и не допущенных случаях аварий и происшествий на опасном производственном объекте ПАО «КуйбышевАзот» в 2021 году.

Для применения информации, указанной в настоящей бакалаврской работе, с целью повышения уровня безопасности на предприятии, раздел 4 работы войдет в План модернизации системы противопожарной защиты ПАО «КуйбышевАзот» на 2022 год.

На основании проведенных исследований и расчетов, следует вывод, что объект защиты - ПАО «КуйбышевАзот», соответствует условиям соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности, определенным статьей 6 Федерального закона от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

В ходе выполнения поставленных задач, цель исследования была достигнута: детально изучена характеристика завода, проведен сравнительный анализ системы обеспечения мероприятий по пожарной безопасности, изучен порядок взаимодействия сил и средств объектовой РСЧС, изучены основные аспекты охраны труда и охраны окружающей среды и экологической безопасности, дана оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Список используемых источников

1. Конституция Российской Федерации от 12 декабря 1993 г. [Электронный ресурс] URL: [http://www. http://constitution.kremlin.ru/](http://www.constitution.kremlin.ru/) (дата обращения 21.09.2021 г.).
2. Федеральный закон № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности». [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru>.
3. Федеральный закон № 294-ФЗ от 26.12.2008 «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля» [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru>.
4. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/), свободный.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре». Режим доступа: <https://www.mos.ru/donm/documents/normativnye-akty/>, свободный.
6. Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Правила противопожарного режима в Российской Федерации (ППР РФ)». Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/>, свободный.
7. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902167776?marker=6500IL>, свободный.
8. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 30 апреля 2009 года № 141 «О реализации положений Федерального закона «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора)

и муниципального контроля». Режим доступа: [http:// legalacts.ru/doc/prikaz-mchs](http://legalacts.ru/doc/prikaz-mchs), свободный.

9. Свод правил 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы». Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

10. Свод правил 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты». Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

11. Свод правил 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

12. Свод правил 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям». Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

13. Свод правил 5.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

14. Свод правил 6.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности». Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

15. Свод правил 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

16. Свод правил 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

17. Свод правил 18.13130.2019 «Производственные объекты. Требования пожарной безопасности». Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

18. Свод правил 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной сигнализации». Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

19. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

20. ГОСТ 12.01.04. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. Режим доступа: <https://base.garant.ru>, свободный.

21. Степаненко А.В. Электронное учебно-методическое пособие для студентов очной формы обучения «Пожарная безопасность объектов». Режим доступа: <https://dspace.tltsu.ru/bitstream/>, свободный.

22. Инструкция по требованиям безопасности при проведении эвакуации персонала. Подготовлен для системы КонсультантПлюс, 2019. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный.

23. Обеспечение пожарной безопасности производственных объектов, реферат, Режим доступа: [www.bestreferat.ru/referat](http://www.bestreferat.ru/referat), свободный.

24. Материал с официального сайта ПАО «КуйбышевАзот». Режим доступа: <http://www.kuazot.ru>, свободный.

25. Интернет ресурсы. Режим доступа: <https://холдинги.рф/company/kuybyshevazot>, свободный.

26. ГОСТ Р 53789-2010 «Кислота азотная неконцентрированная» [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200079254> (дата обращения 30.09.2021 г.).

## Приложение А

### Средства индивидуальной защиты работающих

В производственных помещениях персонал должен быть одет в положенную по нормам выдачи специальную одежду, специальную обувь и иметь при себе другие средства индивидуальной защиты.

Таблица А.1 – Средства индивидуальной защиты работников

Наименование стадии технологического процесса	Профессия работающего на стадии	Средства индивидуальной защиты работающего	Наименование и шифр НТД	Срок службы	Периодичность стирки, химчистки защитных средств	Примечание
Отделение турбокомпрессии. Отделение абсорбции Конверсия и селективная очистка Узел подготовки газообразного аммиака Склад неконцентрированной азотной кислоты с насосной	Оператор ДПУ, аппаратчик окисления	Костюм Х/Б с к/с пропиткой	ГОСТ Р 12.4.248-2008	12 мес.	По мере загрязнения	
		Сапоги резиновые или ботинки кожаные	ТУ 2590-001-51664612-2003 ГОСТ 12.4.137-2001	12 мес.		
		Куртка на утепляющей прокладке	ГОСТ Р 12.4.289-2013	30 мес.	По мере загрязнения	
		Перчатки резиновые	Типовые отраслевые нормы	Дежурные		
		Костюм резиновый	Типовые отраслевые нормы	Дежурный		
		Рукавицы суконные	Типовые отраслевые нормы	12 пар в год		
		Очки защитные	ГОСТ Р 12.4.230.1	До износа		
	Беруши	ГОСТ Р 12.4.209-99	До износа			
	Машинист компрессорных установок	Костюм Х/Б	ГОСТ Р 12.4.289-2013	12 мес.	По мере загрязнения	

## Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Наименование стадии технологического процесса	Профессия работающего на стадии	Средства индивидуальной защиты работающего	Наименование и шифр НТД	Срок службы	Периодичность стирки, химчистки защитных средств	Примечание
		Сапоги резиновые или ботинки кожаные	ТУ 2590-001-51664612-2003 ГОСТ 12.4.065-79	12 мес.		
		Куртка на утепляющей прокладке	ГОСТ 12.4.088-80 ГОСТ 12.4.089-80	30 мес.	По мере загрязнения	
		Перчатки резиновые	Типовые отраслевые нормы	Дежурные		
		Руковицы суконые	Типовые отраслевые нормы	6 пар в год		
		Беруши	ГОСТ Р12.4.209-99	До износа		

В цехе №5 на ЦПУ в корп.502 должен быть аварийный запас фильтрующих противогазов с коробкой марки ДОТ М 600 (ГОСТ 12.4.041-2001) в количестве не менее 10 штук.

## Приложение Б

### Расчет пожарного риска

Вычислительная модель и программное обеспечение

Для расчета индивидуального пожарного риска используется программа «СИТИС: Спринт 4.10». Программа выполняет определение расчетных величин пожарного риска по полям опасных факторов пожаров и данным о движении людей при эвакуации для расчетных сценариев пожаров в зданиях и сооружениях.

Алгоритм (формулы) определения расчетной величины индивидуального пожарного риска соответствует нормативным документам в области пожарной безопасности – «Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» в ред. приказа МЧС России №749 от 12.12.2011 и №632 от 02.12.2015.

#### Расчет индивидуального пожарного риска

Расчет индивидуального пожарного риска выполняется в соответствии с методикой утвержденной приказом МЧС России от 02.12.2015 г. № 632 «О внесении изменений в методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденную приказом МЧС от 30.06.2009 №382».

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если расчетная величина пожарного риска  $Q_v$  не более нормативного значения индивидуального пожарного риска  $Q_{вн}=10^{-6}$  год<sup>-1</sup>.

$$Q_v < Q_{вн}$$

Расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_v$  для каждого сценария рассчитывается по формуле:

$Q_v = Q_p * (1 - K_{ап}) * P_{пр} * (1 - P_{э}) * (1 - K_{пз})$ , где  $Q_p$  – частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется

## Продолжение Приложения Б

на основании статистических данных приведенных в методике (приложение 1).

Кап – коэффициент, учитывающий соответствие системы автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов пожарной безопасности.

$R_{пр}$  – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения  $R_{пр} = t_{функц}/24$ , где  $t_{функц}$  – время нахождения людей в здании в часах.

$R_{э}$  – вероятность эвакуации людей.

$K_{пз}$  – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов пожарной безопасности, рассчитывается по формуле:

$$K_{пз} = 1 - (1 - K_{обн} * K_{соуэ}) * (1 - K_{обн} * K_{пдз})$$

где  $K_{обн}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов пожарной безопасности.

$K_{соуэ}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией требованиям нормативных документов пожарной безопасности.

$K_{пдз}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты требованиям нормативных документов пожарной безопасности.

### **Вывод**

Имя сценария: S\_01

Число людей в сценарии: 36

Индивидуальный пожарный риск:  $0.52 * 10^6$

Эвакуационные выходы

№	Имя	Нэвак	Этаж
---	-----	-------	------

Продолжение Приложения Б

3	Выход_03	2	Этаж_01
4	Выход_04	4	Этаж_01
5	Выход_05	2	Этаж_01
6	Выход_06	4	Этаж_01
7	Выход_09	2	Этаж_01
8	Лестница_01	4	Этаж_02
9	Лестница_02	4	Этаж_02
10	Лестница_03	4	Этаж_02
11	Лестница_05	4	Этаж_02

где Nэвк - число эвакуировавшихся на данный выход, чел.

Точки в путях эвакуации

Выход: Выход\_01 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	Qv, *10 <sup>6</sup>
---	-----	-----	-----	-----	-----	----------------------

Выход: Выход\_02 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	Qv, *10 <sup>6</sup>
---	-----	-----	-----	-----	-----	----------------------

Выход: Выход\_03 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	Qv, *10 <sup>6</sup>
---	-----	-----	-----	-----	-----	----------------------

Выход: Выход\_04 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	Qv, *10 <sup>6</sup>
---	-----	-----	-----	-----	-----	----------------------

Выход: Выход\_05 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	Qv, *10 <sup>6</sup>
---	-----	-----	-----	-----	-----	----------------------

1	рт_01	0.51	1.02	4.30	2	0.52
---	-------	------	------	------	---	------

Выход: Выход\_06 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	Qv, *10 <sup>6</sup>
---	-----	-----	-----	-----	-----	----------------------

Выход: Выход\_09 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	Qv, *10 <sup>6</sup>
---	-----	-----	-----	-----	-----	----------------------

Выход: Лестница\_01 (Этаж\_02)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	Qv, *10 <sup>6</sup>
---	-----	-----	-----	-----	-----	----------------------

Выход: Лестница\_02 (Этаж\_02)

Продолжение Приложения Б

№ Имя Тнэ Трэ Тбл Нэв Qv, \*10<sup>6</sup>

Выход: Лестница\_03 ( Этаж\_02 )

№ Имя Тнэ Трэ Тбл Нэв Qv, \*10<sup>6</sup>

Выход: Лестница\_05 ( Этаж\_02 )

№ Имя Тнэ Трэ Тбл Нэв Qv, \*10<sup>6</sup>

где Тнэ - время начала эвакуации, мин

Трэ - расчетное время эвакуации без учета времени начала эвакуации, мин

Тбл - время блокирования, мин

Нэв - число прошедших через точку людей, чел.

Qv - индивидуальный пожарный риск

Результаты расчета

№	Имя	Описание	Тнэ	Тэ	0,8хТбл	Рэ	Qv *10 <sup>6</sup>
1	рт_01	-	0.51	1.53	3.44	0,999	0.52

где Тнэ - время начала эвакуации, мин

Тэ - время эвакуации с учетом времени начала эвакуации, мин

0,8хТбл - необходимое время эвакуации, мин

Рэ - вероятность эвакуации

Qv - индивидуальный пожарный риск

Имя сценария: S\_02

Число людей в сценарии: 36

Индивидуальный пожарный риск: 0.52 \*10<sup>6</sup>

Эвакуационные выходы

№	Имя	Нэв	Этаж
1	Выход_01	3	Этаж_01
2	Выход_02	3	Этаж_01
3	Выход_03	2	Этаж_01
4	Выход_04	4	Этаж_01
5	Выход_05	2	Этаж_01

Продолжение Приложения Б

6	Выход_06	4	Этаж_01
7	Выход_09	2	Этаж_01
8	Лестница_01	4	Этаж_02
9	Лестница_02	4	Этаж_02
10	Лестница_03	4	Этаж_02
11	Лестница_05	4	Этаж_02

где Nэвк - число эвакуировавшихся на данный выход, чел.

Точки в путях эвакуации

Выход: Выход\_01 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Выход: Выход\_02 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Выход: Выход\_03 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Выход: Выход\_04 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Выход: Выход\_05 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Выход: Выход\_06 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Выход: Выход\_09 (Этаж\_01)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Выход: Лестница\_01 (Этаж\_02)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Выход: Лестница\_02 (Этаж\_02)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Выход: Лестница\_03 (Этаж\_02)

№	Имя	Тнэ	Трэ	Тбл	Нэв	$Q_v, *10^6$
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

1	рт_02	0.51	1.34	3.50	4	0.52
---	-------	------	------	------	---	------

Продолжение Приложения Б

Выход: Лестница\_05 ( Этаж\_02 )

№ Имя Тнэ Трэ Тбл Нэв Qv, \*10<sup>6</sup>

где Тнэ - время начала эвакуации, мин

Трэ - расчетное время эвакуации без учета времени начала эвакуации, мин

Тбл - время блокирования, мин

Нэв - число прошедших через точку людей, чел.

Qv - индивидуальный пожарный риск

Результаты расчета

№ Имя Описание Тнэ Тэ 0,8хТбл Рэ

Qv \*10<sup>6</sup>

№	Имя	Описание	Тнэ	Тэ	0,8хТбл	Рэ	Qv *10 <sup>6</sup>
1	рт_02	-	0.51	1.85	2.80	0,999	0.52

где Тнэ - время начала эвакуации, мин

Тэ - время эвакуации с учетом времени начала эвакуации, мин

0,8хТбл - необходимое время эвакуации, мин

Рэ - вероятность эвакуации

Qv - индивидуальный пожарный риск

Максимальное время эвакуации зафиксировано в сценарии S\_02 в точке рт\_02 и составляет 1.85 минуты.

Максимальное время скопления зафиксировано в сценарии S\_02 в точке рт\_02 и составляет 0.00 минуты.

Максимальная плотность зафиксирована в сценарии S\_02 в точке рт\_02 и составляет 0.00 м2/м2.

Минимальное время блокирования зафиксировано в сценарии S\_02 в точке рт\_02 и составляет 3.50 минуты. **Приложение. Объект** Название: Здание\_01

Максимальная расчетная величина пожарного риска составляет 0,518\*10<sup>-6</sup>.

Рассчитанное значение не превышает нормативное значение 1\*10<sup>-6</sup>, таким образом, условие безопасности выполняется.

Продолжение Приложения Б

**Приложение. Параметры расчета риска**

Таблица Б.1 - Коэффициенты

Коэффициент	Значение
Qп, вероятность пожара	0,04
Rпр, вероятность присутствия людей	1
Кап - коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов по пожарной безопасности	0
Кобн - коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности	0,8
Ксоуэ - коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности	0,8
Кпдз - коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты требованиям нормативных документов по пожарной безопасности	0,8
Кпз - коэффициент, учитывающий соответствие систем пожарной защиты требованиям нормативных документов по пожарной безопасности	0,8704

## Продолжение Приложения Б

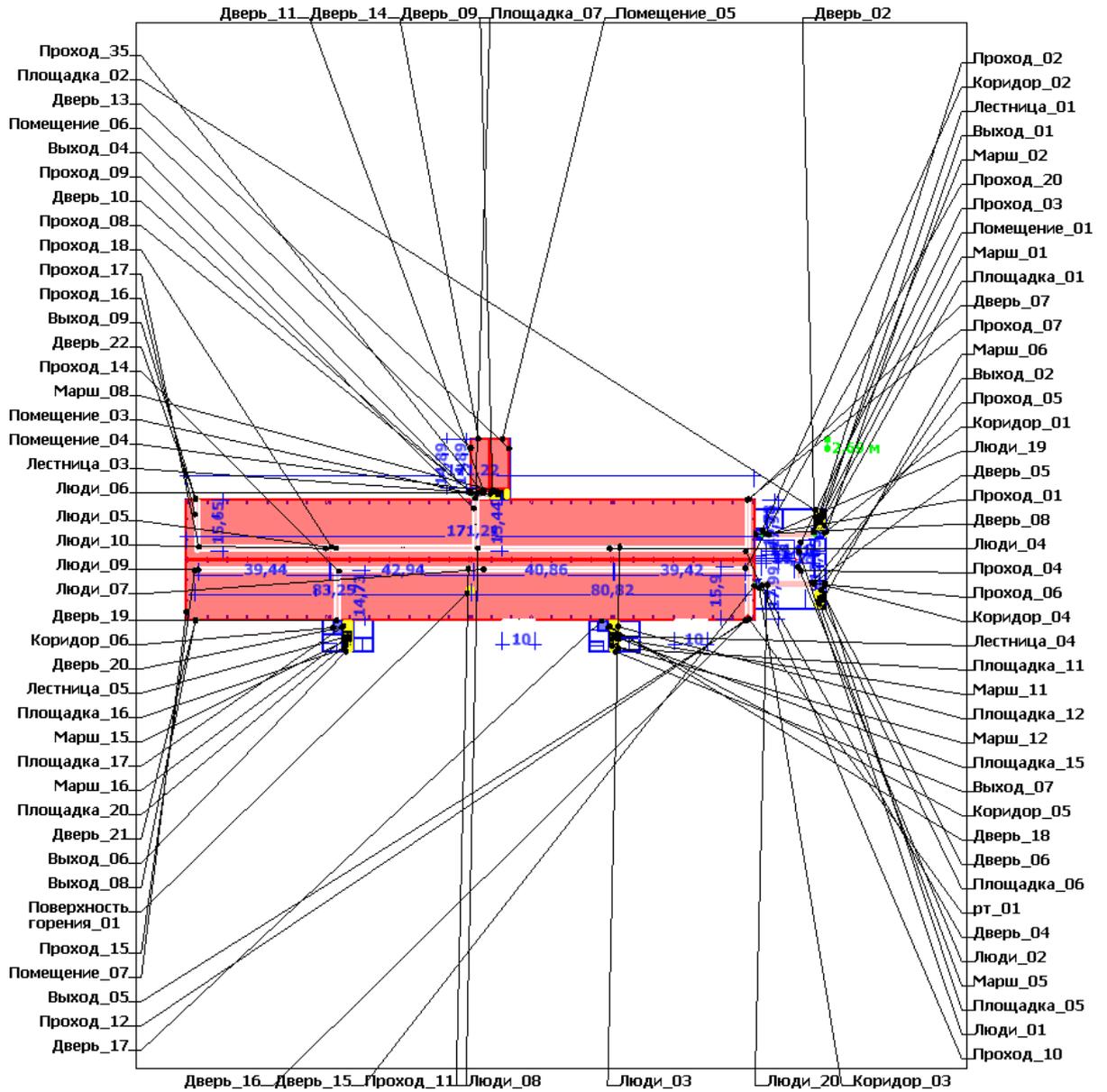


Рисунок Б-1 Сценарий пожара: S\_01. Вид модели. S\_01. Этаж\_01

## Продолжение Приложения Б

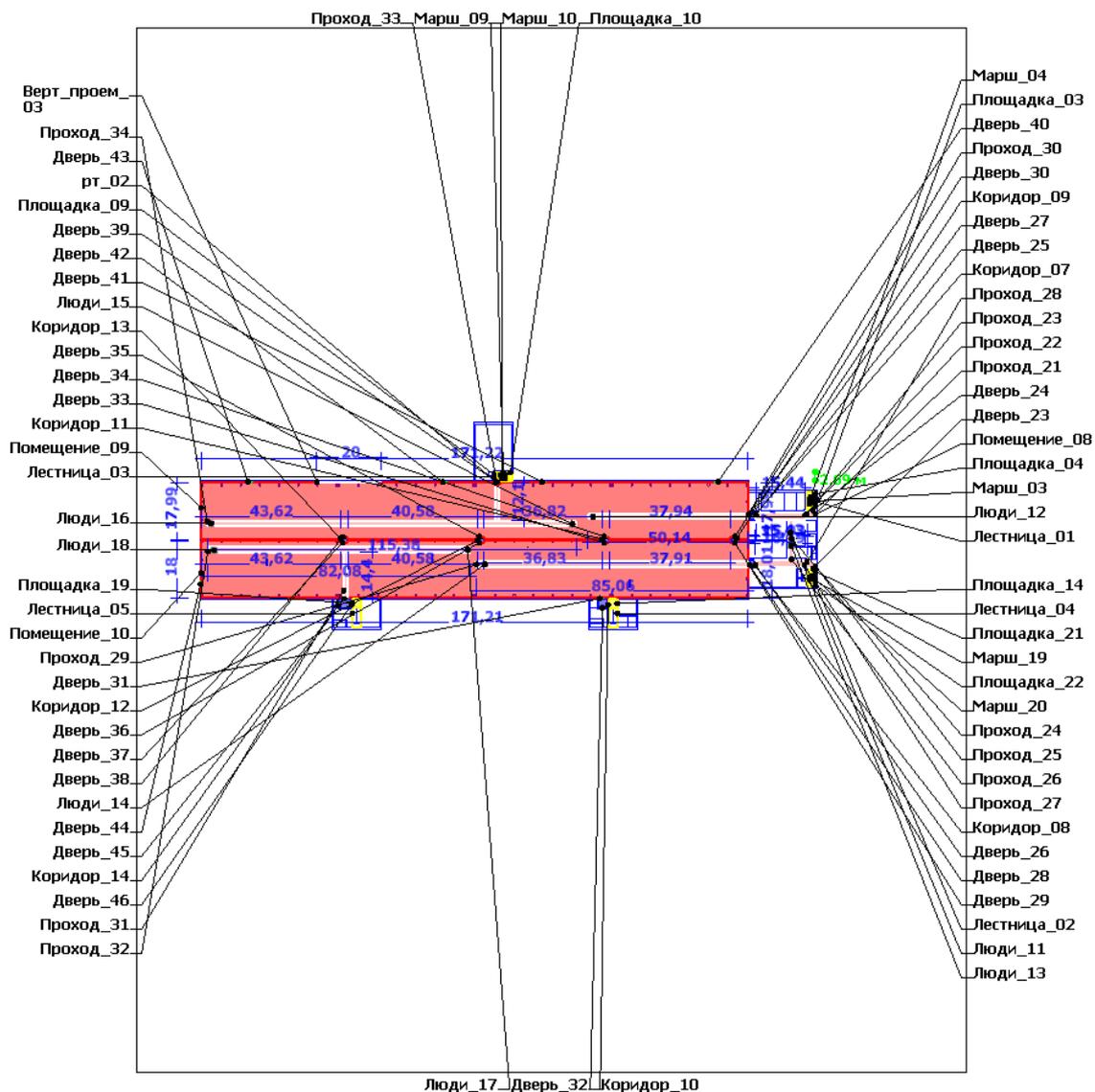


Рисунок Б-2. S\_01. Этаж\_02

Результаты расчета

Таблица Б.2 - Свойства пожарного сценария

Параметр	Значение
Название	S_01
tnэ, время начала эвакуации из "Спринт", сек.	0,5
Рэ, вероятность эвакуации	0.99900
N, Количество человек	36
Qв, индивидуальный пожарный риск	$0,518 \cdot 10^{-6}$
Модель эвакуации	Сценарий_01
Модель блокирования	Расчет_ОФП_01

## Продолжение Приложения Б

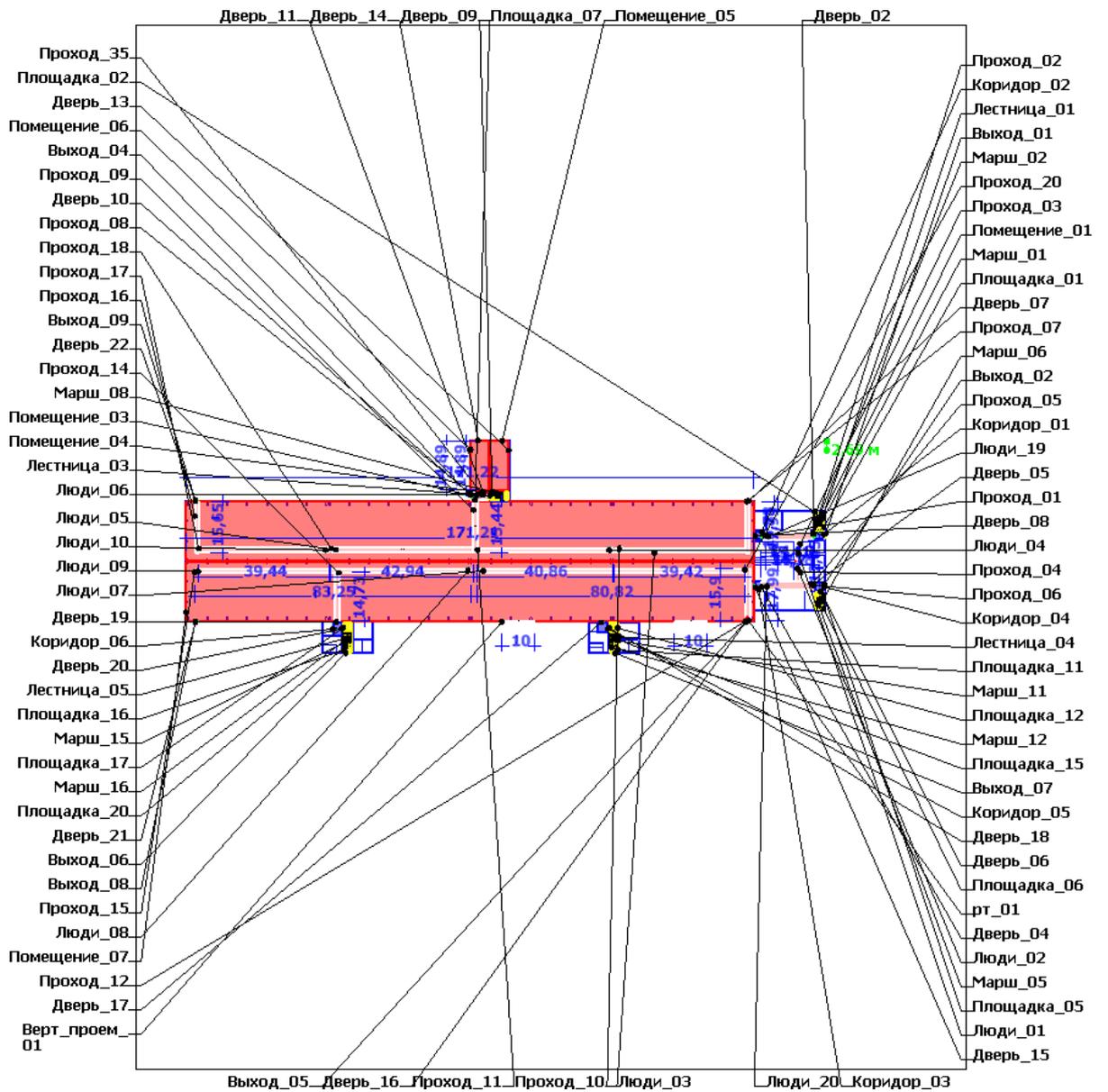


Рисунок Б-3. Сценарий пожара: S\_02. Вид модели. S\_02. Этаж\_01

## Продолжение Приложения Б

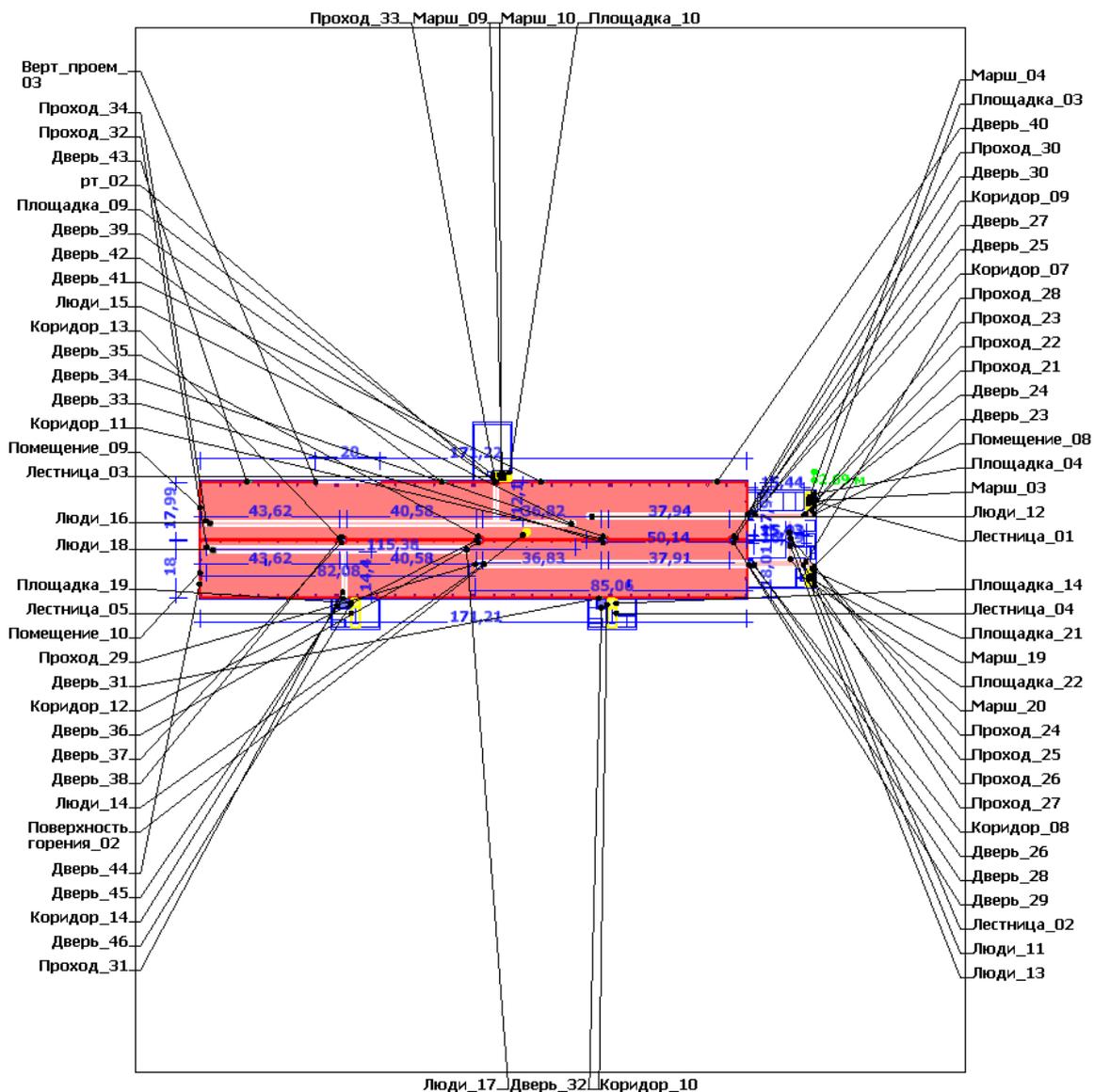


Рисунок Б-4 S\_02. Этаж\_02.

### Результаты расчета

Таблица Б.3 - Свойства пожарного сценария

Параметр	Значение
Название	S_02
tnэ, время начала эвакуации из "Спринт", сек.	0,5
Рэ, вероятность эвакуации	0.99900
N, Количество человек	36
Qв, индивидуальный пожарный риск	$0,518 \cdot 10^{-6}$
Модель эвакуации	Сценарий_01
Модель блокирования	Расчет_ОФП_02