

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 Обеспечение пожарной безопасности на примере предприятия химического комплекса

Студент

М.М. Марков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.В. Щипанов

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

## Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: «Обеспечение пожарной безопасности на примере предприятия химического комплекса».

В разделе «Характеристика объекта защиты» представлена общая характеристика Акционерного Общества «Фосфохим», более детально рассмотрено производство пластичных смазок.

В разделе «Анализ соответствия систем обеспечения пожарной безопасности объекта нормативным требованиям» проанализировано соответствие систем обеспечения пожарной безопасности производства пластичных смазок Акционерного Общества «Фосфохим» нормативным требованиям.

В разделе «Усовершенствование систем обеспечения пожарной безопасности химического предприятия» рассмотрено устройство аэрозольно-порошкового пожаротушения, разработана структурная схема АУПТ «Агат» и функциональная схема установки аэрозольно-порошкового пожаротушения производства пластичных смазок Акционерного Общества «Фосфохим».

В разделе «Организация процесса эвакуации на объекте» описаны расстояния от наиболее удаленных мест нахождения работников в помещениях производственного здания до ближайшего эвакуационного выхода, произведён расчёт расчетного времени эвакуации людей из производственного здания производства пластичных смазок Акционерного Общества «Фосфохим», представлен план эвакуации из помещений объекта.

В разделе «Охрана труда» рассмотрен порядок устройства тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников АО «Фосфохим», разработана схема размещения тротуаров и переходов на территории АО «Фосфохим».

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проанализирована экологическая безопасность и антропогенное воздействие АО «Фосфохим» на окружающую среду, представлен перечень образующихся

на исследуемом объекте отходов с указанием класса опасности, разработан ряд мероприятий, направленных на сохранность окружающей среды и нанесения ей минимального ущерба во время производства.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» разработан план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте, произведён расчёт ожидаемых потерь АО «Фосфохим» от пожаров в производственном здании, рассчитан экономический эффект от монтажа автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения.

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 54 страницы, 7 рисунков, 6 таблиц, графический материал на отдельных листах.

## Содержание

Введение.....	5
Термины и определения .....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Характеристика объекта защиты.....	10
2 Анализ соответствия систем обеспечения пожарной безопасности объекта нормативным требованиям .....	14
3 Усовершенствование систем обеспечения пожарной безопасности химического предприятия .....	21
4 Организация процесса эвакуации на объекте .....	28
5 Охрана труда.....	34
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	37
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	42
Заключение .....	49
Список используемых источников.....	52

## Введение

Пожары представляют серьезную угрозу для безопасности жизни, имущества и окружающей среды, независимо от их местоположения.

Последствия пожара на нефтеперерабатывающих или химических заводах могут быть серьезными.

Несмотря на некоторые достижения, достигнутые в области методов обнаружения пожара и пожаротушения, пожар по-прежнему остается крайне непредсказуемым, и, следовательно, наилучший способ обеспечения безопасности – уделять максимальное внимание аспектам пожарной безопасности, а именно, предотвращению, обнаружению и защите.

Цель исследования – разработать мероприятия, направленные на обеспечение пожарной безопасности предприятия.

Задачи работы:

- представить характеристику производства Акционерного Общества «Фосфохим»;
- проанализировать соответствие систем обеспечения пожарной безопасности производства пластичных смазок Акционерного Общества «Фосфохим» нормативным требованиям;
- разработать меры по усовершенствованию систем обеспечения пожарной безопасности Акционерного Общества «Фосфохим»;
- произвести расчёт времени эвакуации людей из производственного здания Акционерного Общества «Фосфохим»;
- разработать план эвакуации из помещений производственного здания Акционерного Общества «Фосфохим»;
- рассмотреть порядок устройства тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников;

- предложить рекомендации в виде схемы по размещению тротуаров и переходов на территории производственной площадки АО «Фосфохим»;
- проанализировать экологическую безопасность и антропогенное воздействие АО «Фосфохим» на окружающую среду;
- представлен перечень образующихся на исследуемом объекте отходов с указанием класса опасности;
- разработать мероприятия, направленные на сохранность окружающей среды и нанесения ей минимального ущерба во время производства;
- разработать план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности производства пластичных смазок Акционерного Общества «Фосфохим»;
- произвести расчёт ожидаемых потерь АО «Фосфохим» от пожаров в производственном здании;
- произвести обоснование экономической целесообразности выполнения предложенного плана мероприятий.

## Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Опасные вещества – «воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные вещества и вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды» [3].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [19].

Пожарный извещатель – «техническое средство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и/или формирования сигнала о пожаре» [19].

Пожарная сигнализация – «совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [19].

Система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами [19].

Спасание людей при пожаре – действия по эвакуации людей, которые не могут самостоятельно покинуть зону, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара [3].

Эвакуация людей при пожаре – вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара [3].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АБК – административно-бытовой корпус.

АКБ – аккумуляторная батарея.

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

АР модуль расширения

АРМ – автоматизированное рабочее место.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения..

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации.

БиОП – блок искрозащитный охранно-пожарный.

БОС – блок обработки сигналов.

БУ – блок управления.

БУР – блок управления реле.

ВПУ – выносная панель управления.

ГЖ – горючая жидкость.

ДПЛС – двухпроводная адресная линия связи.

ИП – извещатель пожарный.

ИТР – инженерно-технический работник.

КП – контрольная панель.

КПП – контрольно-пропускной пункт.

МПП – модуль порошкового пожаротушения.

НМУ – неблагоприятные метеорологические условия.

ОПФ – опасные производственные факторы.

ПДВ – предельно допустимый выброс.

ПДК – предельно допустимая концентрация.

ПК – производственный корпус.

ПО – программное обеспечение.

ППКП – прибор приемно-контрольный пожарный.

ППР – правила противопожарного режима.



ППР – план производства работ.  
ППУ – пожарный прибор управления.  
ПУ – пульт управления.  
ПУЭ – правила устройства электроустановок.  
РМ – релейный модуль.  
СКУД – система контроля и управления доступом.  
СЗЗ – санитарно-защитная зона.  
СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией.  
СПИ – система передачи извещений.  
СПС – система пожарной сигнализации.  
УОО – устройства охранные объектовые.  
ФЗ – федеральный закон.  
ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

## 1 Характеристика объекта защиты

Объект исследования – Акционерное Общество «Фосфохим», расположенное по адресу: г. Тольятти, Новозаводская ул., 2А, стр. 209.

Расположения объекта на местности изображено на рисунке 1.

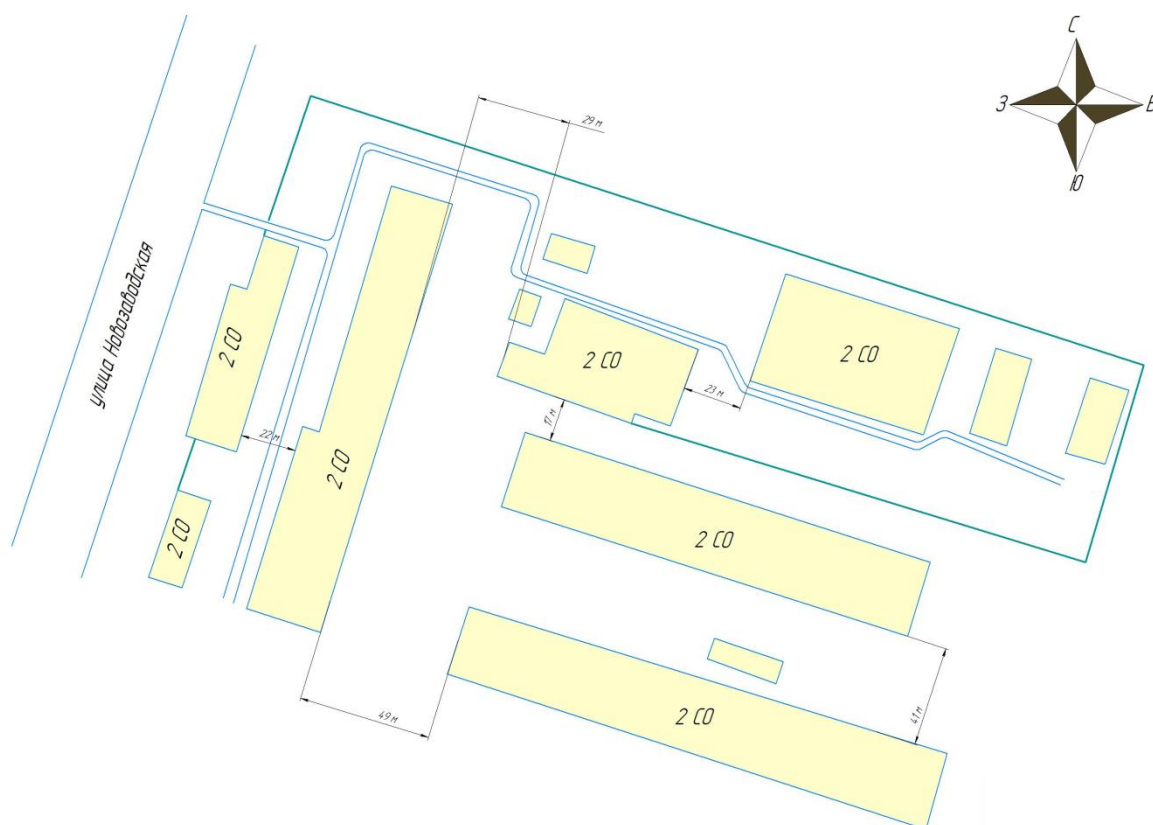


Рисунок 1 – Расположения объекта на местности

«Основу производственных мощностей АО «Фосфохим» по выпуску катодов медных составляет цех электролизного рафинирования меди» [1].

«При производстве цветного проката (шины медной электротехнической, прутка медного) используется технология CONFORM®. Использование данной технологии позволяет формировать длинномерный металлопрокат методом непрерывной экструзии, при котором нагрев металла

до пластичного состояния производится без внешних источников тепла за счет внутреннего трения» [1].

Производство пластичных смазок состоит из двух блоков:

- технологический блок №1 – товарно-сырьевая база (склад хранения нефтяных масел);
- технологический блок №2 – цех производства пластичных смазок.

Блок № 1 состоит из 4-х площадок с расположенными на них 18-ти резервуарами нефтяных масел (стационарно установленными железнодорожными цистернами).

Наибольший объем  $V = 75,2 \text{ м}^3$  имеет резервуар. Площадки имеют приямки для сбора аварийного разлива масел.

Все площадки забетонированы с уклоном бетонного покрытия к приямкам сбора аварийно пролитых технических масел, площадки по периметру бетонного покрытия имеют бетонную отбортовку высотой 0,6 м.

В технологическом блоке № 2 имеются:

- для приготовления исходного продукта семь вертикально установленных реакторов с перемешивающими устройствами (Р-301, Р-341, Р-360, Р-364, Р451, Р-481, Р-390);
- шесть ёмкостей именуемых промежуточными (Е-321; Е-423; Е- 425; Е-327 -1,2; Е-429);
- емкость-расширитель в системе ВОТ;
- емкость вертикальная для хранения загущенной смеси;
- емкость вертикальная с коническим днищем для сепарации конденсата;
- насосы

Промежуточная емкость объемом  $6 \text{ м}^3$  предназначена для приёма технических масел с товарно-сырьевой базы (технологического блока №1). Остальные пять промежуточных емкостей предназначены для аварийной перекачки масел с товарно-сырьевой базы и реакционной массы из реакторов.

Реакторы и емкости имеют приямки с установленными на них насосами для сбора и перекачки аварийного разлива нефтепродуктов.

Подача масел из блока №1 в блок № 2 производится при помощи перекачивающих насосов по трубе диаметром 89 мм, длиной до 150 м.

Здание предприятия состоит из производственного корпуса (ПК) объединенного с административно-бытовым корпусом (АБК), размеры в плане 247×37 м, II- степени огнестойкости, 3-этажное, высотой 12 метров.

Производственный эксплуатируется частично (примерно на 60%).

Стены зданий железобетонные и кирпичные, перекрытия железобетонные, перегородки кирпичные.

Кровля рулонная мягкая по бетонному основанию. Оконные переплеты выполнены деревянными окнами.

Категория по взрывопожарной безопасности В1.

Класс функциональной пожарной опасности помещений – Ф 5.1.

В здании производственного корпуса располагаются: административно-хозяйственные помещения (склады, мастерские), трансформаторная подстанция мощностью 0,6 кВт, рабочие кабинеты и лаборатории.

Приведенная пожарная нагрузка помещений: 30 кг/ м<sup>2</sup>.

Нефтяные масла поступают объемом до 75 м<sup>3</sup> на автомобильных цистернах типа VOLVO, объемом 30 м<sup>3</sup> и перекачиваются в хранилища масел Х-60, Х-61, Х-62, Х-63, Х-64, Х-65, Х-66, Х-67, Х-68; Х-1: Х-9 насосами шестеренчатыми Н-70, Н-71, Н-72, Н-73.

Соапсток поступает в автомобильных или железнодорожных цистернах и закачивается шестеренчатым насосом Н-491 в хранилище соапстока с подогревом Х-430.

Животный жир поступает в картонных коробках или деревянных бочках и хранится на складе.

Антипенная присадка – жидкость ПМС-200А поступает в бочках.

Гидроксид кальция поступает в мягких контейнерах.

Гидроксид лития и 12- оксистеариновая кислота поступают в мешках и хранятся на складе.

Выводы по 1 разделу.

Здание имеет II степень огнестойкости, класс функциональной пожарной опасности помещений Ф 5.1.

На объекте в ходе технологического процесса предусматривается использование горючих жидкостей, горючих газов и других взрывопожароопасных веществ и материалов.

Все электрические устройства, в том числе и временное силовое осветительное оборудование, соответствует требованиям ПУЭ.

В нерабочее время все электроприборы во всех помещениях выключены и сеть обесточена.

Производственная площадка обеспечивается средствами оповещения пожарной охраны, устройствами для подачи звукового сигнала пожарной тревоги и первичными средствами тушения пожара.

Металлические части технологических машин и механизмов с электроприводом, корпуса электродвигателей, трансформаторов, пусковых аппаратов, кожухов рубильников и других устройств заземлены.

## **2 Анализ соответствия систем обеспечения пожарной безопасности объекта нормативным требованиям**

Проанализируем соответствие систем обеспечения пожарной безопасности объекта нормативным требованиям.

«Функциональные возможности системы:

- постоянный автоматический контроль работоспособности всей системы с выдачей сообщений;
- формирование сигналов «Предварительный пожар», «Пожар» и «Неисправность» от извещателей в защищаемых помещениях;
- оповещение персонала о срабатывании системы;
- контроль управляющих цепей;
- бесперебойная работа системы с сохранением всех функций при отключении внешнего электроснабжения;
- выдачу сигналов на управление инженерными системами здания (отключение общеобменной вентиляции и др.);
- возможность расширения и переконфигурации системы при изменении планировочных решений без перерыва действия системы и расширения станционного оборудования» [13].

На объекте защиты предусмотрено применение сертифицированных технических средств, оборудования, деталей и узлов:

- прибор приемно-контрольный пожарный (ППКП) – «ППКП А16-512»;
- модуль расширения – АР-16;
- выносная панель управления ВПУ-А-16;
- релейный модуль РМ-64-6;
- дымовые пожарные извещатели – ИП 212-5МУ;
- ручные пожарные извещатели – ИП5-2Р;
- тепловые пожарные извещатели – ИП 105-02-А1М;

- устройство объективное оконечное СПИ «Молния»;
- блок искрозащитный охранно-пожарный – БиОП;
- источник бесперебойного питания – «ИРПА 124».

Пожарная сигнализация выстроена шлейфами с дымовыми и ручными адресными пожарными извещателями.

При возникновении очага возгорания и первом формировании извещения «Пожар» одним извещателем, система формирует состояние «Тревога», с последующим сбросом состояния «Пожар» у сработавших извещателей. В случае, поступления повторного сигнала «Пожар» от автоматических пожарных извещателей, в течении установленного на аппаратном уровне оборудования, промежутка времени после первого тревожного извещения, АУПС формирует состояние «Пожар». При этом, состояние «Пожар» является командой к исполнению заданного алгоритма работы исполнительного оборудования при пожаре. Элементы индикации центрального оборудования АУПС информируют ответственный персонал о пожаре.

Система автоматической пожарной сигнализации выполнена на базе ППКП «А16-512». Установка ППКП, модуля расширения АР-16 , ВПУ-А-16, РМ-64-6, УОО СПИ «Молния», выполнена в помещении дежурного в здании проходной.

В качестве автоматических и ручных пожарных извещателей применяются: дымовые пожарные извещатели ИП 212-5МУ, тепловые пожарные извещатели ИП 105-02-А1М, ручные пожарные извещатели ИП5-2Р.

В каждом помещении установлено не менее одного автоматического пожарного извещателя. Нормативные расстояния при размещении извещателей приняты согласно – СП 484.1311500.2020 [13].

Размещение пожарных извещателей произведено с учетом воздушных потоков в защищаемом помещении, вызываемых приточной или вытяжной

вентиляцией, при этом расстояние от ПИ до вентиляционного отверстия выполнено на расстоянии не менее 1 м.

Шлейфы выполнены в обрезках стальных труб в производственных помещениях, и в ПВХ-коробах в бытовых и административных помещениях.

ППКП и приборы пожарные управления установлены на стене из негорючих материалов. ППКП и ППУ размещены таким образом, чтобы высота от уровня пола до оперативных органов управления указанной аппаратуры была 0,8-1,5 м.

Шлейфы пожарной сигнализации выполнены кабелем связи КСВЭВ 2×0,5, в монтажных коробах, согласно чертежам проекта.

Не допускается прохождение шлейфов через дверные коробки. Прокладку и проходы через стены выполнены в соответствии с ПУЭ.

Расстояние от потолка до нижней точки ПИ соблюдается не более 0,3 м. За подвесным потолком имеющим сплошную конструкцию, ПИ размещены не ближе 0,1 м от стен.

По противопожарным требованиям предусматривается герметизация межэтажных отверстий, а так же выполняется заделка зазоров между проводами и стенками труб в местах их прохода через перекрытия огнезащитным материалом или другими веществами.

При переходе шлейфов пожарной сигнализации из одного помещения в другое просверлено отверстие в стене. Проходы проводов и кабелей через негорючие стены и междуэтажные перекрытия необходимо выполнять в отрезках труб или коробах. Зазоры в месте похода шлейфов заделаны составом из негорючих материалов. В качестве герметизирующего вещества применяется огнестойкая монтажная пена Soudafoam FR имеющая сертификат пожарной безопасности или другой аналог имеющий сертификат пожарной безопасности. В пожароопасных помещениях прокладка и проходы проводок через стены выполнены в соответствии с требованиями «Инструкции по монтажу электрооборудования пожароопасных установок напряжением до 1000 В» [14].



Извещатели во взрывоопасных помещениях включаются в искробезопасные шлейфы блока искрозащиты БиОП и затем подключаются к приемно-контрольному прибору А16-512.

При переходе, труб электропроводки из помещения со взрывоопасной зоной В-1а в помещение с нормальной средой или наружу, труба с проводами в местах прохода через стену имеет разделительное уплотнение в специально для этого предназначенной коробке. При прокладке искробезопасных цепей соблюдаются следующие требования:

- искробезопасные цепи должны отделяться от других цепей с соблюдением требований;
- расстояние между искробезопасными и искроопасными цепями не менее 8мм;
- изоляция проводов искробезопасных цепей должна иметь отличительный синий цвет.

Для обеспечения функциональности охранной сигнализации предусмотрены к установке на входные двери, в общие коридоры, а так же, на входные двери и люки в зоны технических помещений магнитоконтактные адресные извещатели, с включением в общий для пожарных извещателей шлейф ДПЛС.

В период проведения ремонтных работ в защищаемых помещениях пожарные извещатели защищены от попадания на них штукатурки, краски, побелки. После окончания ремонта защитные приспособления должны быть сняты.

Запас пожарных извещателей на предприятии обеспечивается исходя из требований – не менее 10% от числа смонтированных.

Пожарные извещатели СПС в местах, где имеется опасность их механического повреждения, защищены надежными ограждениями, не влияющими на их работоспособность.

Центральное оборудование управления и индикации, приемно-контрольное и исполнительное оборудование установлено в нишах

слаботочных стояков. В помещении, где расположено данное оборудование, имеется аварийное освещение и обеспечивается искусственное освещение не менее 150 лк. Предусмотрены мероприятия исключающие доступ посторонних лиц к оборудованию АУПС.

По степени надежности электроснабжения автоматические установки противопожарной защиты являются потребителями I категории и должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

При наличии одного источника питания допускается использовать в качестве резервного источника питания электроприемников установок противопожарной защиты, аккумуляторные батареи или блоки бесперебойного питания, которые должны обеспечивать питание указанных электроприемников в дежурном режиме в течение 24 часов и в режиме «Пожар» не менее 3 ч.

Установки питаются от 2-ух независимых источников: – 220В, 50Гц и АКБ 12В.

Основное электропитание оборудования предусматривается от «сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. От ВРУ, резервное – от аккумуляторной батареи» [14].

ИБП обеспечивают питание 24 часа + 3 работы системы в тревожном режиме согласно СП 484.1311500.2020 и расчету.

При пропадании основного питания происходит автоматическое переключение АПС на резервное питание.

Ширина подъездных и внутриплощадочных дорог на территории объекта составляет не менее 4,5 м по СП 37.13330.2012 [12].

В здании предусмотрена система оповещения и управления эвакуацией людей 2-го типа. При формировании сигнала пожар оповещение включается во всем здании одновременно.

В СОУЭ 2-го типа входит: оповещатели световые «Выход», оповещатели звуковые, самоклеющиеся знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения к эвакуационному выходу [15].

Световые оповещатели «Выход» устанавливаются над дверными проемами эвакуационных выходов и должны постоянно находиться во включенном состоянии.

Речевые оповещатели включаются при формировании сигнала «Пожар». Все линии оповещению контролируются на обрыв и короткое замыкание.

При детектировании АУПС возгорания, в системе формируется сигнал «Пожар». При этом соответствующим исполнительным оборудованием выполняются следующие действия и формируются следующие сигналы управления:

- в установку СОУЭ, расположенную в помещении на 1 этаже транслируется сигнал на запуск оповещения, по зонам, посредством коммутации реле блоков цепей запуска СОУЭ;
- выполняется разблокирование замков эвакуационных выходов, оснащенных СКУД, путем прерывания электропитания электроуправляемых замков, посредством блоков БР2, БР3 и БР4 (разблокирование замков СКУД должно быть произведено по истечении времени задержки в 1 минуту, с момента формирования АУПС состояния «Пожар»);
- на расцепители подается сигнал управления, для отключения электропитания установок тепловых завес и калорифера вентсистемы (подача указанных сигналов должна быть произведена после формирования АУПС состояния «Пожар», без задержки);
- в шкафы управления вентиляционными установками общеобменной вентиляции подается сигнал на ее отключение (по истечении времени задержки, в 3 минуты, необходимого для останова вентиляторов, подаётся сигнал на расцепитель для отключения питания приводов огнезадерживающих клапанов, в результате чего,

возвратные пружины указанных клапанов приводят створки клапанов в закрытое положение).

Приказом руководителя предприятия назначены:

- лицо, ответственное за эксплуатацию СПС;
- обслуживающий персонал для производства технического обслуживания и ремонта СПС (при обслуживании СПС силами предприятия);
- оперативный (дежурный) персонал для круглосуточного приема сигналов от СПС.

Вывод по 2 разделу.

Здания и сооружения размещены с учетом противопожарных норм. Планировка территории выполнена с исключением возможности растекания аварийного пролива по территории площадки и за её пределы.

Оборудование системы пожарной сигнализации соответствует требованиям Технического регламента по ПБ.

В соответствии с действующими нормами и правилами, данная система пожарной безопасности обеспечивает своевременное обнаружение пожара, оповещение людей о пожаре на данном объекте.

Используемые приборы и оборудование обеспечивают выдачу сигналов на своевременное отключение систем вентиляции.

### **3 Усовершенствование систем обеспечения пожарной безопасности химического предприятия**

Для обеспечения пожарной безопасности здания, предусмотрены противопожарные мероприятия, в соответствии действующими нормами и правилами.

На объекте отсутствует противопожарное водоснабжение, поэтому в пожароопасных помещениях не выполнено пенное пожаротушение.

В технологическом процессе исследуемого объекта защиты обращаются горючие жидкости и материалы.

Нефтяные масла поступают объемом до 75 м<sup>3</sup> на автомобильных цистернах типа VOLVO, объемом 30 м<sup>3</sup> и перекачиваются в хранилища масел насосами.

Необходимо в местах хранения и возможного пролива ГЖ установить систему автоматического пожаротушения.

«Выбор огнетушащего вещества в виде огнетушащего порошка общего назначения выполним на основании свойств находящихся на объекте материальных ценностей – горючие жидкости (масла)» [2].

«Противопоказания к применению выбранного огнетушащего вещества проверены:

- по таблице 5.1 Рекомендаций ВНИИПО «Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа» – твердые не тлеющие вещества, резинотехнические изделия – «подходит хорошо» [18];
- предельные и непредельные углеводороды – «подходит отлично».
- по справочным материалам – «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения» под ред. проф. Баратова – при тушении имеющихся веществ порошок относится к «наиболее целесообразным средствам тушения» (табл.4.1, гр.1, гр.3)» [2].

Для обеспечения необходимого технико-экономического уровня предлагаемых решений при выборе способов и технических средств реализации проекта первостепенное внимание должно быть уделено оптимизации технико-экономических показателей систем пожарной безопасности.

На основании «анализа технологических, конструктивных и объемно-планировочных решений объекта защиты оптимальным является способ тушения – локально по поверхности» [2].

«Размещение средств тушения производится с учетом геометрии распыла» [2].

«Принцип построения установки пожаротушения – модульный» [2].

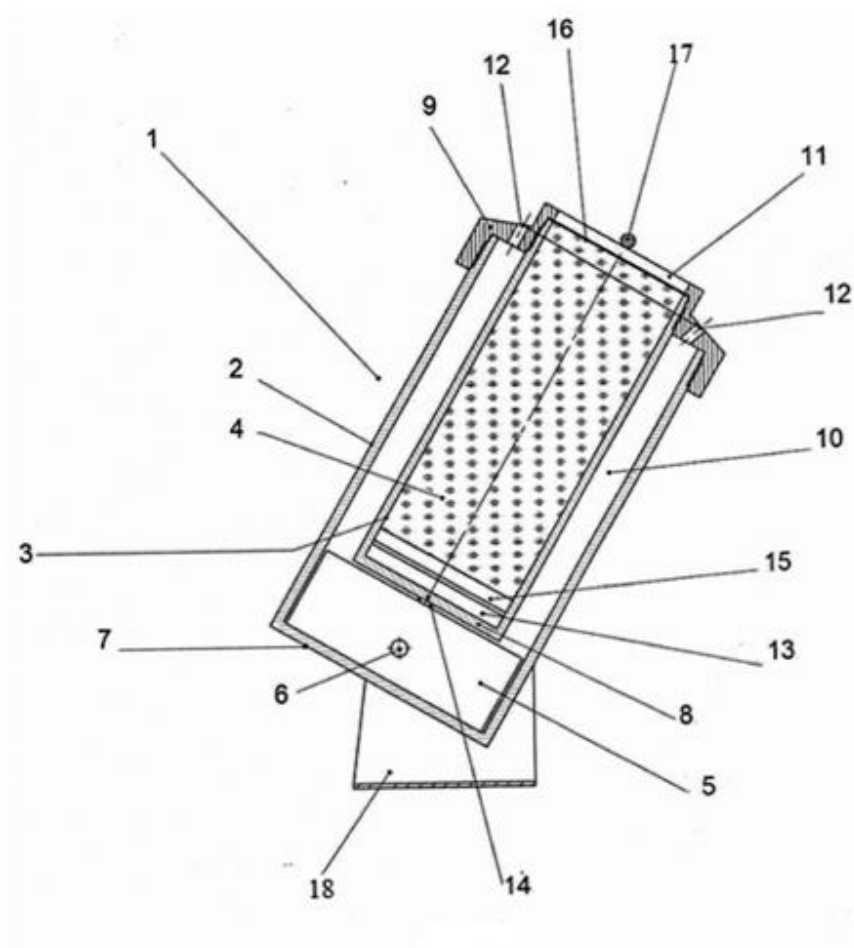
Рассмотрим изобретение № RU198340U1 «Устройство аэрозольно-порошкового пожаротушения», автор – Мельничук Антон Витальевич (BY), патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью «Авангардспецмонтажплюс» (BY), подача заявки 11.12.2019 [9].

«Полезная модель относится к устройствам противопожарной техники, принцип действия которых основан на использовании комбинированных средств: ингибирующего аэрозоля и огнетушащего порошка. Устройство предназначено для тушения пожаров классов: А (твердых веществ), В (жидких веществ), С (газообразных веществ) и Е (электрооборудования, находящегося под напряжением без учета параметра пробивного напряжения огнетушащего порошка)» [9].

«Технический результат достигается за счет того, что конструкция полезной модели позволяет использовать огнетушащие вещества в разном соотношении, разные по характеристикам и разные по объему, что позволяет создать устройство, предназначенное для тушения любых очагов пожара и в любых применяемых условиях, объектах и на транспорте. В устройстве отсутствуют дополнительные препятствия для выхода огнетушащих веществ, отсутствует контакт огнетушащего порошка и горячих газов, образованных

при горении пиротехнического заряда и аэрозолеобразующего вещества, что приводит к исключению запекания огнетушащего порошка» [9].

Устройство аэрозольно-порошкового пожаротушения представлено на рисунке 2.



1 – генератор аэрозоля; 2 – корпус; 3 – ёмкость; 4 – порошок; 5 – заряд; 6 – узел воспламенения; 7 – днище; 8 – днище ёмкости; 9 – крышка; 10 – проход; 11 – центральное выпускное отверстие; 12 – выпускные отверстия; 13 – пиротехнический заряд; 14 – узел воспламенения; 15 – пыж; 16 – разрывная мембрана

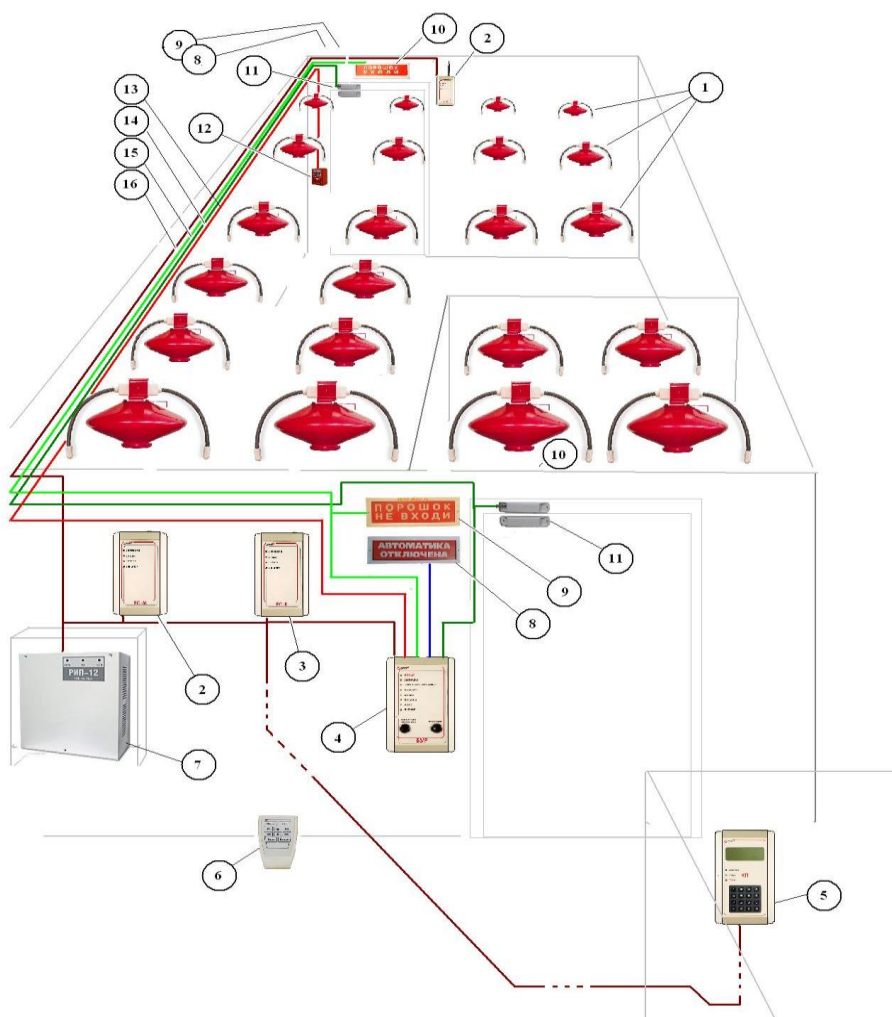
Рисунок 2 – Устройство аэрозольно-порошкового пожаротушения

«Установка автоматического порошкового пожаротушения не служит для защиты строительных конструкций от воздействия ОПФ с целью увеличения предельных значений, влияющих на устойчивость здания при пожаре. Конструкции приняты в соответствии с требованиями нормативных

документов по пожарной безопасности и не требуют дополнительной защиты» [9].

«С учетом конструктивных особенностей объекта защиты, вида горючей нагрузки, геометрии размещения в качестве основного компонента системы пожаротушения (средства тушения) выбран модуль порошкового пожаротушения импульсного действия МПП(р) «Агат» [9].

Структурная схема АУПТ «Агат» приведена на рисунке 3.



1 – МПП с БОС; 2 – РС-М; 3 – РС-К; 4 – БУР; 5 – КП; 6 – БД; 7 – РИП; 8 – Табло «Автоматика отключена»; 9 – Табло «Порошок. Не входи!» (снаружи); 10 – Табло «Порошок. Уходи!» (внутри); 11 – Датчик контроля двери; 12 – Ручной ПИ; 13 – ШС ручных ПИ; 14 – ШС датчика контроля двери; 15 – линия управления табло; 16 – линия питания 12 вольт.

Рисунок 3 – Структурная схема АУПТ «Агат»



Функциональная схема установки представлена на рисунке 4.

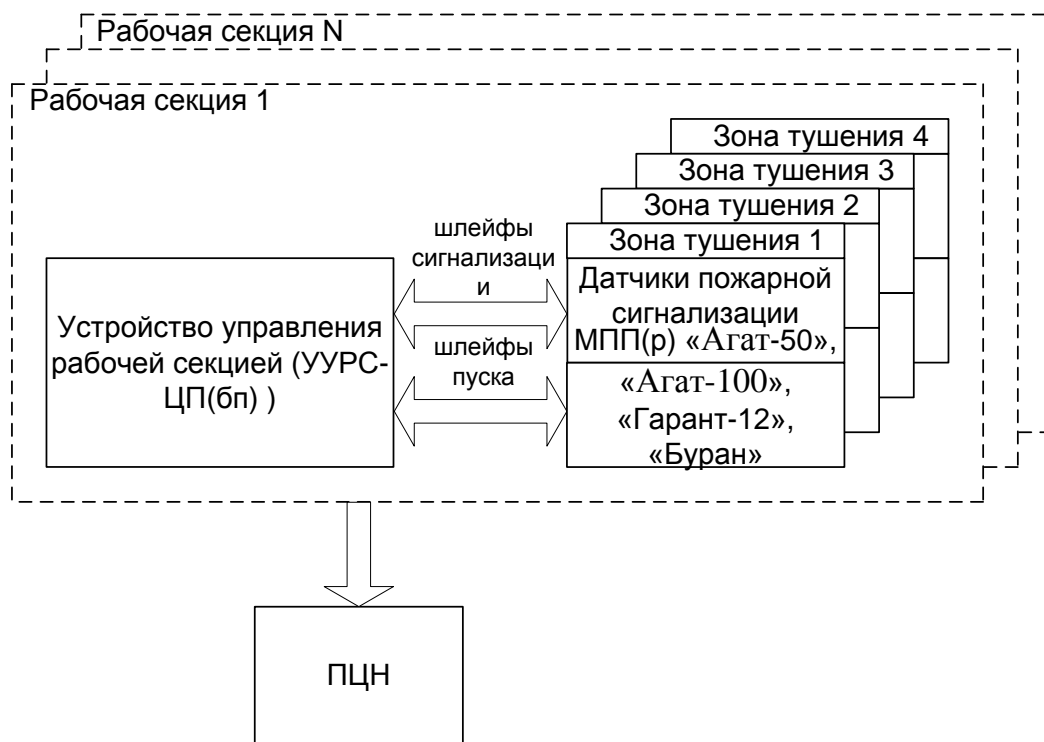


Рисунок 4 – Функциональная схема установки

Защите системой пожаротушения подлежит пространство хранения нефтепродуктов и другие помещения производственно-технического назначения в соответствии с п.6 Методики расчёта [4].

Площадь размещения ёмкостей хранения ГЖ – 280 м<sup>2</sup>. Стеллажи расположены двойными рядами. Расстояние между двумя линиями хранения в одном ряду – 0,4 м. Ширина проезда – 3,3 метра. Высота помещения – 6,7м.

При использовании локального способа тушения по площади количество МПП(р) для защиты помещения определяется по формуле 1:

$$N = \frac{S_s}{S_n} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \quad (1)$$

где N – «количество МПП(р) необходимых для защиты, шт.;

S<sub>n</sub> – нормативная площадь защищаемая одним МПП(р), м<sup>2</sup>;

S<sub>s</sub> – площадь защищаемого помещения, м<sup>2</sup>;

- $K_1$  – коэффициент неравномерности распыления порошка;
- $K_2$  – коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания и зависящий от отношения площади, затененной оборудованием, к защищаемой площади;
- $K_3$  – коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне в сравнении с бензином А-76;
- $K_4$  – коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения» [5].

Количество модулей определяется по формуле (1), где:

$k_1$  – равен 1,0;

$k_2$  – равен 1,0;

$k_3$  – равен 1,0;

$k_4$  – равен 1,0.

По паспортным данным МПП(р) «Агат-50» значение огнетушащей эффективности – 40 м<sup>2</sup>.

Для модулей МПП(р) «Агат-50», расположенных в защищаемой зоне, с учетом высоты размещения, затененности строительными конструкциями, диаграмм распыла, принимаем значение огнетушащей эффективности – 30 м<sup>2</sup>.

$S_n$  – равен 30 м<sup>2</sup>;

$S_s$  – равен 600 м<sup>2</sup> (п.2.2 приложения 9 Методики).

$N$ , рассчитанный по формуле 1, равен 20.

Для остальных помещений, подлежащих защите, рассчитываем количество модулей по формуле (1), принимая  $k_2=1,1$ ;

Исходя из тактико-технических характеристик на один МПП(р) «Агат-50», защищаемая площадь одним модулем составляет 30 м<sup>2</sup>.

Исходя из тактико-технических характеристик на один МПП(р)-7, защищаемая площадь одним модулем составляет 28 м<sup>2</sup>.

Исходя из тактико-технических характеристик на один МПП(р)-5, защищаемая площадь одним модулем составляет 25 м<sup>2</sup>.

Для защиты помещений, с учетом конфигурации помещений, используются 20 модулей «Агат-50».

При работе в режиме «пожар» включается система оповещения во всех помещениях, срабатывают оповещатели «Порошок – уходи!» и после задержки на эвакуацию людей срабатывают табло «Порошок – не входи!» и производится автоматический запуск модулей пожаротушения в зоне, контролируемой данным БУ.

В случае, если открыта одна из дверей в зоне пожаротушения, происходит блокировка запуска модулей до закрытия всех дверей, при этом срабатывает световое табло «Автоматика отключена».

Выводы по 3 разделу.

Модули пожаротушения при количестве их в зоне больше одного подключаются к БУ через расширители направлений пуска «Гранд Магистр РН ПУ» с целью их поочередного запуска и контроля цепей на обрыв и короткое замыкание.

Расчет необходимого количества модулей произведен на основании методики и паспортов на модули, с учетом диаграммы распыла порошка, с предусмотренным для локального пожаротушения по площади увеличением подлежащей защите площади на 10%, коэффициент  $k_4$  принят =1 в соответствии с паспортами модулей.

Исходя из тактико-технических характеристик на один МПП(р)-7, защищаемая площадь одним модулем составляет 28 м<sup>2</sup>.

Исходя из тактико-технических характеристик на один МПП(р)-5, защищаемая площадь одним модулем составляет 25 м<sup>2</sup>.

Для защиты помещений, с учетом конфигурации помещений, используются 20 модулей «Агат-50».

#### 4 Организация процесса эвакуации на объекте

В здании имеются четыре лестничные клетки. Все лестничные клетки имеют выходы непосредственно наружу.

Помещения объекта защиты «обеспечиваются эвакуационными выходами, ведущими наружу (ст.89, п.3 ФЗ № 123-ФЗ):

- непосредственно;
- через коридор;
- через коридор и тамбур;
- в соседнее помещение, обеспеченное вышеуказанными выходами» [14].

Расстояния от наиболее удаленных мест нахождения персонала до ближайшего эвакуационного выхода соответствуют требованиям п.9.2.7, табл.29 СП 1.13130.2020 [16].

Расстояние между эвакуационными выходами соответствует требованиям п.4.2.4 СП 1.13130.2020 [16].

«В здании предусмотрена система оповещения и управления эвакуацией людей 2-го типа» [16]. При формировании сигнала пожар оповещение включается во всем здании одновременно.

В СОУЭ 2-го типа входит: оповещатели световые «Выход», оповещатели звуковые, самоклеющиеся знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения к эвакуационному выходу.

Расчетное время эвакуации людей ( $t_p$ ) следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути  $t_i$  по формуле 2.

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i \quad (2),$$

где  $t_1$  – время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин.

$t_2 + t_3 + \dots + t_i$  - время движения людского потока на каждом из

следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути  $t_1$ , мин. вычисляется по формуле 3:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1} \quad (3)$$

где  $L_1$  – длина первого участка пути, м.

$V_1$  – значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, определяется по таблице 2 в зависимости от плотности  $D$ , м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Плотность людского потока ( $D_1$ ) на первом участке пути, вычисляется по формуле 4:

$$D_1 = \frac{(N_1 \times f)}{(L_1 \times d_1)} \quad (4),$$

где  $N_1$  – число людей на первом участке, чел;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая равной, м.кв.: взрослого в домашней одежде – 0,1; взрослого в зимней одежде – 0,125;

$d_1$  – ширина первого участка пути, м.

Скорость  $V_1$  движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимается по табл. 2 (ГОСТ 12.1.004 [17]) в зависимости от значения интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которое вычисляется для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле 5:

$$g_i = \frac{g_{i-1} \times d_{i-1}}{d_i} \quad (5)$$

где  $d_i$ ,  $d_{i-1}$  – ширина рассматриваемого  $i$ -го и предшествующего ему участка пути, м;

$g_i, g_{i-1}$  – значение интенсивности движения людского потока по рассматриваемому  $i$ -му и предшествующему участкам пути, м/мин, значение интенсивности движения людского потока на первом участке пути ( $g = g_{i-1}$ ) определяется по табл. 2 по значению  $D1$  установленному по формуле (5) [17].

Параметры потока на участке 1:

$$D1 = \frac{(3 \times 0,1)}{(3,7 \times 1,95)} = 0,04 \text{ м}^2/\text{м}^2, \text{ что соответствует } V1=100 \text{ м/мин, } g1=4 \text{ м/мин.}$$

Время движения до проема  $t1 = 3,7 / 100 = 0,04$  мин.

Интенсивность движения потока в проеме (участок 2):

$$g2 = \frac{4 \times 1,95}{0,90} = 8,66 \text{ м/мин} < g_{\max}$$

Параметры потока на участке 3:

$$g3 = \frac{8,66 \times 0,90}{3,4} = 2,29 \text{ м/мин, что соответствует } V3=100 \text{ м/мин.}$$

Время движения до проема –  $t3 = \frac{5,87}{100} = 0,06$  мин.

Интенсивность потока на участке  $g4$  (дверной проем):

$$g4 = \frac{2,29 \times 3,4}{0,90} = 8,65 \text{ м/мин} < g_{\max}$$

Параметры потока на участке 5:

$$g5 = \frac{8,65 \times 0,90}{1,9} = 4,1 \text{ м/мин, что соответствует } V3=100 \text{ м/мин}$$

Время движения по участку 5:

$$t_5 = \frac{1,59}{100} = 0,02 \text{ мин}$$

Интенсивность на участке 6 (дверной проем):

$$g_6 = \frac{4,1 \times 1,9}{0,9} = 8,66 \text{ м/мин} < g_{\max}$$

Параметры потока на участке 7:

$$g_7 = \frac{8,66 \times 0,90}{1,7} = 4,58 \text{ м/мин, что соответствует } V_3=100 \text{ м/мин.}$$

Время движения по участку 7:

$$t_7 = \frac{9,7}{100} = 0,1 \text{ мин}$$

Интенсивность движения через проем  $g_8 = \frac{4,58 \times 1,7}{0,9} = 8,65 < g_{\max}$

Параметры потока на участке 9:

$$g_9 = \frac{8,65 \times 0,90}{1,12} = 6,95 \text{ м/мин, что соответствует } V_9=85 \text{ м/мин.}$$

Время движения по участку 9:

$$t_7 = \frac{1,37}{85} = 0,02 \text{ мин}$$

Интенсивность движения через проем  $g_{10} = 6,95 \times 1,12 / 0,9 = 8,65 < g_{\max}$ .

По результатам расчета время эвакуации составит  $t_p = 0,24$  мин (14,4 с.).  
 Задержка запуска модулей пожаротушения в системе может составлять до 105 с.

Расчет произведен по ГОСТ 12.1.004-91 приложение 2 и представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет времени эвакуации

t	Участок	Помещение	L м.	b м.	b м, проем	D расч	g м/мин	V м/мин	t мин.
t1	1 участок	№13 Склад	3,7	1,95	–	0,04	4,00	100	0,04
t2	2 участок	дв. проем	–	–	0,9	–	8,66	–	–
t3	3 участок	№15 Склад	5,87	3,4	–	–	2,29	100	0,06
t4	4 участок	дв. проем	–	–	0,9	–	8,65	–	–
t5	5 участок	№10 Склад	1,59	1,9	–	–	4,1	100	0,02
t6	6 участок	дв. проем	–	–	0,9	–	8,66	–	–
t7	7 участок	№8 Коридор	9,7	1,7	–	–	4,58	100	0,1
t8	8 участок	дв. проем	–	–	0,9	–	3,20	–	–
t9	9 участок	№17 Тамбур – шлюз	1,37	1,12	–	–	6,95	85	0,02
t10	10 участок	дв. проем	–	–	0,9	–	8,65	–	–
$t_p$									0,24

План эвакуации из склада АО «Фосфохим» представлен на рисунке 5.

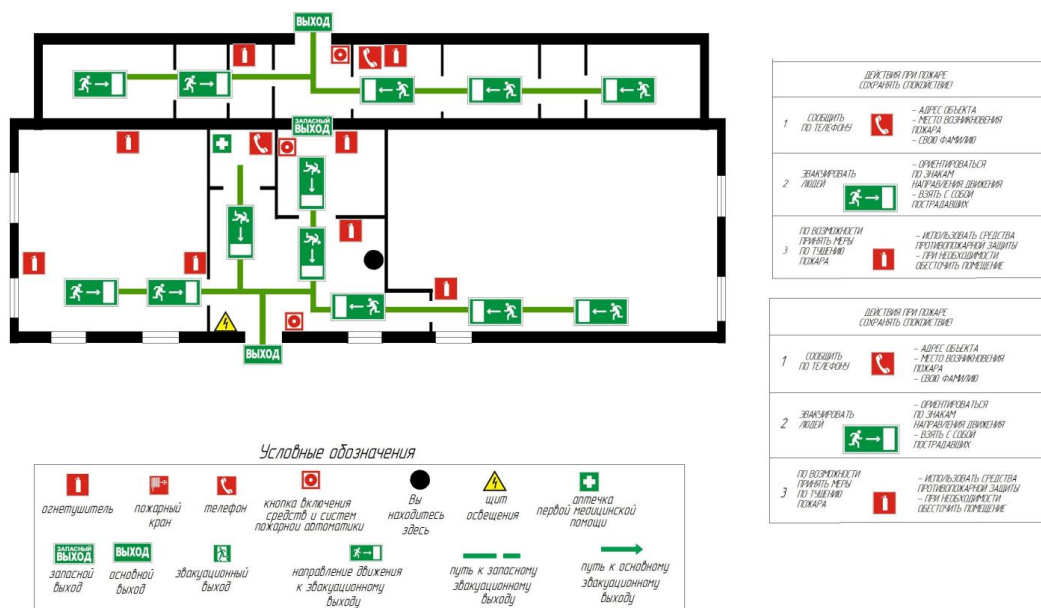


Рисунок 5 – План эвакуации из помещений склада АО «Фосфохим»



Выводы по 4 разделу.

Здания АО «Фосфохим» обеспечено эвакуационными выходами согласно требованиям СП 1.13130.2020.

«Расстояния от наиболее удаленных мест нахождения персонала до ближайшего эвакуационного выхода соответствуют требованиям п.9.2.7, табл.29 СП 1.13130.2020» [16].

По результатам расчета время эвакуации составит  $t_p = 0,24$  мин (14,4 с.). Задержка запуска модулей пожаротушения в системе может составлять до 105 с.

При формировании сигнала пожар оповещение включается во всем здании одновременно.

В СОУЭ 2-го типа входит: оповещатели световые «Выход», оповещатели звуковые, самоклеющиеся знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения к эвакуационному выходу.

Расчетное время эвакуации людей составит 0,24 мин (14,4 с). Задержка запуска модулей пожаротушения в системе может составлять до 105 с.

## 5 Охрана труда

Для защиты персонала предприятия от опасных ситуаций, связанных с дорожно-транспортными происшествиями на территории АО «Фосфохим» обеспечивается прилегающая к зданиям и сооружениям территория проездами, тротуарами и переходами. Всё перечисленное обозначено соответствующими дорожными знаками и указателями.

Рассмотрим порядок устройства тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников АО «Фосфохим».

«Требования безопасности по обустройству, содержанию и эксплуатации производственных территорий регламентированы межотраслевыми и отраслевыми правилами по охране труда, санитарными правилами и иными нормативными правовыми актами с учетом специфики и особенностей производственной деятельности хозяйствующих субъектов» [11].

«Для пешеходов на территории организации устраиваются тротуары шириной не менее 1,5 м. При пешеходном движении менее 100 человек в обоих направлениях допускается устройство тротуаров шириной 1 м» [11].

«Переход через железнодорожные пути разрешается только в местах, обозначенных специальными указателями. Перед пересечением железнодорожных путей с пешеходными и автомобильными дорогами должны быть устроены переходы и проезды с предупреждающими знаками и светозвуковой сигнализацией» [11].

«Дороги, тротуары, проходы к местам работы должны быть свободными для движения, выровнены (без рытвин, ям)» [11].

Разработаем схему размещения тротуаров и переходов на территории АО «Фосфохим» в целях обеспечения безопасности работников.

Регламентированная процедура устройства тротуаров и переходов на территории организации изображена на рисунке 6.

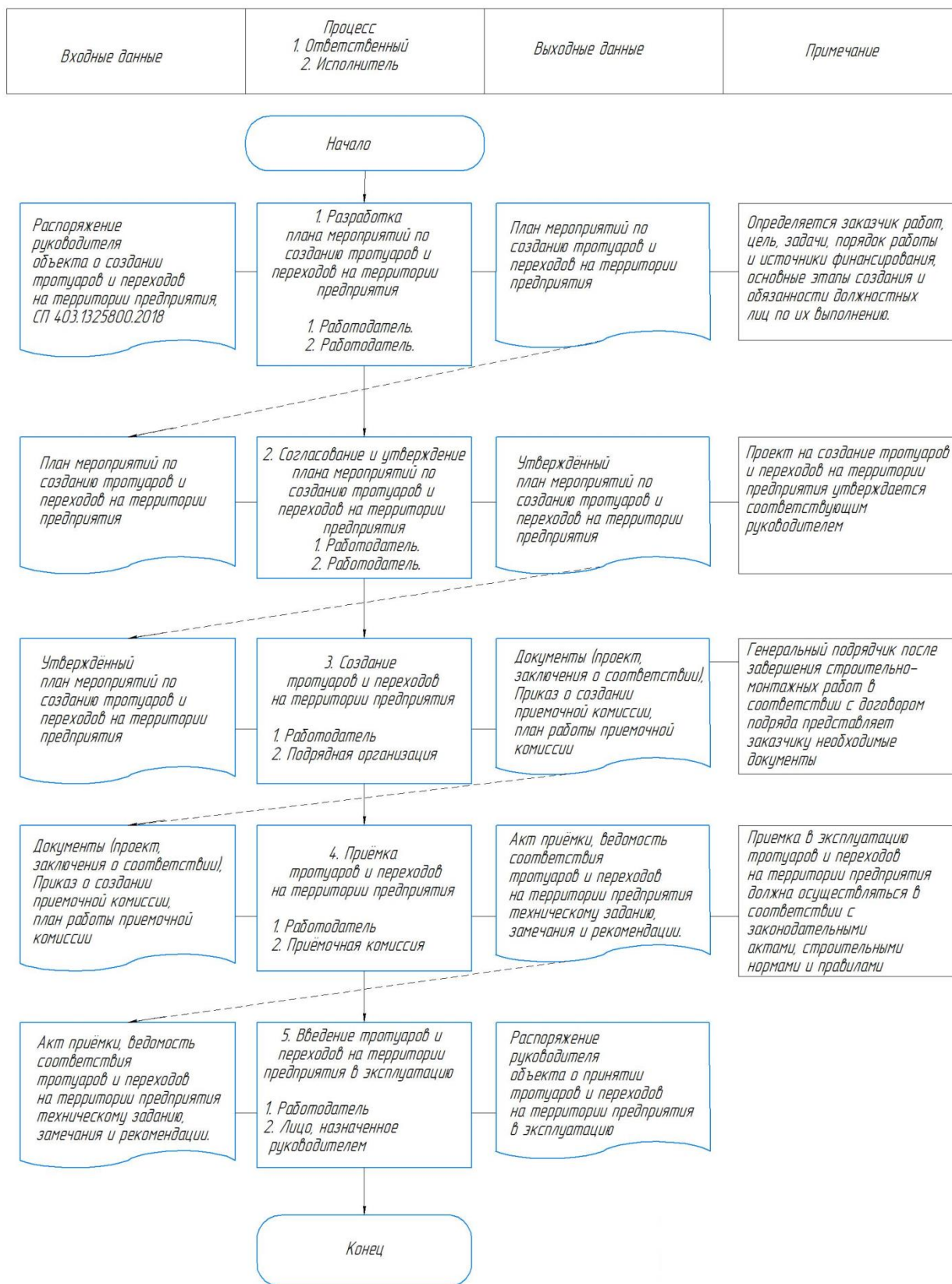


Рисунок 6 – Регламентированная процедура устройства тротуаров и переходов на территории организации

«На территории должны быть устроены автомобильные дороги, ширина которых определяется в зависимости от типа автотранспортных средств и категории дороги. Во всех случаях ширина проезжей части должна быть не менее чем на 1 м больше ширины габарита используемого на объекте транспорта» [11].

Выводы по разделу.

Безопасность и организация движения обеспечивается комплексом проектных решений по различным элементам и инженерным устройствам дороги.

Для защиты персонала предприятия от опасных ситуаций, связанных с дорожно-транспортными происшествиями на территории АО «Фосфохим» обеспечивается прилегающая к зданиям и сооружениям территория проездами, тротуарами и переходами. Всё перечисленное обозначено соответствующими дорожными знаками и указателями.

Знаки безопасности на территории АО «Фосфохим» запроектированы согласно ГОСТ 12.4.026-2015 «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная» [20].

## 6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проанализируем экологическую безопасность и антропогенное воздействие АО «Фосфохим» на окружающую среду.

На производственной площадке АО «Фосфохим» обращаются отходы различных классов опасности.

Перечень образующихся в АО «Фосфохим» отходов указан в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень отходов с указанием класса опасности

Код отхода по ФККО	Наименование отхода
1 класс опасности	
353 301 00 13 01 1	«Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак» [6]
2 класс опасности	
353 102 11 01 01 2	«Отходы, содержащие свинец (в том числе пыль и/или опилки свинца), несортированные» [6]
515 030 01 01 01 2	«Отходы хлорида меди в твердом виде» [6]
515 043 00 02 01 2	«Растворы аммиачные для травления меди отработанные» [6]
521 001 01 02 01 2	«Кислота аккумуляторная серная отработанная» [6]
521 001 03 04 01 2	«Шлам сернокислотного электролита» [6]
524 001 00 00 01 2	«Щелочи аккумуляторные отработанные» [6]
3 класс опасности	
171 302 01 04 03 3	«Опилки древесные, загрязненные минеральными маслами (содержание масел – 15% и более)» [6]
171 303 01 04 03 3	«Опилки древесные, загрязненные бензином (содержание бензина – 15% и более)» [6]
314 023 03 04 03 3	«Песок, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более) » [6]
314 023 04 01 03 4	«Песок, загрязненный бензином (количество бензина менее 15%)» [6]
314 802 02 01 03 3	«Угольные фильтры отработанные, загрязненные минеральными маслами (содержание масла – 15% и более)» [6]
353 103 01 01 01 3	«Лом меди несортированный» [6]
353 103 02 01 01 3	«Лом меди в кусковой форме незагрязненный» [6]
353 103 11 01 01 3	«Отходы, содержащие медь, несортированные» [6]
353 103 14 01 01 3	«Отходы, содержащие листовой прокат меди» [6]
353 103 15 08 01 3	«Опилки медные незагрязненные» [6]
541 002 05 02 03 3	«Масла промышленные отработанные» [6]

Продолжение таблицы 2

Код отхода по ФККО	Наименование отхода
541 002 11 02 03 3	«Масла компрессорные отработанные» [6]
541 002 21 02 03 3	«Силиконовые масла, отработанные» [6]
541 003 15 02 03 3	«Остатки смазочно-охлаждающих масел для механической обработки, потерявших потребительские свойства» [6]
544 002 01 06 03 3	«Эмульсии и эмульсионные смеси для шлифовки металлов отработанные, содержащие масла или нефтепродукты в количестве 15% и более» [6]
546 002 00 06 03 3	«Всплывающая пленка из нефтеуловителей (бензиноуловителей)» [6]
549 027 01 01 03 3	«Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более)» [6]
4 класс опасности	
187 201 01 01 01 4	«Отходы бумаги с нанесенным лаком» [6]
187 901 00 01 00 4	«Разнородные отходы бумаги и картона» [6]
912 004 00 01 00	«Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» [6]
5 класс опасности	
187 101 01 01 00 5	«Отходы бумаги от резки и штамповки» [6]
187 101 02 01 00 5	«Отходы картона от резки и штамповки» [6]
187 103 00 01 00 5	«Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства» [6]
187 106 00 01 00 5	«Отходы печатной продукции (цветная печать)» [6]
314 043 02 01 99 5	«Абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов» [6]
354 101 01 01 99 5	«Лом медных сплавов несортированный» [6]
571 012 00 01 00 5	«Отходы жесткого пенопласта (исключая поливинилхлоридный) » [6]
912 013 00 01 00 5	«Отходы (мусор) от уборки территории» [6]

На территории АО «Фосфохим» образуются 35 видов отходов 1 – 5 класса опасности, из них такие отходы, как лом и отходы, содержащие медь перерабатываются на территории предприятия.

Отвод канализации из здания бытовых помещений предусмотрен двумя выпусками диаметрами 100 мм и одним выпуском диаметром 50 мм.

В соответствии с техническими условиями выпуск канализационных стоков осуществляется в существующую сеть канализации производственной площадки «Фосфор» диаметром 600 мм.

Процедура получения разрешения на осуществление выбросов в атмосферу представлена на рисунке 7.

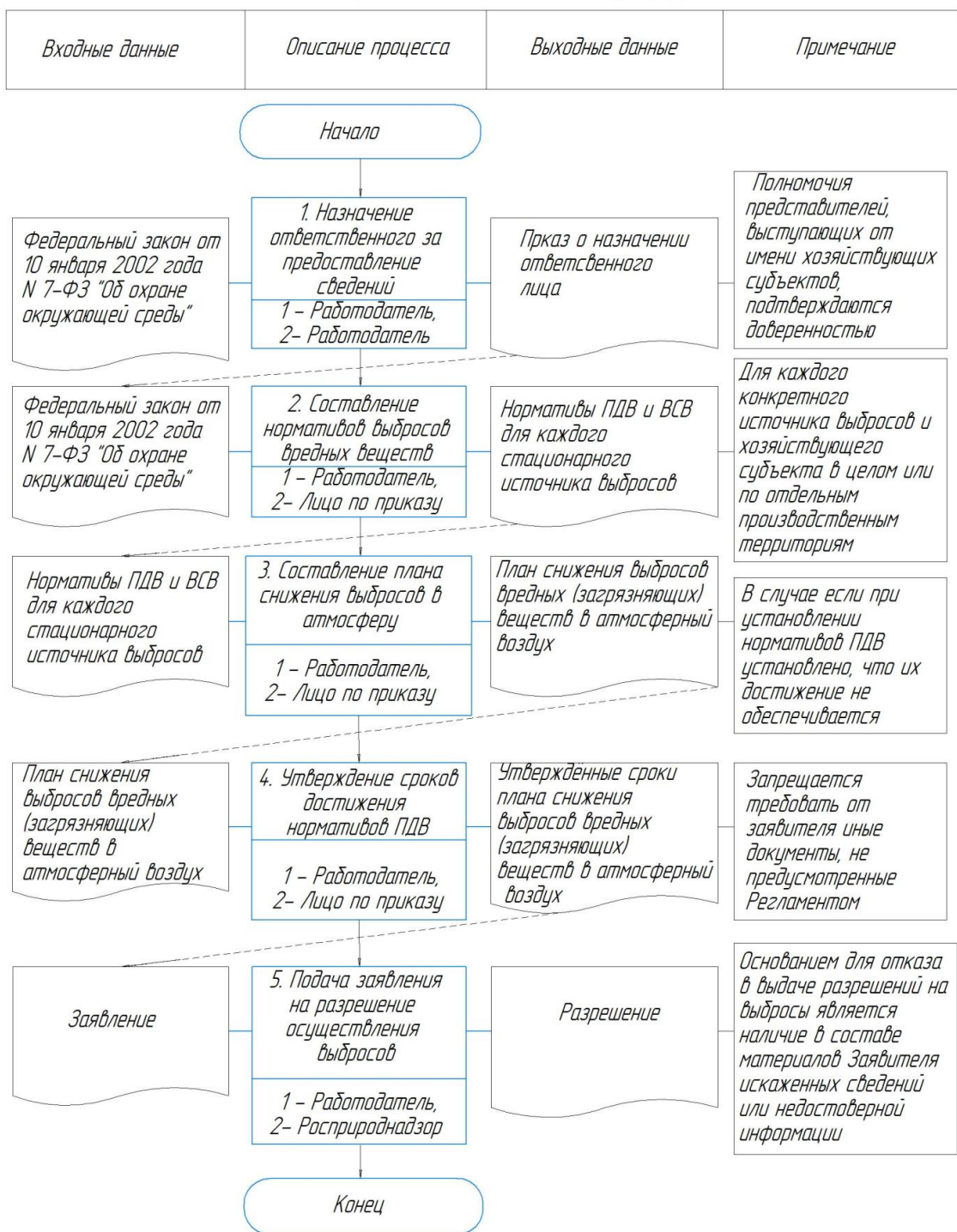


Рисунок 7 – Процедура получения разрешения на осуществление выбросов в атмосферу

Регулирование выбросов осуществляется с учетом прогноза НМУ на основе предупреждений о возможном опасном уровне концентраций примесей в воздухе с целью его предотвращения. В зависимости от

ожидаемого уровня загрязнения атмосферы составляются предупреждения 3-х степеней [7].

Предупреждение первой степени составляются, если предсказывается превышение первого относительно высокого уровня загрязнения атмосферы. При этом ожидаются концентрации в воздухе одного или нескольких контролируемых веществ выше ПДК

Предупреждение второй степени составляется в двух случаях:

- если предсказывается превышение второго относительно высокого уровня загрязнения воздуха и одновременно ожидаются концентрации в воздухе одного или нескольких контролируемых веществ от 3 до 5 ПДК;
- если после передачи предупреждения первой степени, поступающая информация показывает, что принятые меры не обеспечивают необходимую чистоту атмосферы.

Предупреждения третьей степени составляются в случае, когда после передачи второй степени сохраняется высокий уровень загрязнения атмосферы, ожидается сохранение НМУ, при этом ожидаются концентрации в воздухе одного или нескольких контролируемых веществ выше 5 ПДК.

Вывод по разделу.

На территории АО «Фосфохим» образуются 35 видов отходов 1 – 5 класса опасности, из них такие отходы, как лом и отходы, содержащие медь перерабатываются на территории предприятия.

Отвод канализации из здания бытовых помещений предусмотрен двумя выпусками диаметрами 100 мм и одним выпуском диаметром 50 мм.

В соответствии с техническими условиями выпуск канализационных стоков осуществляется в существующую сеть канализации производственной площадки «Фосфор» диаметром 600 мм.

Для охраны окружающей среды в части охраны атмосферного воздуха, почв, водоемов, флоры и фауны, необходимо выполнять ряд мероприятий,



направленных на сохранность окружающей среды и нанесения ей минимального ущерба во время производства:

- при проведении всех видов строительного-монтажных работ следует выполнять мероприятия по охране окружающей среды в соответствии с планом производства работ (ППР);
- применение электроэнергии для технологических нужд предприятия взамен твердого и жидкого топлива при приготовлении органических, смазывающих материалов, разогрева материалов и подогрева воды;
- применение герметических емкостей для перевозки жидких материалов;
- устранение открытого хранения, погрузки и перегрузки сыпучих, пылящих материалов (применение контейнеров, специальных транспортных средств);
- оптимизация поставок и потребления производственных материалов, уменьшающих образования отходов.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Для обеспечения пожарной безопасности здания, предусмотрены противопожарные мероприятия, в соответствии действующими нормами и правилами [8].

На объекте отсутствует противопожарное водоснабжение, поэтому в пожароопасных помещениях не выполнено пенное пожаротушение.

В технологическом процессе исследуемого объекта защиты обращаются горючие жидкости и материалы.

Нефтяные масла поступают объемом до 75 м<sup>3</sup> на автомобильных цистернах типа VOLVO, объемом 30 м<sup>3</sup> и перекачиваются в хранилища масел насосами.

Предложено в местах хранения и возможного пролива ГЖ установить систему автоматического пожаротушения.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте

Мероприятия	Срок исполнения
Разработка проекта автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения	2023 год
Монтаж установки автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения	2023 год
Пуско-наладочные работы	2023 год

Для модулей МПП(р) «Агат-50», расположенных в защищаемой зоне, с учетом высоты размещения, затененности строительными конструкциями, диаграмм распыла, принимаем значение огнетушащей эффективности – 30 м<sup>2</sup>.

Для защиты помещений, с учетом конфигурации помещений, используются 20 модулей «Агат-50».

Рассчитаем экономическую эффективность установки автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения.

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров будет производиться по двум вариантам:

- производственное здание АО «Фосфохим» в местах хранения ГЖ не оборудовано автоматической системой аэрозольно-порошкового пожаротушения;
- производственное здание АО «Фосфохим» в местах хранения ГЖ не оборудовано автоматической системой аэрозольно-порошкового пожаротушения.

Рассчитаем площадь пожара по формуле 6:

$$F''_{\text{пож}} = \pi(v_{\text{л}} B_{\text{св.г}})^2 2 \text{ м}^2, \quad (6)$$

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

$B_{\text{св.г}}$  – время свободного горения, мин.» [10]

$$F''_{\text{пож}} = 3,14(1 \times 15)^2 2 = 1413 \text{ м}^2,$$

Расчёт ожидаемых потерь производится по формуле 7.

Данные для расчёта представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
1	2	3	4
Площадь пожара	м <sup>2</sup>	1413	20
Площадь здания	м <sup>2</sup>	9139	

Продолжение таблицы 4

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
Стоимость оборудования	руб./м <sup>2</sup>	20000	20000
Стоимость частей зданий и строений	руб./м <sup>2</sup>	10000	10000
Вероятность возникновения загорания на исследуемом объекте	1/м <sup>2</sup> в год	5·10 <sup>-6</sup>	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [10]	$P_2$	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [10]	$P_1$	0,79	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [10]	$P_3$	0,95	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [10]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [10]	$\kappa$	1,63	

Расчёт материальных потерь:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2), \quad (7)$$

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

$M(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [10]:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k)p_1; \quad (8)$$

«где  $J$  – вероятность возникновения пожара, 1/м<sup>2</sup> в год;

$F$  – площадь объекта, м<sup>2</sup>;

$C_T$  – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м<sup>2</sup>;

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

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [10].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (9)$$

«где  $p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

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

[10].

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-6} \times 9139 \times 20000 \times 1413 \times (1+1,63) \times 0,86 = 2920754,40 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-6} \times 9139 \times (20000 \times 1413 + 10000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 319059,24 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-6} \times 9139 \times 20000 \times 20 \times (1+1,63) \times 0,86 = 41341,18 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-6} \times 9139 \times (20000 \times 20 + 10000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 4627,32 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери от пожаров:

- если производственное здание АО «Фосфохим» в местах хранения ГЖ не оборудовано автоматической системой аэрозольно-порошкового пожаротушения:

$$M(\Pi)_1 = 2920754,40 + 319059,24 = 3239813,64 \text{ руб./год};$$

- если производственное здание АО «Фосфохим» в местах хранения ГЖ не оборудовано автоматической системой аэрозольно-порошкового пожаротушения:

$$M(\Pi)_2 = 41341,18 + 4627,32 = 45968,50 \text{ руб./год.}$$

Стоимость монтажа установки автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Разработка проекта автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения	100000
Монтаж установки автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения	1000000
Стоимость оборудования	4000000
Пуско-наладочные работы	100000
Итого:	5200000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения по формуле 10:

$$P = A + C \quad (10)$$

где  $A$  – «затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб./год;

$C$  – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год» [10].

$$P=400000+512000=912000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 11:

$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} \quad (11)$$

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

$C_{\text{с.о.п.}}$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [10].

$$C_2=200000+312000=512000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 12:

$$C_{т.р.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \quad (12)$$

«где  $K_2$  – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$H_{т.р.}$  – норма текущего ремонта, %» [10].

$$C_{т.р.} = \frac{4000000 \times 5}{100} = 200000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 13:

$$C_{с.о.п.} = 12 \times Ч \times ЗПЛ \quad (13)$$

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

$ЗПЛ$  – заработная плата 1 работника, руб./месс» [10].

$$C_{с.о.п.} = 12 \times 1 \times 26000 = 312000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения рассчитываются по формуле 14:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (14)$$

«где  $K_2$  – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$H_a$  – норма амортизации, %» [10].

$$A = \frac{4000000 \times 10}{100} = 400000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+ИД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (15)$$

«где  $T$  – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

$t$  – год осуществления затрат;

$НД$  – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

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

$K1, K2$  – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

$P1, P2$  – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в  $t$ -м году, руб./год» [10].

Расчёт денежных потоков от монтажа автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчёт денежных потоков

Год	$M(П1)-M(П2)$	$Д$	$[M(П1)-M(П2)]Д$	$K_2-K_1$	Денежные потоки
1	2281845,14	0,91	2076479,08	5200000	-3123520,92
2	2281845,14	0,83	1893931,47	–	1893931,47
3	2281845,14	0,75	1711383,86	–	1711383,86
4	2281845,14	0,68	1551654,70	–	1551654,70
5	2281845,14	0,62	1414743,99	–	1414743,99
6	2281845,14	0,56	1277833,28	–	1277833,28
7	2281845,14	0,51	1163741,02	–	1163741,02
8	2281845,14	0,47	1072467,22	–	1072467,22
9	2281845,14	0,42	958374,96	–	958374,96
10	2281845,14	0,39	889919,60	–	889919,60

Вывод по разделу 7.

Интегральный экономический эффект от монтажа установки автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения в помещениях хранения нефтепродуктов производственного здания АО «Фосфохим» за десять лет составит 8810529,18 рублей.



## Заключение

Объект исследования – Акционерное Общество «Фосфохим», расположенное по адресу: г. Тольятти, Новозаводская ул., 2А, стр. 209.

Здание имеет II степень огнестойкости, класс функциональной пожарной опасности помещений Ф 5.1.

На объекте в ходе технологического процесса предусматривается использование горючих жидкостей, горючих газов и других взрывопожароопасных веществ и материалов.

Все электрические устройства, в том числе и временное силовое осветительное оборудование, соответствует требованиям ПУЭ.

В нерабочее время все электроприборы во всех помещениях выключены и сеть обесточена.

Производственная площадка обеспечивается средствами оповещения пожарной охраны, устройствами для подачи звукового сигнала пожарной тревоги и первичными средствами тушения пожара.

Металлические части технологических машин и механизмов с электроприводом, корпуса электродвигателей, трансформаторов, пусковых аппаратов, кожухов рубильников и других устройств заземлены.

Здания и сооружения размещены с учетом противопожарных норм. Планировка территории выполнена с исключением возможности растекания аварийного пролива по территории площадки и за её пределы.

Оборудование системы пожарной сигнализации соответствует требованиям Технического регламента по ПБ.

В соответствии с действующими нормами и правилами, данная система пожарной безопасности обеспечивает своевременное обнаружение пожара, оповещение людей о пожаре на данном объекте.

Используемые приборы и оборудование обеспечивают выдачу сигналов на своевременное отключение систем вентиляции.

Для обеспечения необходимого технико-экономического уровня предлагаемых решений при выборе способов и технических средств реализации проекта первостепенное внимание должно быть уделено оптимизации технико-экономических показателей систем пожарной безопасности.

Расчет необходимого количества модулей произведен на основании методики и паспортов на модули, с учетом диаграммы распыла порошка, с предусмотренным для локального пожаротушения по площади увеличением подлежащей защите площади на 10%, коэффициент  $k_4$  принят =1 в соответствии с паспортами модулей.

Исходя из тактико-технических характеристик на один МПП(р)-7, защищаемая площадь одним модулем составляет 28 м<sup>2</sup>. Исходя из тактико-технических характеристик на один МПП(р)-5, защищаемая площадь одним модулем составляет 25 м<sup>2</sup>. Для защиты помещений, с учетом конфигурации помещений, используются 20 модулей «Агат-50». Модули пожаротушения при количестве их в зоне больше одного подключаются к БУ через расширители направлений пуска «Гранд Магистр РН ПУ» с целью их поочередного запуска и контроля цепей на обрыв и короткое замыкание.

Здания АО «Фосфохим» обеспечено эвакуационными выходами согласно требованиям СП 1.13130.2020. По результатам расчета время эвакуации составит  $t_p = 0,24$  мин (14,4 с.). Задержка запуска модулей пожаротушения в системе может составлять до 105 с.

При формировании сигнала пожар оповещение включается во всем здании одновременно. В СОУЭ 2-го типа входит: оповещатели световые «Выход», оповещатели звуковые, самоклеющиеся знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения к эвакуационному выходу.

Безопасность и организация движения обеспечивается комплексом проектных решений по различным элементам и инженерным устройствам дороги.

Для защиты персонала предприятия от опасных ситуаций, связанных с дорожно-транспортными происшествиями на территории АО «Фосфохим» обеспечивается прилегающая к зданиям и сооружениям территория проездами, тротуарами и переходами. Всё перечисленное обозначено соответствующими дорожными знаками и указателями.

На территории АО «Фосфохим» образуются 35 видов отходов 1 – 5 класса опасности, из них такие отходы, как лом и отходы, содержащие медь перерабатываются на территории предприятия.

Отвод канализации из здания бытовых помещений предусмотрен двумя выпусками диаметрами 100 мм и одним выпуском диаметром 50 мм.

В соответствии с техническими условиями выпуск канализационных стоков осуществляется в существующую сеть канализации производственной площадки «Фосфор» диаметром 600 мм.

Для охраны окружающей среды в части охраны атмосферного воздуха, почв, водоемов, флоры и фауны, необходимо выполнять ряд мероприятий, направленных на сохранность окружающей среды и нанесения ей минимального ущерба во время производства:

- применение электроэнергии для технологических нужд предприятия взамен твердого и жидкого топлива при приготовлении органических, смазывающих материалов, разогрева материалов и подогрева воды;
- применение герметических емкостей для перевозки жидких материалов;
- оптимизация поставок и потребления производственных материалов, уменьшающих образования отходов.

Интегральный экономический эффект от монтажа установки автоматической системы аэрозольно-порошкового пожаротушения в помещениях хранения нефтепродуктов производственного здания АО «Фосфохим» за десять лет составит 8810529,18 рублей.

## Список используемых источников

1. АО «Фосфохим». Производство [Электронный ресурс]. URL: <https://fosfohim.ru/o-kompanii/proizvodstvo/> (дата обращения: 15.02.2022).
2. Баратов А. Н., Корольченко А. Я., Кравчук Г. Н. и др. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах; М., Химия, 1990. 496 с.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 22.0.02-2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139176> (дата обращения: 05.01.2022).
4. Методика расчета количества модулей для модульных установок порошкового пожаротушения [Электронный ресурс]. URL: <https://textarchive.ru/c-2959861-p11.html> (дата обращения: 05.02.2022).
5. Об утверждении Норм Пожарной безопасности «перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической Пожарной сигнализацией» (НПБ 110-03) [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России , от 18.06.2003 г. № 315. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866575/titles/64U0IK> (дата обращения: 02.01.2022).
6. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 02.01.2022).
7. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 18.01.2022).
8. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от

16.09.2020 № 1479. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297> (дата обращения: 14.01.2022).

9. Патент на изобретение № RU198340U1 «Устройство аэрозольно-порошкового пожаротушения», автор – Мельничук Антон Витальевич (BY), патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью «Авангардспецмонтажплюс» (BY), подача заявки 11.12.2019 [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU198340U1\\_20200702](https://yandex.ru/patents/doc/RU198340U1_20200702) (дата обращения: 21.02.2022).

10. Пособие к СНиПу 21-01-97\* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: [http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3\\_2001.htm](http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm) (дата обращения: 21.01.2022).

11. Производственные объекты. Планировочная организация земельного участка (СНиП П-89-80\* «Генеральные планы промышленных предприятий») [Электронный ресурс]: СП 18.13330.2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564221198> (дата обращения: 11.01.2022).

12. Промышленный транспорт [Электронный ресурс] : СП 37.13330.2012. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095520> (дата обращения: 02.01.2022).

13. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 09.01.2022).

14. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 6.13130.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/603668016> (дата обращения: 05.01.2022).

15. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 10.01.2022).

16. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс] : СП 1.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961> (дата обращения: 06.01.2022).

17. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.1.004-91. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 21.12.2021).

18. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа: Рекомендации . М .: ВНИИПО, 2004. 96 с..

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 19.01.2022).

20. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.026-2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136061> (дата обращения: 19.01.2022).