

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 Автоматические установки обнаружения и тушения пожаров,  
характеристика и назначение на промышленном объекте

Студент

С.М. Еремин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Консультант

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

## Аннотация

Тема данной выпускной квалификационной работы – Автоматические установки обнаружения и тушения пожаров, характеристика и назначение на промышленном объекте.

Ключевые слова: пожарная безопасность, средства пожарной безопасности, обнаружение и тушение пожаров, экологическая безопасность, экономическая эффективность.

Выпускная квалификационная работа содержит 57 листов материала, включает в себя 5 рисунков, 8 таблиц и 13 используемых источников.

В введении обоснована актуальность темы, обозначены предмет и объект исследования, определена цель и задачи исследования.

В первом разделе дана характеристика рассматриваемого объекта.

Во втором разделе дана оценка соответствия производственного объекта требованиям пожарной безопасности.

В третьем разделе разработаны мероприятия по повышению уровня пожарной безопасности объекта.

В четвертом разделе рассмотрена организация процесса эвакуации на объекте.

В пятом разделе изучен процесс внедрения систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.

В шестом разделе проидентифицированы экологические аспекты организации.

В седьмом разделе рассчитана полученная экономическая эффективность мероприятий, которые предложены в настоящем исследовании.

В заключении обобщены основные вопросы и приведены тезисные выводы, подводящие итог всей выпускной квалификационной работы.

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения.....	5
Перечень обозначений и сокращений.....	6
1 Характеристика объекта.....	7
2 Оценка соответствия производственного объекта требованиям пожарной безопасности.....	12
3 Разработка мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности объекта.....	30
4 Организация процесса эвакуации на объекте.....	34
5 Охрана труда.....	36
6 Охрана окружающей среды и экологической безопасности.....	42
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	47
Заключение.....	54
Список используемых источников.....	55

## Введение

Система противопожарной безопасности имеет огромную значимость не только для пожарной службы, но и для собственников квартир, частных домов. Пожар представляет собой процесс горения, вышедший из-под человеческого контроля. Виновником его возникновения может стать сам человек. Для обеспечения нужного уровня безопасности можно использовать разные виды профилактики, а также практического предупреждения пожаров.

Настоящая выпускная квалификационная работа написана на базе промышленного объекта.

Целью данной выпускной квалификационной работы является анализ применяемых автоматических установок обнаружения и тушения пожаров, на рассматриваемом промышленном объекте.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующие задач:

- дать характеристику рассматриваемого объекта;
- оценить соответствие производственного объекта требованиям пожарной безопасности;
- разработать мероприятия по повышению уровня пожарной безопасности объекта;
- рассмотреть организацию процесса эвакуации на объекте;
- изучить процесс внедрения систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах;
- проидентифицировать экологические аспекты организации;
- рассчитать полученную экономическую эффективность мероприятий, которые предложены в настоящем исследовании.

Объект исследования: АО «Промтех», г.Ульяновск.

## Термины и определения

Противопожарная защита – это «совокупность организационно-технических мероприятий, конструктивных и объемно-планировочных решений, а также технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материальных потерь от пожара» [16].

Распыленная вода – «вода, которая увеличивает поверхность соприкосновения воды с горящим веществом, быстро превращается в пар и этим способствует тушению пожара» [4].

Огнетушащий состав – «вещества и материалы, обладающие физико-химическими свойствами, которые позволяют создать условия для прекращения горения» [3].

Тепловой поток — это «количество тепловой энергии, которое передается через изотермическую поверхность за единицу времени» [6].

Ороситель тонкораспыленной воды предназначен «для равномерного распыливания воды по защищаемой площади и объему путем создания тонкодисперсного потока огнетушащего вещества» [6].

Пожарный извещатель – «техническое средство, которое устанавливают непосредственно на защищаемом объекте для передачи тревожного извещения о пожаре на пожарный приёмно-контрольный прибор и/или оповещения и отображения информации об обнаружении загораний» [19].

## Перечень обозначений и сокращений

НПБ – нормы пожарной безопасности.

ПБ – пожарная безопасность.

ПБОО – паспорт безопасности опасного объекта

ПВР – пункт временного размещения

ГОСТ – межгосударственный стандарт.

СНиП – строительные нормы и правила.

РД – руководящий документ.

АО – акционерное общество.

АБК – административно-бытовой корпус.

ИПР – извещатель пожарный ручной.

## **1 Характеристика объекта**

АО «Промтех», г.Ульяновск оказывает услуги по передаче теплоэнергоресурсов, осуществляет строительно-монтажные, проектные, пуско-наладочные работы, оказание различных услуг: проектных посреднических и иных услуг на коммерческой основе, эксплуатация и ремонт линий электропередач, подстанций, высокоэффективных видов оборудования и техники.

Использование в технологических процессах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, горючих газов, едких химических веществ делает объекты пожароопасными. Все основные и вспомогательные производства оборудованы телефонной связью. Территория предприятия обеспечена силовым осветительным электрооборудованием. Все помещения цехов предприятия защищены автоматической охранно-пожарной сигнализацией. Пожароопасные участки и производства защищены автоматическими установками пожаротушения. Отопление центральное водяное. Паросиловой цех и котельная расположены на территории предприятия.

На территорию предприятия имеются три въезда. Внутризаводские дороги и подъезды с асфальтовым покрытием. Территория предприятия обеспечена силовым осветительным электрооборудованием, кольцевым хозяйственно-пожарным водопроводом, диаметром 150 мм, на котором установлены 27 пожарных гидранта.

Все производственные, вспомогательные здания и помещения оснащены внутренним пожарным водопроводом, оборудованным пожарными кранами в количестве 309 единиц диаметром 51 мм, и 66 мм. На территории АО «Промтех», г.Ульяновск также имеются три пожарных водоема: два объемом 100 куб.м. и один объемом 50 куб.м. Ближайшее подразделение федеральной противопожарной службы (8 – ПСЧ ФГУ «3 отряд ФПС по Ульяновской области») находится на расстоянии 500 м от въездных ворот на территорию предприятия.

АО «Промтех», г.Ульяновск состоит из следующих зданий.

Заводоуправление и инженерный корпус – площадь 4862 квадратных метра, высота заводууправления – 10 метров, инженерного корпуса – 12 метров. Строение заводууправления представляет собой двухэтажный корпус, имеющее подвальное помещение, стены здания и перегородки кирпичные, межэтажные перекрытия возведены из железобетонных блоков. Кровля – профилированный настил по деревянной обрешетке. Степень огнестойкости – II.

Инженерный корпус – трехэтажное этажное здание с цокольным этажом. Стены, перегородки и перекрытия выполнены из железобетонных панелей. Степень огнестойкости – I. В цокольном этаже размещен: отдел технической документации (типография). Два помещения серверных оборудованы автоматическими системами порошкового пожаротушения.

Медпункт – площадь 348 квадратных метров, здание одноэтажное. Стены и перегородки кирпичные, кровля – профилированный настил по железобетонным плитам. Степень огнестойкости – II. В здании располагаются:

- кабинет для приема больных;
- процедурный кабинет;
- кабинеты узких специалистов.

Столовая – площадь 1269,6 квадратных метров, высота 5,15 метров. Здание одноэтажное, каркасное. Каркас металлический, обшитый панелями с базальтовым наполнителем. Внутренняя отделка, перегородки выполнены из гипсокартонных панелей. Перекрытие – панели с базальтовым наполнителем по металлическим балкам.

Противопожарное водоснабжение объекта обеспечивается кольцевым хозяйственным водопроводом, диаметром 150 мм, на котором установлены 27 пожарных гидранта, все производственные, вспомогательные здания и помещения оснащены внутренним пожарным водопроводом, оборудованным пожарными кранами в количестве 170 единиц диаметром 51 миллиметров. На



территории АО «Промтех», г.Ульяновск также имеются три пожарных водоема: два объемом 100 кубических метра и один объемом 50 кубических метров. На объекте присутствуют баллоны со сжатыми газами.

Вид с проходной №1 здания АО «Промтех», г.Ульяновск представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Вид с проходной №1

Вид с проходной №2 здания АО «Промтех», г.Ульяновск представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Вид с проходной №2

Оперативно-тактическая характеристика заводоуправления и инженерного корпуса представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Оперативно-тактическая характеристика заводууправления и инженерного корпуса

Размеры geometr.	Конструктивные элементы (предел огнестойкости)				Кол – во входов	Характеристика лестничных клеток	Энергетическое обеспечение			Системы извещения и тушения
	стены	перекрытия	перегородки	кровля			напряжение в сети	где и кем отключается	отопление	
<b>Заводууправление</b>										
66,5 x 17,7	кирпичные	железобетонные плиты	кирпичные	металлический профилированный настил по деревянным стропилам	2	внутренние, размещенные в лестничных клетках	220	щитком освещения на I этаже у центрального входа, охраной	центральное водяное	,
<b>Инженерный корпус</b>										
208,2 x 17,7	железобетонные панели	железобетонные плиты	железобетонные	металлический профилированный настил	3	внутренние, размещенные в лестничных клетках	380, 220	щитком освещения на I этаже у центрального входа, охраной	центральное водяное	АПС

Итак, по итогам первого раздела бакалаврской работы можно сказать, что из анализа оперативно-тактической характеристики АО «Промтех», г.Ульяновск можно отметить, что «возможными местами возникновения

пожара являются склады цеха, электрощитовые, административные помещения.

Возможные пути распространения: по коридорам, по перекрытиям и перегородкам помещений. Возможные места обрушения: перекрытия вышележащих этажей в местах длительного воздействия высокой температуры пламени, лестничные проемы в местах длительного воздействия высокой температуры пламени, кровля в местах длительного воздействия высокой температуры пламени.

Возможные зоны задымления: подвал и все вышележащие этажи через лестничные клетки, оконные проемы (в случае нарушения целостности оконных стекол). Возможные зоны теплового воздействия: в местах наиболее интенсивного излучения пламени и воздействия конвективных потоков» [11].

## 2 Оценка соответствия производственного объекта требованиям пожарной безопасности

Проведем расчет сил и средств по 1 сценарию. Пожар возник в цехе размером 22,1x17,85 метров. Стены кирпичные покрашены, в данном помещении четыре дверных проема.

«Определение времени свободного развития горения» [11]:

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб} + T_{сл} + T_{бр} \quad (1)$$

где  $T_{св}$  – времени свободного развития горения.

$$T_{св} = 1 + 1 + 3 + 3 = 8 \text{ мин.}$$

«Определение пути, пройденного огнем» [11]:

$$L = 0,5 \cdot Vл \cdot T_{св} \quad (2)$$

где  $Vл$  – объем помещения;

$T_{св}$  – времени свободного развития горения.

$$L = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 8 = 6 \text{ м.}$$

«Определяем форму развития пожара. На схему наносим путь, пройденный огнем за время равное 8 мин» [11]. Форма площади пожара круглая (рисунок 3).

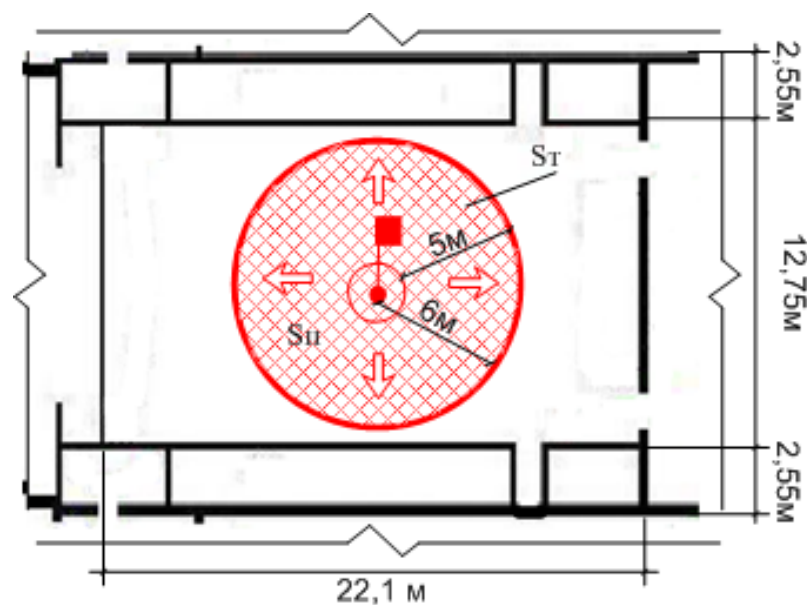


Рисунок 3 – Форма пожара по первому сценарию

Определение площади пожара:

$$S_n = \pi \cdot S \quad (3)$$

где  $S$  – площадь помещения.

$$S_n = 3,14 \cdot 36 = 113 \text{ м}^2$$

Тушение будем производить ручными стволами. Глубина тушения ствола –  $h_m = 5$  м. Площадь тушения по фронту будет равна:

$$S_m = \pi(L_n)^2 - \pi(L_n - h_m)^2 \quad (4)$$

$$S_m = 3,14 \cdot 36 - 3,14 \cdot 1 = 109,9$$

«Расчет сил и средств 1-м РТП. Определяем требуемый расход воды на тушение пожара» [11]:

$$Q_{тр}^m = S_m \cdot I_{тр} \quad (5)$$

где  $I_{mp} = 0,15$  л/(м<sup>2</sup>·с) – «требуемая интенсивность подачи воды на тушение пожара» [11].

$$Q_{mp}^m = 109,9 \cdot 0,15 = 16,5 \text{ л/с}$$

«Определяем требуемое количество стволов на тушение пожара и защиту помещений. Тушения пожара будем производить стволами «А». Стволы на тушение» [11]:

$$N_{ств}^m = \frac{Q_{mp}^m}{q_{ств}} \quad (6)$$

где  $q_{ств} = 7$  л/с – расход ствола «А».

$$N_{ств}^m = \frac{16,5}{7} = 3 \text{ ствола «А»}$$

«Стволы на защиту. Один ствол А на защиту балкона. Проверяем обеспеченность объекта огнетушащими веществами» [11].

$$Q_{вод} = 80 \text{ л/с} > Q_{ф} = 28 \text{ л/с} \quad (7)$$

где  $Q_{вод} = 80$  л/с – водоотдача водопроводной сети, л/с;

$Q_{ф}$  – фактический расход ОВ на тушение пожара, л/с.

$$Q_{ф} = Q_{ф}^m + Q_{ф}^3 \quad (8)$$

$$Q_{ф} = Q_{ф}^m + Q_{ф}^3 = 21 + 7 = 28$$

$$Q_{ф}^m = \sum N_{ств}^m \cdot q_{ств} \quad (9)$$

$$Q_{ф}^m = 3 \cdot 7 = 21$$

$$Q_{\phi}^3 = \sum N_{ств}^3 \cdot q_{ств} \quad (10)$$

$$Q_{\phi}^3 = 1 \cdot 7 = 7$$

«Определение предельного расстояния подачи огнетушащих веществ» [11]:

$$L_{пред} = \left( \left( H_{нас} - (H_{раз} - Z_{мест} - Z_{ств}) / (S \cdot Q^2) \right) \cdot (20/1, 2) \right) \quad (11)$$

$$L_{пред} = \left( \left( 100 - (45 + 0 + 2) / (0,015 \cdot 21^2) \right) \cdot (20/1, 2) \right) = 133 \text{ м}$$

«Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии 50-70 м от входа их использование возможно. Водоснабжение удовлетворительное. Определяем требуемое количество пожарных автомобилей основного назначения» [11]:

$$N_{ПА} = \frac{Q_{\phi}}{0,8 \cdot Q_n} \quad (12)$$

где  $Q_n = 40$  л/с – производительность насоса.

$$N_{ПА} = \frac{28}{0,8 \cdot 40} = 0,9 \Rightarrow 1$$

«Определяем численность личного состава необходимого для тушения пожара» [11]:

$$N_{л/с} = \left( \sum n_i^{л/с} \right) \quad (13)$$

где (4·3) чел. – 4 звена ГДЗС на тушение пожара и защиту балкона;

4 чел. – 4 поста безопасности;

2 чел. – КПП;

3 чел. – резервное звено ГДЗС.

$$N_{л/с} = (4 \cdot 3 + 4 + 2 + 3) = 21$$

Определение требуемого количества отделений и номера вызова:

$$N_{отд} = N_{л/с} / 4 \text{ чел} \quad (14)$$

$$N_{отд} = 21 / 4 = 6 \text{ отделений}$$

«Определяем ранг пожара (номер вызова), поскольку расписанием выезда привлечение 6-ти отделений на основных пожарных автомобилях предусмотрено по вызову № 2. Вывод: сил и средств, привлекаемых для тушения данного пожара достаточно по вызову № 2» [11].

Для первого сценария отобразим расстановку сил и средств на рисунке 4.

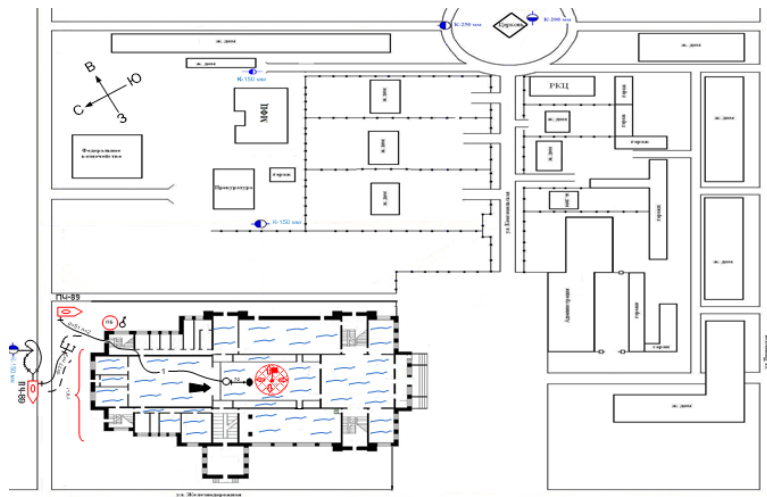


Рисунок 4 – Расстановка сил и средств на момент прибытия РТП – 1 по первому сценарию

«Определяем время развития пожара на момент его локализации» [11]:

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб} + T_{сл} + T_{ор} \quad (15)$$



где  $T_{св}$  – времени свободного развития горения.

$$T_{св} = 1+1+7+3 = 12 \text{ мин.}$$

«Определяем путь, пройденный огнем за время развития пожара до момента его локализации» [11]:

$$L^{12} = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 10 + V_{л} \cdot (t_{св} - 10) + 0,5 \cdot V_{л} \cdot t_{лок} = L^8 + 0,5 \cdot V_{л} \cdot t_{лок} \quad (16)$$

$$t_{лок} = t_{p-II} - t_{p-I} \quad (17)$$

$$t_{лок} = 12 - 8 = 4 \text{ мин.}$$

$$L^{12} = 6 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 4 = 9 \text{ м.}$$

«Определяем форму развития пожара. На схему наносим путь, пройденный огнем за время равное 12 мин» [11]. Форма площади пожара прямоугольная (рисунок 5).

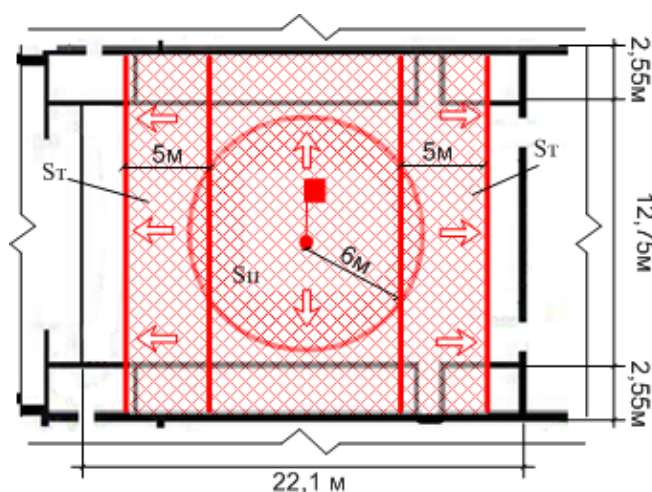


Рисунок 5 – Форма развития пожара по первому сценарию «Определяем площадь пожара на 12-й минуте его развития» [11]:

$$S_n = 17,85 \cdot 18 = 321,3 \text{ м}^2$$

Тушение будем производить ручными стволами. Глубина тушения ствола  $-h_m = 5$  м. Площадь тушения по фронту будет равно:

$$S_m = (17,85 \cdot 5) \cdot 2 = 178,5 \text{ м}^2$$

«Расчет сил и средств на момент локализации пожара. Определяем требуемый расход воды на тушение пожара» [11]:

$$Q_{mp}^m = S_m \cdot I_{mp} \quad (18)$$

$$Q_{mp}^m = 178,5 \cdot 0,15 = 26,8 \text{ л/с}$$

«Определяем требуемое количество стволов на тушение пожара и защиту помещений. Стволы на тушение» [11]:

$$N_{ств}^m = \frac{Q_{mp}^m}{q_{ств}} \quad (19)$$

$$N_{ств}^m = \frac{26,8}{7} = 3,83 \Rightarrow 4 \text{ ствола «А»}$$

Стволы на защиту. Один ствол А на защиту балкона. «Проверяем обеспеченность объекта огнетушащими веществами» [11].

$$Q_{вод} = 80 \text{ л/с} > Q_{\phi} = 35 \text{ л/с} \quad (20)$$

где  $Q_{вод} = 80$  л/с – водоотдача водопроводной сети, л/с;

$Q_{\phi}$  – фактический расход ОВ на тушение пожара, л/с.

$$Q_{\phi} = Q_{\phi}^m + Q_{\phi}^3 \quad (21)$$

$$Q_{\phi} = Q_{\phi}^m + Q_{\phi}^3 = 28 + 7 = 35$$

$$Q_{\phi}^m = \sum N_{ств}^m \cdot q_{ств} \quad (22)$$

$$Q_{\phi}^m = 4 \cdot 7 = 28$$

$$Q_{\phi}^3 = \sum N_{ств}^3 \cdot q_{ств} \quad (23)$$

$$Q_{\phi}^3 = 1 \cdot 7 = 7$$

«Определение предельного расстояния подачи огнетушащих веществ» [11]:

$$L_{пред} = \left( \left( H_{нас} - (H_{раз} - Z_{мест} - Z_{ств}) / (S \cdot Q^2) \right) \cdot (20/1,2) \right) \quad (24)$$

$$L_{пред} = \left( (100 - (45 + 0 + 2) / (0,015 \cdot 21^2)) \cdot (20/1,2) \right) = 133 \text{ м}$$

«Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии 50-70 м от входа их использование возможно. Водоснабжение удовлетворительное. Определяем требуемое количество пожарных автомобилей основного назначения» [11]:

$$N_{ПА} = \frac{Q_{\phi}}{0,8 \cdot Q_n} \quad (25)$$

где  $Q_n = 40$  л/с – производительность насоса.

$$N_{ПА} = \frac{35}{0,8 \cdot 40} = 1,1 \Rightarrow 2$$

«Определяем численность личного состава необходимого для тушения пожара» [11]:

$$N_{л/с} = \left( \sum n_i^{л/с} \right) \quad (26)$$

где 5·3 чел. – 5 звеньев ГДЗС на тушение пожара и защиту балкона;

5 чел. – 5 постов безопасности;

1 чел. – КПП;

3 чел. – резервное звено ГДЗС.

$$N_{л/с} = (5 \cdot 3 + 5 + 1 + 3) = 24 \text{ чел.}$$

«Определение требуемого количества отделений и номера вызова» [11]:

$$N_{отд} = N_{л/с} / 4 \text{ чел} \quad (27)$$

$$N_{отд} = 24 / 4 = 6 \text{ ОТДЕЛЕНИЙ}$$

«Согласно расписанию выезда привлечение 6-ти отделений на основных пожарных автомобилях предусмотрено по вызову № 2. Вывод: Сил и средств, привлекаемых для тушения данного пожара достаточно по вызову № 2» [11].

Для первого сценария на момент локализации отобразим расстановку сил и средств на рисунке 6.

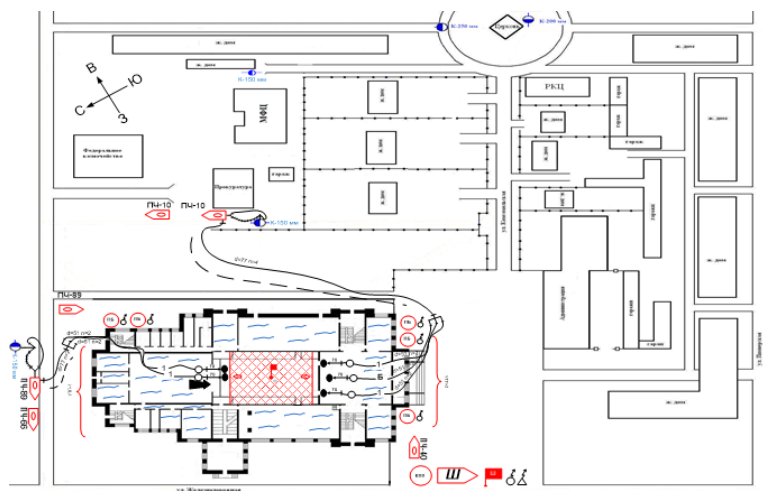


Рисунок 6 – Расстановка сил и средств по первому сценарию на момент локализации

Проведем расчет сил и средств по 2 сценарию. Пожар возник в помещении размером 21,5 x 17 метров. Стены кирпичные побелены, в данном помещении имеются пять дверных проема. Высота – 14 метров.

«Определение времени свободного развития горения» [11]:

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб} + T_{сл} + T_{бр} \quad (28)$$

где  $T_{св}$  – времени свободного развития горения.

$$T_{св} = 1 + 1 + 3 + 3 = 8 \text{ мин.}$$

«Определение пути, пройденного огнем» [11]:

$$L = 0,5 \cdot V_{л} \cdot T_{св} \quad (29)$$

где  $V_{л}$  – объем помещения;

$T_{св}$  – времени свободного развития горения.

$$L = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 8 = 6 \text{ м.}$$

«Определяем форму развития пожара. На схему наносим путь, пройденный огнем за время равное 8 мин» [11]. Форма площади пожара круглая (рисунок 7).

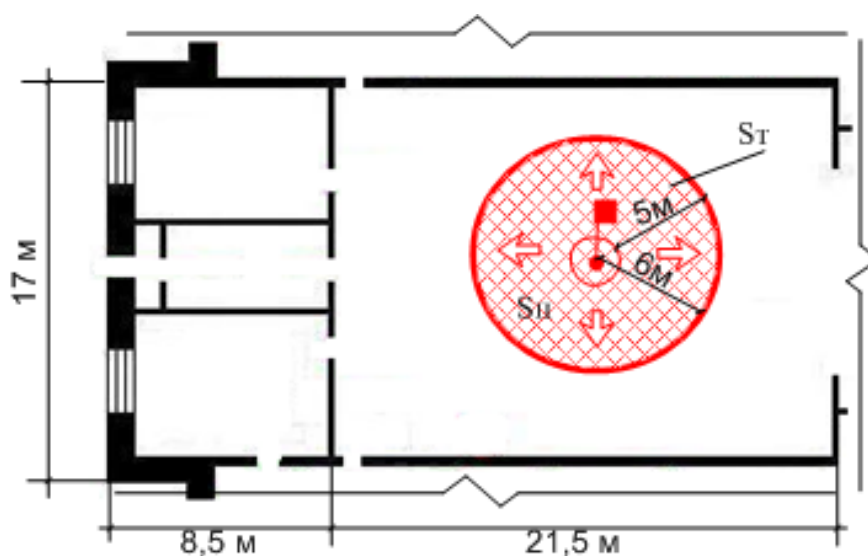


Рисунок 7 – Форма площади пожара по второму сценарию

«Определение площади пожара» [11]:

$$S_n = 3,14 \cdot 36 = 113 \text{ м}^2$$

«Тушение будем производить ручными стволами. Глубина тушения ствола –  $h_m = 5$  м. Площадь тушения по фронту будет равно» [11]:

$$S_m = \pi \cdot (L_n)^2 - \pi \cdot (L_n - h_m)^2 \quad (30)$$

$$S_m = 3,14 \cdot 36 - 3,14 \cdot 1 = 109,9$$

«Расчет сил и средств 1-м РТП. Определяем требуемый расход воды на тушение пожара» [11]:

$$Q_{mp}^m = S_m \cdot I_{mp} \quad (31)$$

где  $I_{mp} = 0,20$  л/(м<sup>2</sup>·с) – требуемая интенсивность подачи воды на тушение пожара.

$$Q_{mp}^m = 109,9 \cdot 0,2 = 22 \text{ л/с}$$

«Определяем требуемое количество стволов на тушение пожара и защиту помещений. Тушения пожара будем производить стволами А» [11].

Стволы на тушение:

$$N_{ств}^m = \frac{Q_{mp}^m}{q_{ств}} \quad (32)$$

где  $q_{ств} = 7$  л/с – расход ствола «А».

$$N_{ств}^m = \frac{22}{7} = 4 \text{ ствола «А»}$$

«Стволы на защиту. Один ствол А на защиту колосников. Проверяем обеспеченность объекта огнетушащими веществами» [11].

$$Q_{вод} = 80 \text{ л/с} > Q_{ф} = 35 \text{ л/с} \quad (33)$$

где  $Q_{вод} = 80$  л/с – водоотдача водопроводной сети, л/с;

$Q_{ф}$  – фактический расход ОВ на тушение пожара, л/с.

$$Q_{ф} = Q_{ф}^m + Q_{ф}^3 \quad (34)$$

$$Q_{ф} = Q_{ф}^m + Q_{ф}^3 = 28 + 7 = 35$$

$$Q_{ф}^m = \sum N_{ств}^m \cdot q_{ств} \quad (35)$$

$$Q_{ф}^m = 4 \cdot 7 = 28$$

$$Q_{ф}^3 = \sum N_{ств}^3 \cdot q_{ств} \quad (36)$$

$$Q_{ф}^3 = 1 \cdot 7 = 7$$

Определение предельного расстояния подачи огнетушащих веществ:

$$L_{пред} = \left( \left( H_{нас} - (H_{раз} - Z_{мест} - Z_{ств}) / (S \cdot Q^2) \right) \cdot (20/1, 2) \right) \quad (37)$$

$$L_{пред} = \left( (100 - (45 + 0 + 2) / (0,015 \cdot 21^2)) \cdot (20/1, 2) \right) = 133 \text{ м}$$

«Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии 50-70 м от входа их использование возможно. Водоснабжение удовлетворительное. Определяем требуемое количество пожарных автомобилей основного назначения» [11]:

$$N_{ПА} = \frac{Q_{\phi}}{0,8 \cdot Q_n} \quad (38)$$

где  $Q_n = 40$  л/с – производительность насоса.

$$N_{ПА} = \frac{35}{0,8 \cdot 40} = 1,1 \Rightarrow 2$$

«Определяем численность личного состава необходимого для тушения пожара» [11]:

$$N_{л/с} = \left( \sum n_i^{л/с} \right) \quad (39)$$

где 5·3 чел. – 5 звеньев ГДЗС на тушение пожара и защиту балкона;

5 чел. – 5 постов безопасности;

1 чел. – КПП;

3 чел. – резервное звено ГДЗС.

$$N_{л/с} = (5 \cdot 3 + 5 + 1 + 3) = 24 \text{ чел.}$$

«Определение требуемого количества отделений и номера вызова» [11]:

$$N_{отд} = N_{л/с} / 4 \text{ чел} \quad (40)$$

$$N_{отд} = 24 / 4 = 6 \text{ отделений}$$

«Согласно расписанию выезда привлечение 6-ти отделений на основных пожарных автомобилях предусмотрено по вызову № 2. Вывод: сил и средств, привлекаемых для тушения данного пожара достаточно по вызову № 2» [11].

Расстановка сил и средств на момент прибытия РТП – 1 по второму сценарию представлена на рисунке 8.



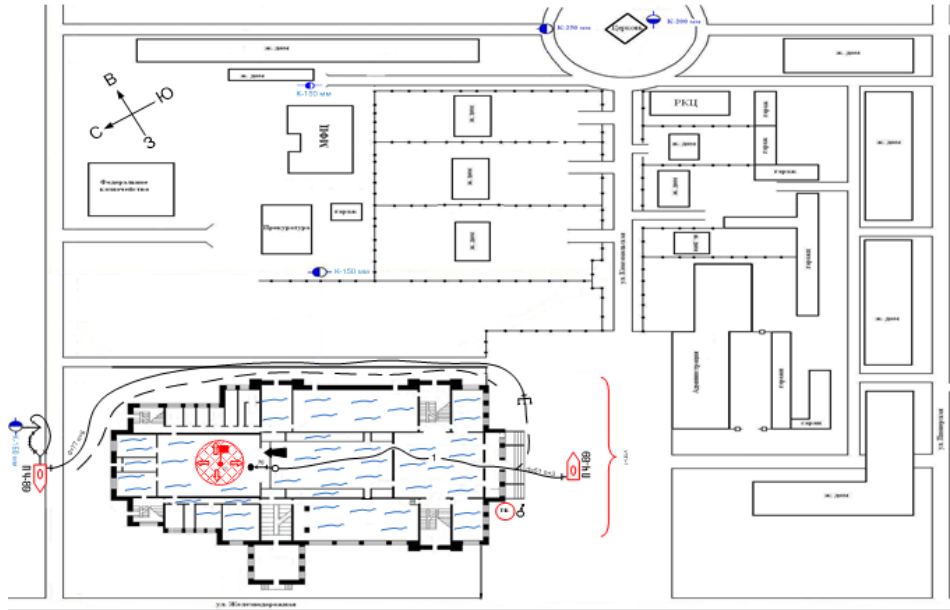


Рисунок 8 – Расстановка сил и средств на момент прибытия РТП – 1 по второму сценарию

«Прогнозирование параметров пожара на момент его локализации (окончание разворачивания последним подразделением, прибывшим на пожар по вызову № 2). Определяем время развития пожара на момент его локализации» [11]:

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб} + T_{сл} + T_{бр} \quad (41)$$

где  $T_{св}$  – времени свободного развития горения.

$$T_{св} = 1 + 1 + 7 + 3 = 12 \text{ мин.}$$

«Определяем путь, пройденный огнем за время развития пожара до момента его локализации» [11]:

$$L^{12} = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 10 + V_{л} \cdot (t_{св} - 10) + 0,5 \cdot V_{л} \cdot t_{лок} = L^8 + 0,5 \cdot V_{л} \cdot t_{лок} \quad (42)$$

$$t_{лок} = t_{p-II} - t_{p-I} \quad (43)$$

$$t_{\text{лок}} = 12 - 8 = 4 \text{ мин.}$$

$$L^2 = 6 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 4 = 9 \text{ м.}$$

«Определяем форму развития пожара. На схему наносим путь, пройденный огнем за время равное 12 мин» [11]. Форма площади пожара прямоугольная (рисунок 9).

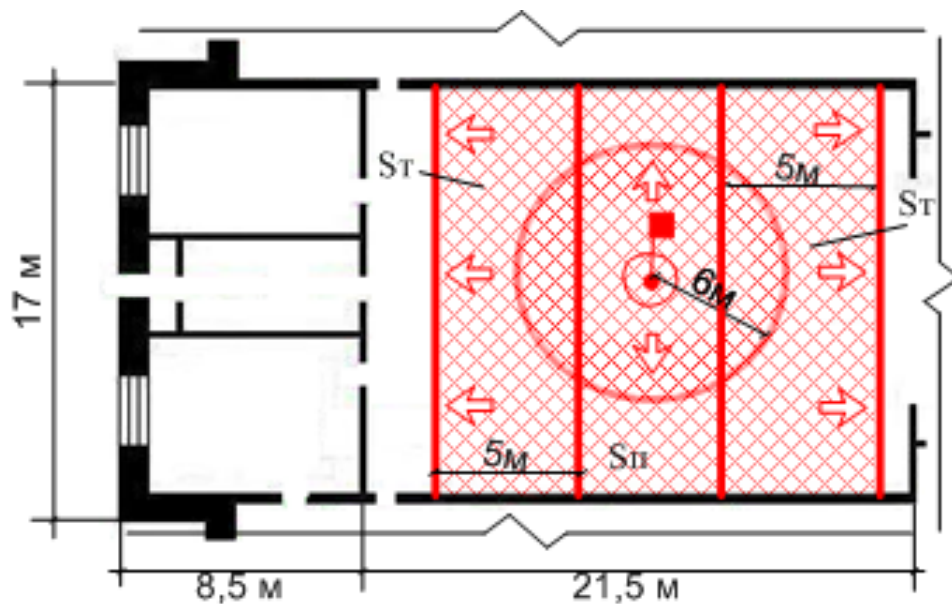


Рисунок 9 – Форма развития пожара по второму сценарию

«Определяем площадь пожара на 12-й минуте его развития» [11]:

$$S_m = 17 \cdot 18 = 306 \text{ м}^2$$

«Тушение будем производить ручными стволами. Глубина тушения ствола –  $h_m = 5$  м. Площадь тушения по фронту будет равно» [11]:

$$S_m = (17 \cdot 5) \cdot 2 = 170$$

«Расчет сил и средств на момент локализации пожара. Определяем требуемый расход воды на тушение пожара» [11].

$$Q_{mp}^m = S_m \cdot I_{mp} \quad (44)$$

где  $I_{mp} = 0,20$  л/(м<sup>2</sup>·с) – требуемая интенсивность подачи воды на тушение пожара.

$$Q_{mp}^m = 170 \cdot 0,2 = 34 \text{ л/с}$$

«Определяем требуемое количество стволов на тушение пожара и защиту помещений. Стволы на тушение» [11]:

$$N_{ств}^m = \frac{Q_{mp}^m}{q_{ств}} \quad (45)$$

где  $q_{ств} = 7$  л/с – расход ствола «А».

$$N_{ств}^m = \frac{34}{7} = 4,85 \Rightarrow 5 \text{ СТВОЛОВ «А»}$$

«Стволы на защиту. Один ствол «А» на защиту колосников. Проверяем обеспеченность объекта огнетушащими веществами» [11].

$$Q_{вод} = 80 \text{ л/с} > Q_{ф} = 42 \text{ л/с} \quad (46)$$

где  $Q_{вод} = 80$  л/с – водоотдача водопроводной сети, л/с;

$Q_{ф}$  – фактический расход ОВ на тушение пожара, л/с.

$$Q_{ф} = Q_{ф}^m + Q_{ф}^3 \quad (47)$$

$$Q_{ф} = Q_{ф}^m + Q_{ф}^3 = 35 + 7 = 42$$

$$Q_{\phi}^m = \sum N_{ств}^m \cdot q_{ств} \quad (48)$$

$$Q_{\phi}^m = 5 \cdot 7 = 35$$

$$Q_{\phi}^3 = \sum N_{ств}^3 \cdot q_{ств} \quad (49)$$

$$Q_{\phi}^3 = 1 \cdot 7 = 7$$

«Определение предельного расстояния подачи огнетушащих веществ» [11]:

$$L_{пред} = \left( \left( H_{нас} - (H_{раз} - Z_{мест} - Z_{ств}) / (S \cdot Q^2) \right) \cdot (20/1, 2) \right) \quad (50)$$

$$L_{пред} = \left( (100 - (45 + 0 + 2) / (0,015 \cdot 21^2)) \cdot (20/1, 2) \right) = 133 \text{ м}$$

«Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии 50-70 м от входа их использование возможно. Водоснабжение удовлетворительное. Определяем требуемое количество пожарных автомобилей основного назначения» [11]:

$$N_{ПА} = \frac{Q_{\phi}}{0,8 \cdot Q_n} \quad (51)$$

где  $Q_n = 40$  л/с – производительность насоса.

$$N_{ПА} = \frac{42}{0,8 \cdot 40} = 1,31 \Rightarrow 2$$

«Определяем численность личного состава необходимого для тушения пожара» [11]:

$$N_{л/с} = \left( \sum n_i^{л/с} \right) \quad (52)$$

где 5·3 чел. – 5 звеньев ГДЗС на тушение пожара и защиту балкона;

5 чел. – 5 постов безопасности;

1 чел. – КПП;

3 чел. – резервное звено ГДЗС.

$$N_{л/с} = (5 \cdot 3 + 5 + 1 + 3) = 24 \text{ чел.}$$

«Определение требуемого количества отделений и номера вызова» [11]:

$$N_{отд} = N_{л/с} / 4 \text{ чел} \quad (53)$$

$$N_{отд} = 24 / 4 = 6 \text{ ОТДЕЛЕНИЙ}$$

«Согласно расписанию выезда привлечение 6-ти отделений на основных пожарных автомобилях предусмотрено по вызову № 2» [11]. Схема расстановки сил и средств на момент локализации представлена на рисунке 10.

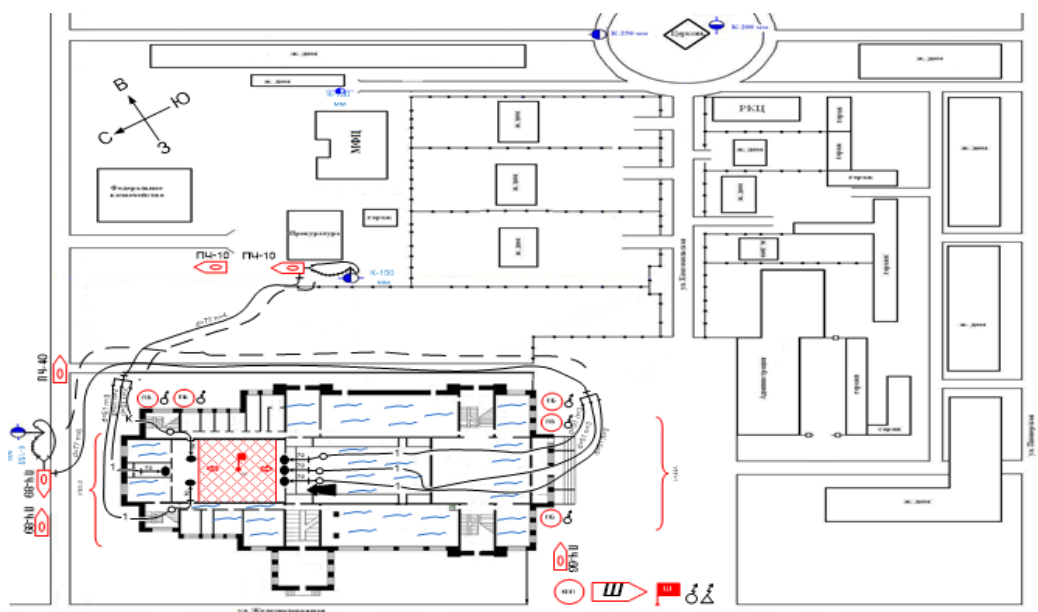


Рисунок 10 – Схема расстановки сил и средств на момент локализации по второму сценарию

Вывод: сил и средств, привлекаемых для тушения данного пожара достаточно по вызову № 2.

### **3 Разработка мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности объекта**

При изучении возможных способов обеспечения пожарной безопасности на рассматриваемом объекте была изучена следующая технологическая документация:

- документация, характеризующая оперативно-тактические характеристики здания;
- патенты на изобретения и полезные модели, способные повысить уровень пожарной безопасности на объекте.

Исследования патентной базы проводились с уделением особого внимания способам, способствующим локализации распространения пламени по помещению.

Патент №2046613. Способ автоматического пожаротушения и автоматическая система пожаротушения / Л.А. Мотин, В.М. Преснов, А.А. Политов, В.В. Фещук. В данном техническом решении «подача огнетушащего состава производится в импульсном режиме из ствольных устройств, а направление движения струи огнетушащего состава корректируется различными способами» [7].

«Однако эффективность расходования огнетушащего состава в этих технических решениях крайне низка. Общий недостаток всех приведенных ранее способов и устройств автоматического импульсного пожаротушения состоит в безвозвратной потере охлаждающего агента, что обуславливает необходимость обеспечения больших его запасов. Очевидно, что при защите протяженных объектов охлаждающего агента потребуется огромное количество» [7].

Патент №2421259. Способ тушения пожара и устройство для его реализации / В.А. Парамошко. Способ состоит в том, что «групповыми средствами пожаротушения подводят импульсно прерываемый сжатый воздух к отведенным на каждом этаже пожароопасных сооружений местам

хранения индивидуальных средств пожаротушения. Последние выполнены в виде огнетушителей-пульверизаторов, которыми снабжают группы помещений и при использовании которых осуществляют импульсные взрывные выхлопы воздуха, сбивающие языки пламени» [8].

«Недостатком указанного способа является то, что подача в импульсном режиме воздушных потоков может интенсифицировать горение пожарной нагрузки и тем самым приводить к увеличению очагов горения в помещении, а не к сбиванию пламени» [8].

Патент №89397. Ранцевая установка импульсного пожаротушения / А.Г. Иваницкий, В.В. Самойлов, А.С. Лебедев. В данной установке «оператор тушения может изменять скорость истечения струи огнегасящей жидкости и получать струи с различной геометрией распыла» [9].

«Однако эта установка предназначена для локального тушения пожаров в малых и нежилых помещениях, а параметры подаваемой огнегасящей жидкости при импульсной подаче из ранцевой установки зависят от опыта оператора тушения» [9].

Проведение анализа иных вариантов технического решения, привело к выводу: предлагаемый способ отличается от известных устройств и методов, не способных решить представленные выше задачи.

Следовательно, требуется такое техническое предложение, которое будет соответствовать уровню изобретения, и оно будет принципиально другим.

В качестве такого предлагается патент 2702018. Способ ограничения распространения пожара в помещении / Л.П. Вогман, О.И. Орлов, В.И. Забегаев. «Предложен способ ограничения распространения пожара, заключающийся в импульсной подаче распыленной воды на очаг горения снизу с уровня пола в пульсирующем режиме, причем перерыв между подаваемыми импульсами распыленной воды зависит от времени испарения капельного потока распыленной воды в газовой фазе очага горения от предыдущей пульсации названного потока» [6].

«Для экспериментов были выбраны оросители тонкораспыленной воды, типа А и Б, предназначенные для тушения пожаров в помещениях группы 2 по степени опасности развития пожара в зависимости от их функционального назначения и пожарной нагрузки сгораемых материалов. Характеристики оросителей (расход воды и диаметр капель в зависимости от давления) устанавливались экспериментально» [6].

На рисунке 11 представлено «изменение расхода воды оросителей типа А и Б в зависимости от давления. С увеличением давления повышается средний расход принятых для испытаний оросителей, однако расход воды через оросителя А (верхняя кривая) превышает расход оросителя Б в среднем в 4 раза» [6].

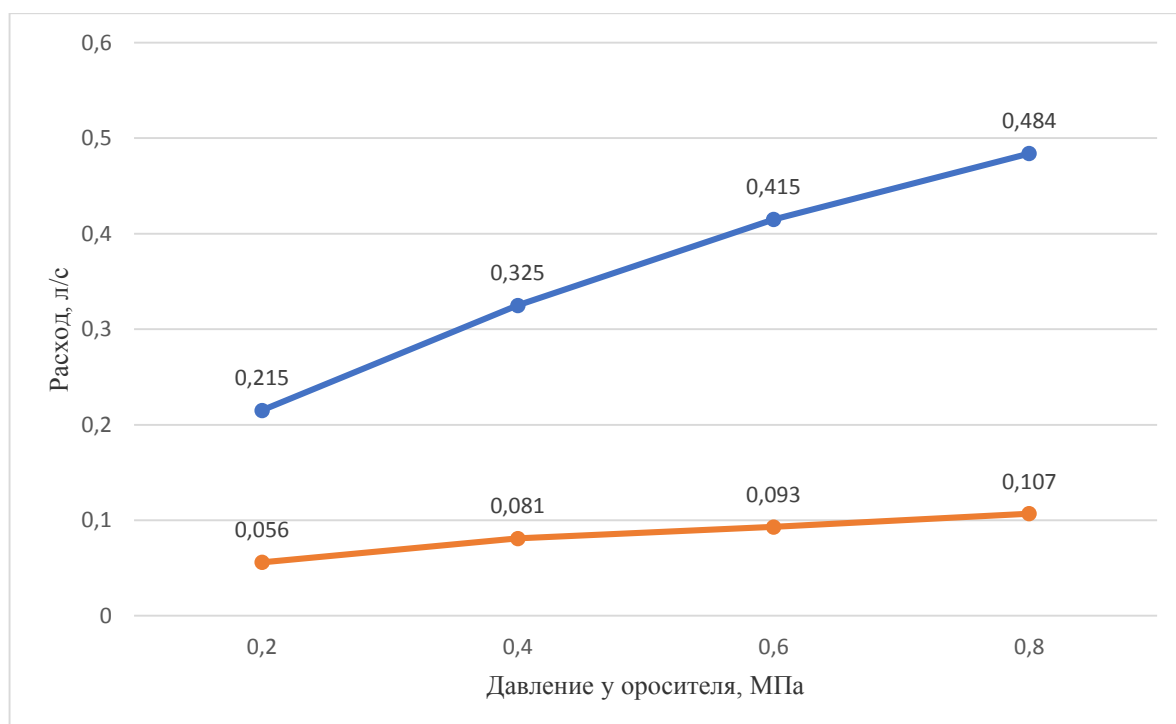


Рисунок 11 – Изменение расхода воды оросителей типа А и Б в зависимости от давления

Проанализированы результаты измеренных параметров (в частности, средняя интенсивность орошения) для оросителя типа А и оросителя типа Б (рисунок 12).



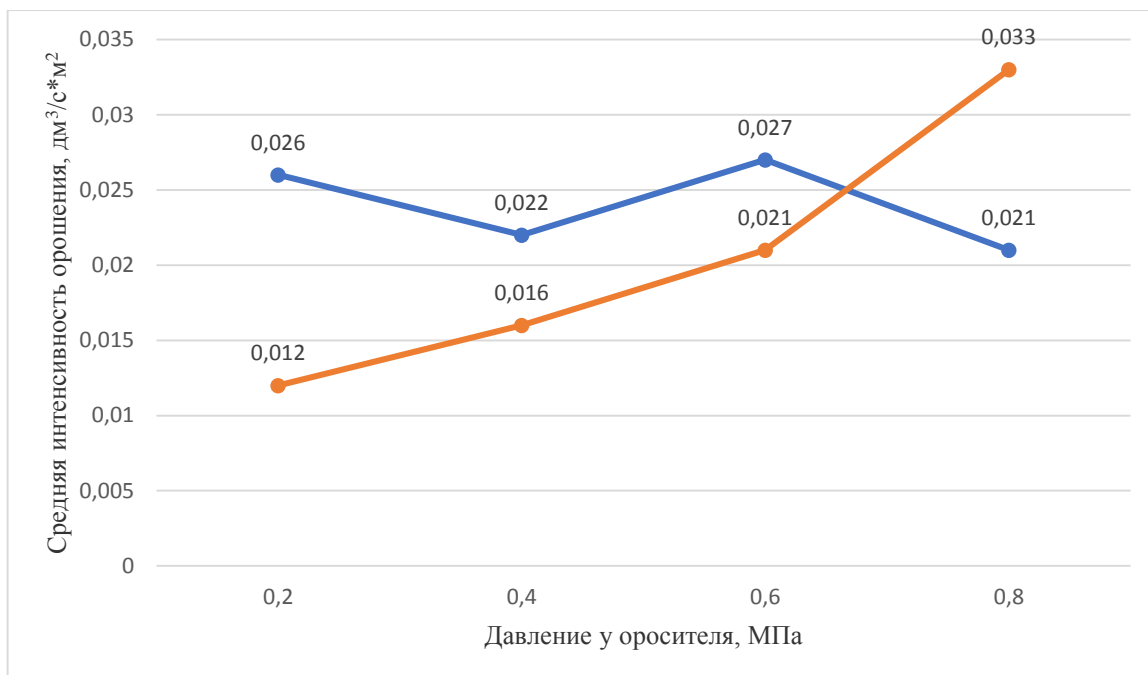


Рисунок 12 – Результаты измерений средней интенсивности орошения оросителей типа А и Б

«Анализ результатов измерений средней интенсивности орошения оросителей типа А и Б свидетельствует о том, что с увеличением давления у оросителя А наблюдается снижение интенсивности (верхняя кривая), даже при условии повышения среднего расхода» [6]. «Данный факт объясняется увеличением угла распыла, зафиксированного при проведении измерений. У оросителя «Б» изменения угла распыла не наблюдалось, поэтому средняя интенсивность орошения возрастает с увеличением давления» [6].

Итак, получаем: сократилось время на подачу воды в 2 раза, снизился объем расхода также в 2 раза, хотя значение коэффициента использования воды очень близко к единице.

#### 4 Организация процесса эвакуации на объекте

Для более быстрого обнаружения возгорания на начальной стадии и подачи команды в систему управления в отсеках предусмотрены специальные извещатели пожарной сигнализации. В случае возгорания, система пожаротушения задействованного отсека подает сигнал на запуск ГОТВ через десять секунд после обнаружения сигнала. Это время необходимо для герметизации помещения при помощи закрывания дверей и отключения вентиляции. Если возгорание произошло в отсеке нагревателя, то старт ГОТВ выполняется немедленно [20].

Режим работы персонала объекта:

- сменный персонал – 12-ти часовой четырёхсменный график;
- дневной персонал – с 8-00 до 17-00 с понедельника по пятницу, 130 человек.

Все здания рассматриваемого объекта обеспечены достаточным количеством путей эвакуации с выходом через коридоры и лестничные клетки непосредственно на улицу. Управление взаимодействия пожарной охраны и служб предприятия представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Взаимодействие пожарной охраны со службами предприятия

Содержание задачи	Ответственная служба	Привлекаемые должностные лица
Сбор штаба ликвидации ЧС, извещение персонала	Диспетчерская служба	Диспетчер предприятия
Эвакуация работников и обеспечение работ по перекрытию газа	Газокомпрессорная служба (ГКС)	Начальник ГКС Начальник цехов
Оказание первой медицинской помощи	Медицинский работник предприятия, СМП	Медицинский работник предприятия
Снабжение водой	Служба энерго-тепло-водоснабжения	Начальник службы энерго-тепло-водоснабжения
Дополнительные силы в лице добровольных пожарных дружин	Руководство предприятия	Инженер по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям
Пожарная машина	Автоколонна предприятия	Начальник автоколонны

В таблице четко прослеживаются связи между ответственными и задачами, что делает процесс слаженным и эффективным. На рисунке 13 отображен план действий персонала объекта при возникновении пожара.



Рисунок 13 – План действий при возникновении пожара

Система оповещения и управление эвакуацией на рассматриваемом предприятии представлена на рисунке 14.



Рисунок 14 – Система оповещения и управлением эвакуацией

Таким образом имеет место быть целый комплекс структур, решающий вопросы пожарной безопасности. Пожарная часть №157, относящаяся к поселку Поволжский, находится на расстоянии 5 км от предприятия, что уменьшает время реакции на чрезвычайные ситуации.

## 5 Охрана труда

Любой работодатель «обязан на ежегодной основе проводить мероприятия по улучшению условий охраны труда. При этом, законодательно установлена минимальная сумма затрат на эти мероприятия, и она составляет не менее 0,2% от суммы расходов на производство товаров, услуг или работ» [10].

Мероприятия по охране труда делятся на три вида: организационные, технические и санитарные. Организационные представляют собой разработку локальных документов по охране труда, организацию и исполнение оценки условий труда, проведение инструктажей и медицинских осмотров работника, анализ и учет несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний и т.д. Санитарные – это безусловное исполнение требований СанПиН, санитарно – экологических правил, гигиенических нормативов, связанных со спецификой производства, а также обеспечение сотрудников средствами индивидуальной защиты. Технические представляют собой автоматизацию и механизацию определенных работ, проверка приборов и все, что связано с оборудованием.

Основными задачами трудового законодательства являются создание необходимых условий труда для работников, а также регулирование отношений по:

- «организации труда и управлению трудом;
- трудоустройству у данного работодателя;
- подготовке и дополнительному профессиональному образованию работников непосредственно у данного работодателя;
- социальному партнерству, ведению коллективных переговоров, заключению коллективных договоров и соглашений;
- участием работников и профессиональных союзов в установлении условий труда и применении трудового законодательства в предусмотренных законом случаях;

- материальной ответственности работодателей и работников в сфере труда;
- государственному контролю (надзору), профсоюзному контролю за соблюдением трудового законодательства (включая законодательство об охране труда) и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- разрешению трудовых споров;
- обязательному социальному страхованию в случаях, предусмотренных федеральными законами» [15].

Рассмотрим правила охраны труда и основные требования по эксплуатации технологических установок применительно к рассматриваемому объекту:

- «собственник обеспечивает возможность проведения техобслуживания, ремонта, реконструкции и модернизации оборудования;
- объем работ по техническому обслуживанию и ремонту установок определяется в зависимости от нужной степени их работоспособности;
- все виды производимых ремонтов оборудования производятся согласно заранее составленным годовым планам. Документы утверждаются техническим руководителем;
- собственник обязуется разработать долгосрочный план, по которому будет проводиться реконструкция и перевооружение оборудования;
- установка периодичности проведения всех видов ремонтных мероприятий, а также продолжительности ежегодных простоев осуществляется с учетом указаний заводов-производителей и действующих норм, согласно отрасли задействования;
- если истек срок службы технологических систем и оборудования, указанный в документации, установки в обязательном порядке проходят техническое освидетельствование. Специальными

полномочиями наделена специально созданная комиссия, во главе которой указывается технический руководитель. Комиссией оценивается состояние оборудования, а также устанавливаются сроки и условия дальнейшего его использования» [16].

Согласно государственным и отраслевым нормам безопасности, в прямую обязанность ответственного за эксплуатацию технологических установок оборудования рассматриваемого объекта АО «Промтех», г.Ульяновск входит организация обучения, инструктирования, проверки знаний и выдача допуска к самостоятельным работам персонала, обслуживающего технические системы предприятия.

На рассматриваемом объекте АО «Промтех», г.Ульяновск проводятся инструктажи персонала согласно законодательству: «Проведение инструктажей заключается в изложении в устной или письменной форме инструктирующим лицом инструктируемому лицу конкретных руководящих и обязательных для исполнения требований по условиям, порядку и последовательности безопасного совершения тех или иных конкретных действий во время исполнения инструктируемым лицом порученных ему трудовых и поведенческих функций» [12]. В АО «Промтех», г.Ульяновск проводят:

- вводный инструктаж («для всех принимаемых на работу лиц, а также для лиц, командированных на работу на предприятие – организатор обучения либо выполняющих подрядные (субподрядные) работы на подконтрольных предприятию – организатору обучения территории и объектах, а также для обучающихся образовательных организаций и учреждений соответствующих уровней, проходящих производственную практику, либо для иных лиц, участвующих в производственной деятельности предприятия – организатора обучения» [12];
- первичный и повторный инструктажи на рабочем месте («со всеми вновь принятыми на работу лицами, в том числе для выполнения

краткосрочных, сезонных и иных временных работ, в свободное от основной работы время, а также на дому; с работающими, переведенными в установленном порядке из другого подразделения, с командированным на работу, с персоналом подрядчиков с обучающимися образовательных учреждений» [12]);

- внеплановый инструктаж («при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования; при нарушении работниками требований охраны труда, по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля, при перерывах в работе, по решению работодателя» [12]);
- целевой инструктаж («при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий» [12]).

Перед тем как приступить к обслуживанию технологических установок, персонал проходит проверку знаний правил безопасности и иных нормативных требований и документов с присвоением соответствующей группы по безопасности.

Результаты проверки заносятся в соответствующее удостоверение, которое выдается работникам рассматриваемого объекта АО «Промтех», г.Ульяновск, прошедшим инструктаж. При наличии этого документа работники вправе приступать к техническим, ремонтным и другим видам работ в технологических установках.

По результатам проведения производственного контроля и спецоценки условий труда работодатель разрабатывает и выполняет в установленные им сроки перечень мероприятий по улучшению условий труда. Они направлены на снижение рисков для здоровья человека в части:

- профессиональных заболеваний;
- заболеваний (отравлений) и инфекционных заболеваний, связанных с условиями труда.

Во втором разделе настоящего исследования было установлено, что среди основных опасных и вредных производственных факторов, которые угрожают работникам линейно-производственным диспетчерским станциям можно выделить:

- «смеси углеводородов (химический фактор);
- общая вибрация, пониженная температура воздуха в производственных помещениях и на
- открытой территории, шум, высота, общая вибрация (физические факторы)» [12].

Поэтому, в соответствии с заданием в качестве способа автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов для резервуара РВС предлагается установка газосигнализаторов.

«Датчики сигнализаторов довзрывных концентраций устанавливаются только на той части площади открытой установки, где возможно оборудование с взрывопожароопасными продуктами. Датчики сигнализаторов довзрывных концентраций следует устанавливать в местах наиболее вероятного выделения и скопления горючих паров и газов, но во всех случаях радиус обслуживания одного датчика не превышает 10 м. Датчики сигнализаторов следует располагать на высоте 0,5-1 м от нулевой отметки» [1].

Также в третьем разделе после патентно-информационного анализа предлагается к использованию способ для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию согласно патенту № 2718414. Устройство, которое предлагается к рассмотрению, позволяет повышать оперативность действий и достоверность данных мониторинга о состоянии опасных технологических производств.

Суть данного мероприятия заключается в том, чтобы «всю обязательную документацию, которая ведётся организацией, перевести из бумажного в



электронный вид и заполнять её непосредственно в личном кабинете в новой системе» [10].

«Программа в автоматическом режиме проанализирует эту информацию и при необходимости выдаст сведения об ошибках. Таким образом, у организации появится возможность самостоятельно себя проверить и исправить нарушения, не дожидаясь прихода инспектора» [10].

«Кроме того, новая система будет в онлайн-режиме обрабатывать и передавать в контролирующие органы информацию о технологических процессах, состоянии противоаварийных систем и возможных рисках возникновения опасных ситуаций. Это поможет прогнозировать и предотвращать аварии, а также позволит отменить плановые проверки на производстве, снизив административную нагрузку на организации» [10].

«Основная задача автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах – оперативная оценка рисков и прогнозирование возможности возникновения аварийных ситуаций на основе аналитической обработки информации о контролируемых параметрах объектов наблюдения, поступающей в режиме реального времени» [10].

Внедрение автоматизированных систем наблюдения за обеспечением защиты от чрезвычайных и аварийных ситуаций производственных, технологических процессов на опасных промышленных объектах, диктуется переходом на риск-ориентированные подходы.

Привычные, устоявшиеся системы мониторинга обеспечения безопасности в теории риск-ориентированного подхода в корне изменяются. Методика данного подхода направляет руководство хозяйствующих субъектов учитывать вероятные риски потерь в производственной деятельности на опасных предприятиях, а для их минимизации реализовывать программы по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций.

## **6 Охрана окружающей среды и экологической безопасности**

Идентификация экологических аспектов происходит во всех структурных подразделениях АО «Промтех», г.Ульяновск. Работа по идентификации и оценке экологических аспектов делится на этапы: определение рабочих групп по обнаружению экологических аспектов, оценка значимости экологического аспекта и состоятельность мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду; определение, первичная оценка и учет экологических аспектов – формирование реестра экологических аспектов.

По принадлежности к деятельности экологические аспекты делятся на:

- прямые – непосредственно связанные с деятельностью предприятия (к примеру, транспортировка газа трубопроводом, выработка теплотенергии и электроэнергии, последствия работы оборудования, офисная работа административных помещений и прочие);
- косвенные – возникшие в результате деятельности третьих лиц, подрядных организаций (к примеру, транспортировка отходов и их размещение, строительство и оборудование нового месторождения и прочие).

По принципу возникновения экологические аспекты делятся на:

- штатные – возникшие в результате нормальной, регламентируемой деятельности предприятия;
- аварийные – возникшие в результате незапланированных событий (к примеру, прорыв трубопровода, пожар, разгерметизация резервуара и прочие).

Для акционерного общества «Промтех» (г. Ульяновск) основным фактором экологической нагрузки от его производственной деятельности служит образование сточных вод. Рисунок 15 приводит значения концентраций сточных вод после прохождения технологических процессов АО «Промтех».

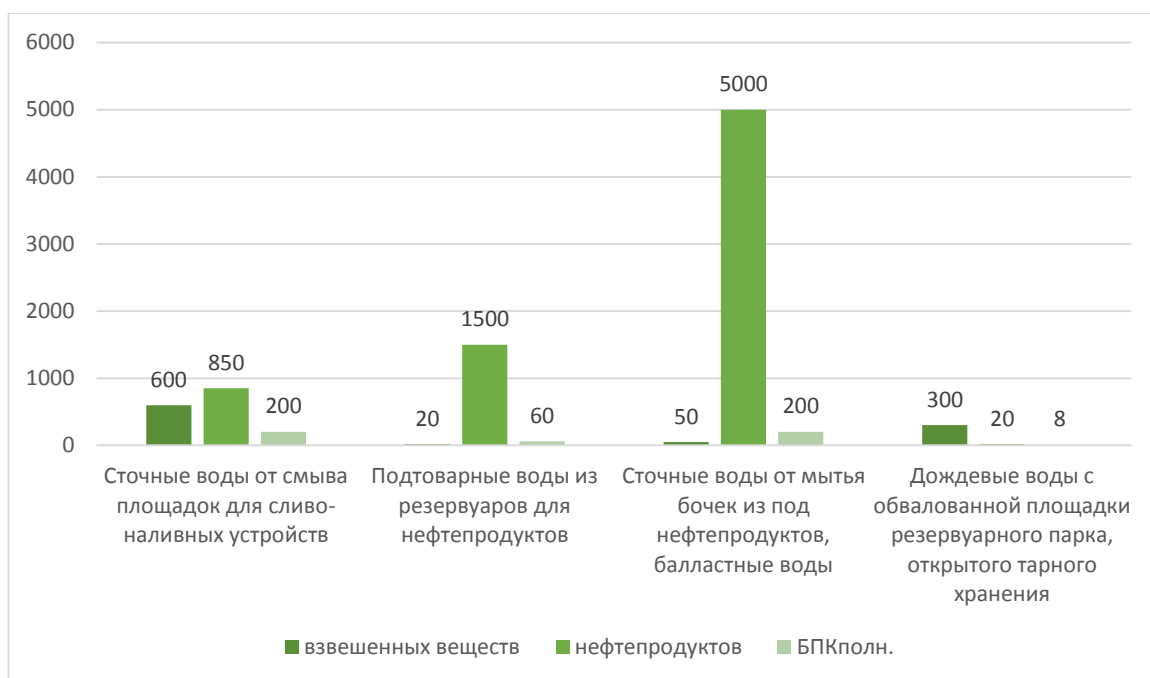


Рисунок 15 – Концентрация сточных вод при технологическом процессе транспортировки нефтепродуктов АО «Промтех», г.Ульяновск

Таким образом, требуются мероприятия, направленные на снижение антропогенной нагрузки.

В АО «Промтех», г.Ульяновск для очистки сточных вод предлагается использование коалесцентного фильтра, который используется на промышленных предприятиях. «Устройство относится к устройствам для очистки сточных вод и применима на данном типе производства. Техническое устройство включает корпус с трубопроводами, две решетки с ячейками различного диаметра, внутренние элементы с отверстиями различного диаметра, смотровую трубку, люк для очистки от механических примесей и взвешенных веществ, нагревательные элементы, а также трубопровод подачи деэмульгатора с целью увеличения скорости отделения загрязнений от воды» [14]. «При этом нагревательные элементы предназначены для нагревания воды в целях повышения эффективности отделения загрязнений от воды. Решетки предназначены для очистки сточной воды от механических примесей и взвешенных веществ, а смотровая трубка для определения уровня

загрязнений и воды. Внутренние элементы служат для коалесценции капель загрязнений» [4].

«Технический результат достигается поэтапной очисткой сточной воды от механических примесей и взвешенных веществ. При этом процесс отделения загрязнений от воды ускоряется с помощью нагревательных элементов и подачи деэмульгатора» [3].

Профилактические мероприятия снижения воздействия:

- «соблюдение всех норм технологического режима в процессе работы оборудования;
- качественное обучение и проверка знаний обслуживающего персонала по профессиям;
- соблюдение правил и инструкций по ТБ при проведении газоопасных огневых работ;
- проведение учебно-тренировочных занятий по ликвидации аварий и локализации пожаров и возгораний на площадке подготовки нефти;
- блокировка оборудования и сигнализации при отклонении от нормальных условий технологических процессов;
- периодическое диагностирование узлов запорной арматуры ультразвуковыми, электромагнитными и другими приборами;
- выполнение антикоррозийной защиты участков трубопроводов;
- прокладка трубопроводов в кожухах при пересечении ими автомобильных дорог;
- молниезащита и защита от статического электричества сооружений, технологического оборудования и трубопроводов» [3].

Мероприятия по охране ОС при обращении с отходами включают в себя:

- «селективное накопление отходов с целью их дальнейшей транспортировки, обезвреживания, утилизации и захоронения;
- обеспечение удаления жидких и твердых отходов в специализированные места, утилизация буровых шламов;

- обеспечение надежной системы утилизации пластовой воды и различных видов промышленных стоков;
- использование герметизированной системы сбора, транспорта продукции скважин;
- применение антикоррозионных покрытий, ингибиторов для борьбы с солеотложениями и коррозией нефтепромыслового оборудования;
- быструю ликвидацию аварийных разливов нефти, строительство нефтеловушек на реках, в местах ливневых стоков;
- разработка мероприятий по безопасности утилизации отходов, по использованию производственных и буровых реагентов, по безопасной эксплуатации всех видов продуктопроводов;
- рациональное использование и рекультивацию земель» [2].

Для снижения воздействия на окружающую среду отходов, образующихся при функционировании АО «Промтех», г.Ульяновск, предлагается ряд организационно-технических мероприятий:

- «назначение приказом лиц, ответственных за производственный контроль в области обращения с отходами;
- разработка соответствующих должностных инструкций;
- обучение персонала в соответствии с утвержденными программами;
- регулярное проведение инструктажа с лицами, ответственными за производственный контроль в области обращения с отходами, по соблюдению требований законодательства Российской Федерации в области обращения с отходами производства и потребления, технике безопасности при обращении с опасными отходами;
- организация мест сбора, временного накопления и размещения отходов в соответствии с требованиями нормативных документов, санитарных требований и требований пожарной безопасности, а также соблюдение требований к содержанию мест сбора и размещения отходов;

- организация селективного сбора и временного накопления отходов;
- соблюдение правил сбора, временного накопления, транспортировки и технологии утилизации отходов;
- соблюдение периодичности вывоза отходов;
- организация учета образующихся отходов;
- организация контроля в области обращения с опасными отходами;
- разработка плана профилактических мероприятий по
- предотвращению аварийных ситуаций при обращении с отходами, включая разработку соответствующей инструкции и определения состава аварийной команды, средств ликвидации последствий аварии, средств пожарной защиты и средств индивидуальной защиты;
- своевременная разработка проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР);
- обеспечение своевременного внесения платы за негативное воздействие размещаемых на полигонах отходов;
- организация взаимодействия с органами охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического надзора по всем вопросам безопасного обращения с отходами» [13].

С целью защиты накопление отходов осуществляется в специализированных контейнерах. При производстве работ должен вестись контроль над тем, чтобы на местах работ не оставались обрезки труб, тара, электроды, прочие материалы и отходы жизнедеятельности рабочих.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Итак, предлагаемые мероприятия в АО «Промтех», г.Ульяновск должны обеспечить пожарную безопасность, далее рассмотрим предлагаемый план мероприятий, реализованный в АО «Промтех», г.Ульяновск в таблице 5.

Таблица 5 – План мероприятий по реализации системы обеспечения противопожарного режима

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание (выполнено/ не выполнено)
Использование способа противопожарной защиты и система для его осуществления	Руководитель организации, специалист по ПБ	1 кв-л 2022 года	выполнено

Таблица 6 демонстрирует смету расходов, необходимых для внедрения системы, обеспечивающей противопожарную защиту.

Таблица 6 – Смета затрат

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	57000
Стоимость оборудования	2800500
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	-
Итого:	2857500

Таблица 7 – Исходные данные для расчетов

«Рассчитать годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения  $M(\Pi_1)$ » [5]:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (54)$$

$$M(\Pi_1) = 683155,2 + 18919,4 + 176,7 = 702251,3 \text{ руб} / \text{год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [5]:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1+k) \cdot p_1 \quad (55)$$

$$M(\Pi_1) = 0,000016 \cdot 3900 \cdot 28000 \cdot 200 \cdot (1+1,3) \cdot 0,85 = 683155,2 \text{ руб} / \text{год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [5]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 \cdot (1+k) \cdot (1-p_1) \cdot p_2 \quad (56)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 3900 \cdot (28000 \cdot 60 + 99000) \cdot 0,52 \cdot (1+1,3) \cdot (1-0,85) \cdot 0,95 = 18919,4 \text{ руб} / \text{год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [5]:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{пож}} + C_k) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2] \quad (57)$$

$$M(\Pi_3) = 0,000016 \cdot 3900 \cdot (28000 \cdot 3900 + 99000) \cdot (1+1,3) \cdot$$



$$\cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,95] = 176,7 \text{ руб} / \text{год}$$

«Рассчитать годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения  $M(\Pi_2)$ » [5]:

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) \quad (58)$$

$$M(\Pi_2) = 683155,2 + 31103,7 + 1261,3 + 7843,3 = 701363,5 \text{ руб} / \text{год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения» [5]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1+k) \cdot (1-p_1) \cdot p_3 \quad (59)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 3900 \cdot 28000 \cdot 60 \cdot (1+1,3) \cdot (1-0,85) \cdot 0,86 = 31103,7 \text{ руб} / \text{год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [5]:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 \cdot (1+k) \cdot [1 - p_2 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 \quad (60)$$

$$M(\Pi_3) = 0,000016 \cdot 3900 \cdot (28000 \cdot 60 + 99000) \cdot 0,52 \cdot (1+1,3) \cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95 = 1261,3 \text{ руб} / \text{год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [5]:

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{нож}} + C_k) \cdot (1+k) \cdot \left\{ \begin{array}{l} 1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - \\ - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 \end{array} \right\} \quad (61)$$

$$M(\Pi_4) = 0,000016 \cdot 3900 \cdot (28000 \cdot 3900 + 99000) \cdot (1+1,3) \cdot \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86 - \\ - [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95 \end{array} \right\} = 7843,3 \text{ руб} / \text{год}$$

«Рассчитать эксплуатационные расходы Р на содержание автоматических систем пожаротушения» [5]:

$$P = A + C = 364370,2 \text{ руб} / \text{год} \quad (62)$$

Текущие затраты:

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} + C_{o.v.} = 158435,075 \text{ руб} / \text{год} \quad (63)$$

Затраты на текущий ремонт:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{m.p.}}{100\%} \quad (64)$$

$$C_{m.p.} = \frac{3000025 \cdot 0,3}{100} = 9000,075 \text{ руб} / \text{год}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{c.o.n.} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ \quad (65)$$

$$C_{c.o.n.} = 12 \cdot 1 \cdot 12100 = 145200 \text{ руб} / \text{год}$$

Затраты на огнетушащее вещество:

$$C_{o.в.} = W \cdot Ц \cdot k_{m.з.с.р.} \quad (66)$$

$$C_{o.в.} = 70 \cdot 110 \cdot 0,55 = 4235 \text{ руб} / \text{год}$$

«Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения» [5]:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (67)$$

$$A = \frac{950000 \cdot 5}{100\%} = 47500 \text{ руб} / \text{год}$$

«Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий» [5]:

$$И_t = \{ [M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1] \} \cdot \frac{1}{(1 + НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (68)$$

«Определяем интегральный экономический эффект применения способа противопожарной защиты и системы для его осуществления путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов» [5].

Таким образом, анализируя рассчитанные денежные потоки от применения способа противопожарной защиты и системы для его осуществления, можно сделать вывод о том, что предлагаемые мероприятия обеспечения противопожарного режима являются эффективными.

## Заключение

Объектом настоящего исследования является АО «Промтех», г.Ульяновск, характеристика которого дана в первом разделе. Использование в технологических процессах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, горючих газов, едких химических веществ делает данный объект пожароопасным.

Также в работе дана оценка соответствия производственного объекта требованиям пожарной безопасности. Согласно первому и второму сценарию развития предполагаемого пожара сил и средств, привлекаемых для тушения данного пожара достаточно по вызову № 2.

В работе предложены мероприятия по повышению уровня пожарной безопасности объекта, после применения которых общее время подачи воды сокращается в два раза и расход уменьшается тоже в два раза, но при этом коэффициент использования воды практически не изменится [18].

Для АО «Промтех», г.Ульяновск рассмотрена организация процесса эвакуации на объекте. Изучен процесс внедрения систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах. Проидентифицированы экологические аспекты организации [17].

В седьмом разделе рассчитана полученная экономическая эффективность мероприятий, которые предложены в настоящем исследовании.

## Список используемых источников

1. Вишняков Я. Д. Безопасность жизнедеятельности 4-е изд., пер. и доп. учебник. Люберцы : Юрайт, 2017. 543 с.
2. Гришин А. М. О влиянии негативных экологических последствий пожаров // Экологические системы и приборы. 2016. №4. С. 40-43.
3. Исаева Л. К. Экология пожаров, техногенных и природных катастроф: учебное пособие. М. : Академия ГПС МВД России, 2016. 301 с.
4. Орехова А. И. Экологические проблемы нефтеперерабатывающего производства // «Экология производства». № 1. 2017. С. 23-26.
5. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс] : Методические указания по выполнению раздела 7. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 05.03.2022).
6. Пат. 2702018. Способ ограничения распространения пожара в помещении / Л.П. Вогман, О.И. Орлов, В.И. Забегаев; заявитель и правообладатель: ФГБОУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» НИИ противопожарной обороны Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий»; №2018127748; заявл. 30.07.2018; опубл. 03.10.2019. Бюлл. №28. 23 с.
7. Пат. 2046613. Способ автоматического пожаротушения и автоматическая система пожаротушения / Л.А. Мотин, В.М. Преснов, А.А. Политов, В.В. Фещук; заявитель и правообладатель: научно-производственная фирма «Таурус»; №93043263/12; заявл. 30.08.1993; опубл. 27.10.1995. Бюлл. №4. 12 с.
8. Пат. 2421259. Способ тушения пожара и устройство для его реализации / В.А. Парамошко; заявитель и правообладатель: В.А. Парамошко; № 2009117980; заявл. 12.05.2009; опубл. 12.05.2009. Бюлл. №32. 8 с.
9. Пат. 89397. Ранцевая установка импульсного пожаротушения / А.Г. Иваницкий, В.В. Самойлов, А.С. Лебедев; заявитель и правообладатель:

Республиканское унитарное производственное предприятие «Витязь»; № 2008106069/22; заявл. 18.02.2008; опубл. 10.12.2009. Бюлл. №16. 10 с.

10. Пат. №25363510 Российская Федерация. Информационно-управляющая система комплексного контроля безопасности опасного производственного объекта / И.В. Билера; правообладатель: институт им. А.В. Топчиева; № 2006115006; заявл. 04.05.2006; опубл. 27.03.2008. Бюлл. №7. 9 с.

11. План тушения пожара АО «Промтех»/ 12 ПСЧ ФПС ГПС Главного управления по Ульяновской области», 2020. 198 с.

12. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 11.02.2022).

13. Экология нефтепереработки / Под ред. А. Н. Болдина, С. С. Жуковского, А. Н. Поддубного, А. И. Яковлева, В. Л. Крохотина. Брянск : БГТУ, 2017. 144 с.

14. Юмаев И. Д. Безопасность технологических процессов в нефтегазовой отрасли // Наука и инновации. 2019. №5. С. 22-29.

15. Application of foam in the petroleum industry // Fire Int. 2016. № 98. 582 р.

16. 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).

17. 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).

18. 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).

19. 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).
20. Neitzel R. L. A review of crane safety in the construction industry // Applied Occupational and Environmental Hygiene. № 16. 2016. Pp. 1106–1117.