

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 Гидравлический расчет водопроводных сооружений и разработка мероприятий, направленных на улучшение противопожарного водоснабжения предприятия по производству силовых трансформаторов в ООО «Тольяттинский Трансформатор»

Студент

Т.Н. Баширов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Е. Агольцев

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

Консультанты

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

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

Е.В. Косс

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

Тольятти 2022

## **Аннотация**

Тема данной выпускной квалификационной работы – «Гидравлический расчет водопроводных сооружений и разработка мероприятий, направленных на улучшение противопожарного водоснабжения предприятия по производству силовых трансформаторов в ООО «Тольяттинский Трансформатор».

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

Целью данной выпускной квалификационной работы является анализ мероприятий, направленных на улучшение противопожарного водоснабжения предприятия по производству силовых трансформаторов.

Настоящая выпускная квалификационная работа написана на базе промышленного объекта. Объект исследования: ООО «Тольяттинский Трансформатор».

Выпускная квалификационная работа содержит 58 листов материала, включает в себя 8 рисунков, 6 таблиц и 25 используемых источников.

## **Abstract**

The title of the graduation work is «Hydraulic calculation of waterworks and elaboration of actions on improving the fire-fighting water supply of a manufacturer of power transformers at OOO Tol'yattinskij Transformator».

Key words are as follows: fire safety, fire safety equipment, fire detection and extinguishing, fire water supply, environmental safety, economic efficiency.

The work touches upon characteristics of the object of study, the system for providing fire-fighting measures of the object of protection, the calculation of the worst combination of circumstances in the event of fires and the calculation of water for its elimination, the selection and placement of a new fire-fighting water supply system, the design of technical and technological measures to improve the existing fire-fighting water supply.

The special part of the project gives details about the issues of labor protection and the environment.

The aim of the work is an analysis of measures aimed at improving the fire water supply of a manufacturer of power transformers.

The object of the graduation work is OOO Tol'yattinskij Transformator.

The subject of the graduation work is fire-fighting water supply of the enterprise.

The graduation work consists of an explanatory note on 58 pages, including 8 figures, 6 tables, the list of 25 references including 5 foreign sources, and the graphic part on 9 A1 sheets.

## Содержание

Введение.....	5
Термины и определения.....	6
Перечень обозначений и сокращений.....	7
1 Характеристика объекта.....	8
2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты.....	11
3 Расчет наихудшего стечения обстоятельств при возникновении пожаров и расчет воды на его ликвидацию.....	15
4 Разработка технологии применения современных решений в области противопожарного водоснабжения. Выбор и размещение новой системы противопожарного водоснабжения.....	24
5 Проектирование технических и технологических мер по улучшению существующего противопожарного водоснабжения предприятия ООО «Тольяттинский Трансформатор».....	33
6 Охрана труда.....	37
7 Охрана окружающей среды и экологической безопасности.....	42
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	47
Заключение.....	54
Список используемых источников.....	56

## 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 мероприятий, направленных на улучшение противопожарного водоснабжения предприятия по производству силовых трансформаторов.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующие задач:

- дать характеристику рассматриваемого объекта;
- оценить систему обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты;
- рассчитать наихудшее стечение обстоятельств при возникновении пожаров и произвести расчет воды на его ликвидацию
- разработать технологию применения современных решений в области противопожарного водоснабжения;
- спроектировать меры по улучшению существующего противопожарного водоснабжения предприятия;
- изучить принципы охраны труда;
- проидентифицировать экологические аспекты организации;
- рассчитать полученную экономическую эффективность мероприятий, которые предложены в настоящем исследовании.

Объект исследования: ООО «Тольяттинский Трансформатор».

## 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» [1].

Распыленная вода – «вода, которая увеличивает поверхность соприкосновения воды с горящим веществом, быстро превращается в пар и этим способствует тушению пожара» [9].

Огнетушащий состав – «вещества и материалы, обладающие физико-химическими свойствами, которые позволяют создать условия для прекращения горения» [13].

Тепловой поток – это «количество тепловой энергии, которое передается через изотермическую поверхность за единицу времени» [5].

Ороситель тонкораспыленной воды предназначен «для равномерного распыливания воды по защищаемой площади и объему путем создания тонкодисперсного потока огнетушащего вещества» [19].

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» [4].

## **Перечень обозначений и сокращений**

НПБ – нормы пожарной безопасности.

ООО – общество с ограниченной ответственностью.

ОФП – опасные факторы пожара.

ПБ – пожарная безопасность.

ПБОО – паспорт безопасности опасного объекта

ПВР – пункт временного размещения

ГОСТ – межгосударственный стандарт.

СНиП – строительные нормы и правила.

СОУЭ – средства оповещения и управления эвакуацией.

РД – руководящий документ.

АБК – административно-бытовой корпус.

ИПР – извещатель пожарный ручной.

## 1 Характеристика объекта

Промышленная компания ООО «Тольяттинский Трансформатор» является мощным, современным производственным комплексом, выпускающим трансформаторы, исполнение которых общепромышленное и специальное. Трансформаторы специального назначения производят сейсмостойкие, высокогорные, форсированные, климатические (к разным климатическим условиям). Изготавливаются трансформаторы номинальным напряжением 6, 10, 35, 110, 220, 330, 500 кВ и мощностью от 100 до 630 000 кВА. Для потребностей ОАО РЖД ООО «Тольяттинский Трансформатор» производит достаточно широкий спектр типов трансформаторов.

«Кроме трансформаторов и автотрансформаторов общего назначения организация изготавливает трансформаторы для ударных нагрузок прокатных станков и литейных печей металлургического производства. Особо важным направлением работы предприятия является производство трансформаторов в сейсмостойком исполнении - до 9 баллов исполнения по шкале MSK-64» [11].

К основным направлениям интегрированной корпоративной информационной системы относятся:

- управление ресурсами предприятия;
- проектное управление;
- бюджетное управление;
- система сбалансированных показателей;
- система подготовки кадров;
- электронный документооборот.

Указанные направления полностью интегрированы между собой в единое корпоративное пространство.

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. Отопление центральное водяное.

На территорию предприятия имеются три въезда. Внутривозовские дороги и подъезды с асфальтовым покрытием. Территория предприятия обеспечена силовым осветительным электрооборудованием, кольцевым хозяйственно-пожарным водопроводом.

Вид здания ООО «Тольяттинский Трансформатор» представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Вид здания ООО «Тольяттинский Трансформатор»

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

Таблица 1 – Оперативно-тактическая характеристика заводууправления и производственного корпуса

Размеры geometr.	Конструктивные элементы (предел огнестойкости)				Кол – во входов	Характер истика лестничн ых 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>Производственный 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

В первом разделе дана характеристика объекта настоящего исследования является ООО «Тольяттинский Трансформатор». Использование в технологических процессах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, горючих газов, едких химических веществ делает данный объект пожароопасным.

## **2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты**

Колонны каркасов, стен, балки перекрытий и покрытий цехов блока производственного корпуса выполнены из легких металлических конструкций. Стеновое ограждение одноэтажных отопляемых цехов предусмотрено из стальных трёхслойных панелей с утеплителем из минеральных плит. Стеновое ограждение одноэтажных металлических цехов – из стального профилированного листа. Стеновое ограждение двухэтажных цехов с влажным режимом – из трехслойных вентилируемых панелей с утеплителем из минеральных плит:

- внутренний слой – сборные железобетонные панели;
- наружный слой – стальной профилированный лист [21].

Цокольная часть наружных стен и внутренние противопожарные стены из керамзитобетонных панелей. Перегородки крупнопанельные из легкого бетона. Предел огнестойкости конструкций степени III а – 0,25 часа. Блок основного производственного корпуса состоит из семи основных производственных объектов, разделенных между собой температурными и сейсмическими швами. Общая длина – 710 м, наибольшая ширина – 217 м. Шаг несущих конструкций многоэтажных зданий принят 6,0 м, в одноэтажных помещениях – 12,0 м. По всей длине корпуса на расстояниях, определенных требованиями СНиП, расположены эвакуационные выходы. Коммуникации энергоснабжения заглублены частично. Потребность в тепле составляет 100 Гкал/час, потребность в паре 100 тн/час. Котельная с 5 паровыми котлами ДЕ-25-14ГМ с открытой системой теплоснабжения. Теплопроизводительность котельной – 56,5 Гкал/ч, часовой расход топлива 7160 м<sup>3</sup>/ч.

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.

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» [15].

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 2 отображен план действий персонала объекта при возникновении пожара.

# Алгоритм действий при пожаре

Сохраняйте спокойствие!

1. Немедленно сообщите о пожаре по телефону 01		<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ адрес объекта;</li> <li>♦ место возникновения пожара;</li> <li>♦ свою фамилию.</li> </ul>
2. Примите все меры к эвакуации людей	 	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ произвести оповещение людей;</li> <li>♦ эвакуировать в безопасное место;</li> <li>♦ ориентироваться по знакам направления движения.</li> </ul>
3. Примите меры по тушению пожара	 	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ при необходимости обесточить помещение;</li> <li>♦ использовать средства противопожарной защиты.</li> </ul>

Рисунок 2 – План действий при возникновении пожара

Система оповещения и управление эвакуацией на рассматриваемом предприятии представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Система оповещения и управлением эвакуацией

Таким образом имеет место быть целый комплекс структур, решающий вопросы пожарной безопасности. Все производственные, вспомогательные здания и помещения оснащены внутренним пожарным водопроводом, оборудованным пожарными кранами. Ближайшее подразделение федеральной противопожарной службы находится на расстоянии 500 м от въездных ворот на территорию предприятия.

Во втором разделе исследования дана характеристика систем обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты. Изучен предел огнестойкости здания, исследованы данные по оснащению пожарным водопроводом. Все здания рассматриваемого объекта обеспечены достаточным количеством путей эвакуации с выходом через коридоры и лестничные клетки непосредственно на улицу. Для более быстрого обнаружения возгорания на начальной стадии и подачи команды в систему управления в отсеках предусмотрены специальные извещатели пожарной сигнализации.

### 3 Расчет наихудшего стечения обстоятельств при возникновении пожаров и расчет воды на его ликвидацию

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

«Определение времени свободного развития горения» [15]:

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

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

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

«Определение пути, пройденного огнем» [15]:

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

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» [15]. Форма площади пожара круглая (рисунок 4).

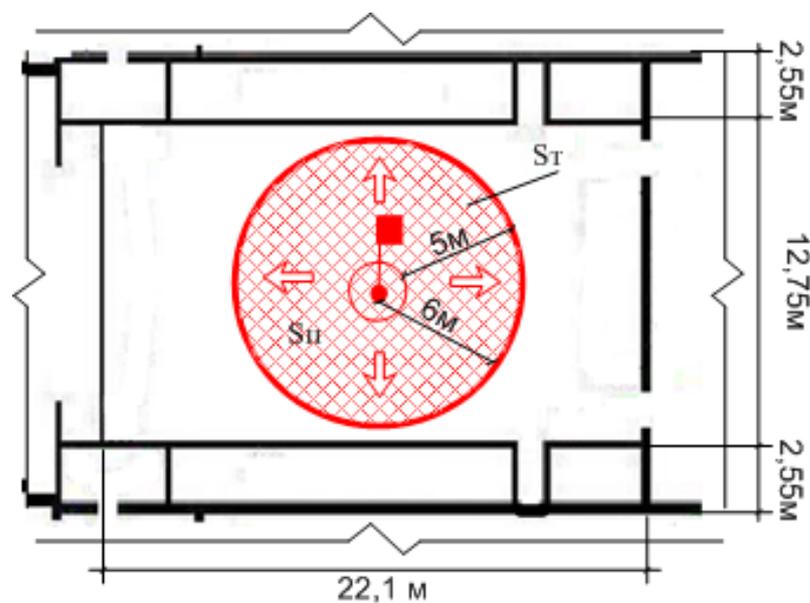


Рисунок 4 – Форма пожара по первому сценарию

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» [15]:

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

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

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

«Определяем требуемое количество стволов на тушение пожара и защиту помещений. Тушения пожара будем производить стволами «А». Стволы на тушение» [15]:

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

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» [15].

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

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

$Q_{ф}$  – фактический расход ОВ на тушение пожара, л/с [15].

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

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

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

$$Q_{ф}^m = 3 \cdot 7 = 21$$

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

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

«Определение предельного расстояния подачи огнетушащих веществ» [15]:

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

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

«Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии 50-70 м от входа их использование возможно. Водоснабжение удовлетворительное. Определяем требуемое количество пожарных автомобилей основного назначения» [15]:

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

где  $Q_{н} = 40$  л/с – производительность насоса.

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

«Определяем численность личного состава необходимого для тушения пожара» [15]:

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

«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» [15].

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

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» [15].

«Определяем время развития пожара на момент его локализации» [15]:

$$T_{св} = T_{ос} + T_{сб} + T_{сл} + T_{бр} \quad (15)$$

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» [15]:

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

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

$$t_{лок} = 12 - 8 = 4 \text{ мин.}$$

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

«Определяем форму развития пожара. На схему наносим путь, пройденный огнем за время равное 12 мин» [15]. Форма площади пожара прямоугольная (рисунок 5).

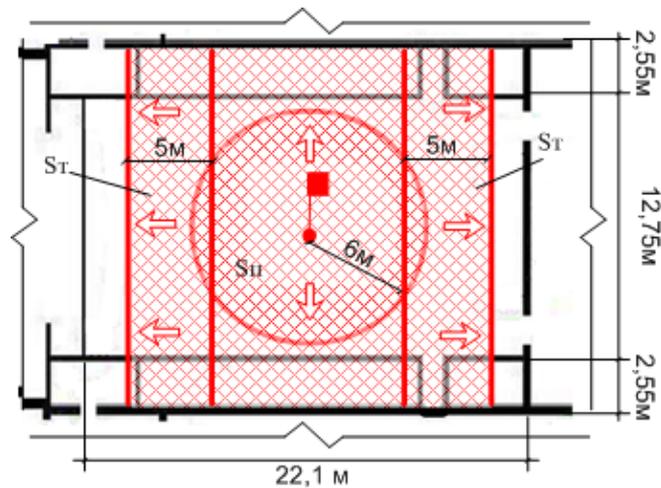


Рисунок 5 – Форма развития пожара по первому сценарию «Определяем площадь пожара на 12-й минуте его развития» [15]:

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

«Тушение будем производить ручными стволами. Глубина тушения ствола –  $h_m = 5$  м. Площадь тушения по фронту будет равно» [15]:

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

«Расчет сил и средств на момент локализации пожара. Определяем требуемый расход воды на тушение пожара» [15]:

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

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

«Определяем требуемое количество стволов на тушение пожара и защиту помещений. Стволы на тушение» [15]:

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

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

«Стволы на защиту. Один ствол А на защиту балкона. Проверяем обеспеченность объекта огнетушащими веществами» [15].

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

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

$Q_{ф}$  – фактический расход ОВ на тушение пожара, л/с» [15].

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

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

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

$$Q_{ф}^m = 4 \cdot 7 = 28$$

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

$$Q_{ф}^3 = 1 \cdot 7 = 7$$

«Определение предельного расстояния подачи огнетушащих веществ» [15]:

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

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

«Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии 50-70 м от входа их использование возможно. Водоснабжение удовлетворительное. Определяем требуемое количество пожарных автомобилей основного назначения» [15]:

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

«где  $Q_n = 40$  л/с – производительность насоса» [15].

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

«Определяем численность личного состава необходимого для тушения пожара» [15]:

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

«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» [15].

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

«Определение требуемого количества отделений и номера вызова» [15]:

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

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

«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» [15].

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

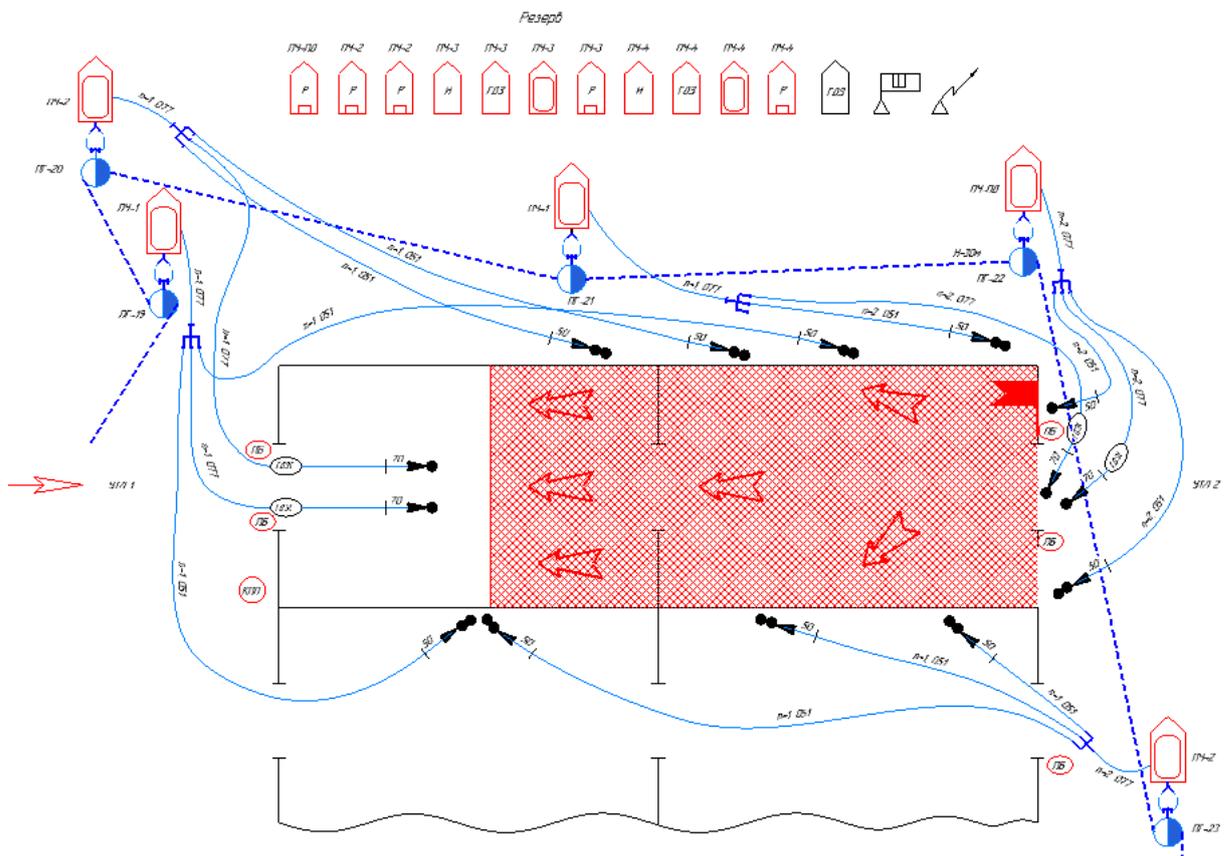


Рисунок 6 – Расстановка сил и средств по первому сценарию на момент локализации

В третьем разделе был произведен расчет наихудшего стечения обстоятельств при возникновении пожаров и расчет воды на его ликвидацию в цехе размером 22,1x17,85 метров. При расчете было учтено тушение пожара с помощью аварийно-спасательных подразделений. Далее предлагается рассмотреть улучшение пожарного водоснабжения с позиции применения автоматического пожаротушения водой.

#### **4 Разработка технологии применения современных решений в области противопожарного водоснабжения. Выбор и размещение новой системы противопожарного водоснабжения**

На объекте ООО «Тольяттинский Трансформатор» предлагается автоматизировать противопожарное водоснабжение установкой автоматического пожаротушения.

Целесообразность установки заключается в минимизации материальных потерь от возникновения пожара, снижении высоких температур при возгорании, уменьшении удельных пожарных нагрузок внутри помещений.

Защита зданий, сооружений, помещений и оборудования на всех этапах их создания и эксплуатации автоматическими установками пожаротушения регулируется нормами пожарной безопасности [14].

Остановим выбор на спринклерной установке с водяным заполнением, тем самым обеспечим тушение пожара локально. Разрушение термического замка на оросителях происходит при температуре в  $57^{\circ}\text{C}$  при наивысшей температуре окружающего пространства  $35^{\circ}\text{C}$ . Установка обладает следующими инерционными характеристиками: вода подается после момента разрушения термического замка, на время задержки влияет порог срабатывания чувствительного элемента. В качестве побудительного элемента служит клапан, расположенный в управляющем узле. Его открытие происходит при нарушении равновесия давлений, питающего и подводящего трубопроводов.

«Выбор нормативных данных для расчета и выбора оросителей: интенсивность орошения  $I_{\text{тр}}=0,08$ ; максимальная площадь, контролируемая одним оросителем  $12 \text{ м}^2$ ; площадь для расчета расхода воды  $120 \text{ м}^2$ ; продолжительность работы установки 30 мин.; максимальное расстояние между оросителями 4 м» [22].

«Количество оросителей для требуемой площади расчета» [22]:

$$n=S_{\text{тр}}/S_{\text{ор}}=120/12=10$$

«Требуемая производительность (расход воды) диктующего оросителя» [22]:

$$Q_{\text{тр}} \geq I_{\text{тр}} \cdot F_c = 0,08 \cdot 12 = 0,96 \text{ л/с}$$

«где  $I_{\text{тр}}$  - нормативная интенсивность орошения одного оросителя, л/с\*м<sup>2</sup>;

$F_c$  - проектная площадь орошения оросителем, м<sup>2</sup>» [22];

«Расход воды через диктующий ороситель» [22]:

$$Q_1 = k \sqrt{H_1},$$

«где  $H_1$  - напор у оросителя, принимаем минимальный напор, при котором функционирует ороситель 10 м.

$k$  - коэффициент производительности оросителя, выбираем оросители с условным диаметром выходного отверстия 10 мм. и  $k=0,35$ » [22].

$$Q_1 = 0,35 \sqrt{10} = 1,10 \text{ л/с}$$

$1,10 \text{ л/с} \geq 0,96 \text{ л/с}$  - условие выполняется;

«Для спринклерных оросителей определяем температуру срабатывания термозамков 57<sup>0</sup>С, с температурой окружающей средой до 35<sup>0</sup>С» [22].

«Гидравлический расчет сети. Ороситель 1. Из предыдущих расчетов  $k=0,35$ ;  $H=10\text{м}$ ;  $Q=1,10 \text{ л/с}$ » [22].

«Участок 1-2: длина трубы 3 м (из рисунка размещения оросителей и трассировки труб); диаметр трубы принимаем  $D_y=40$  мм, следовательно коэффициент трения этой трубы 28,7 равен  $k_1=28,7$ ;  $Q=1,10 \text{ л/с}$ . Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{1,10^2 \cdot 3}{28,7} = 0,126 \text{ м}$$

«Следовательно, суммарный напор» [22]:

$$H = 10 + 0,126 = 10,126 \text{ м.}$$

«Ороситель 2:  $k=0,35$  (для всех оросителей); давление у оросителя  $H=10,126$  м» [22].

$$Q = K\sqrt{H} = 0,35\sqrt{10,126} = 1,114 \text{ л/с}$$

«Расход нарастающим итогом  $Q=1,10+1,114=2,214$  л/с». [22]

«Участок 2-3. Длина трубы 3 м; диаметр трубы  $D_y=40$  мм,  $k_1=28,7$ ;  $Q=2,214$  л/с. Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{2,214^2 \cdot 3}{28,7} = 0,51 \text{ м}$$

«Следовательно, суммарный напор  $H=10,126+0,51=10,636$  м» [22].

«Ороситель 3.  $k=0,35$ ,  $H=10,636$  м» [22].

$$Q = K\sqrt{H} = 0,35\sqrt{10,636} = 1,141 \text{ л/с}$$

«Расход итогом» [22]:

$$Q = 2,214 + 1,141 = 3,355 \text{ л/с}$$

«Участок 3-4. длина трубы 3 м; диаметр трубы  $D_y=40$  мм,  $k_1=28,7$ ;  $Q=3,355$  л/с. Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{3,355^2 \cdot 3}{28,7} = 1,177 \text{ м}$$

«Суммарный напор» [22]:

$$H = 10,636 + 1,177 = 11,813 \text{ м}$$

«Ороситель 4.  $k=0,35$ ,  $H=11,813$  м» [22].

$$Q = K\sqrt{H} = 0,35\sqrt{11,813} = 1,203 \text{ л/с}$$

«Расход итогом» [22]:

$$Q = 3,355 + 1,203 = 4,558 \text{ л/с}$$

«Участок 4-5. Длина трубы 1,5 м; диаметр трубы  $D_y=40$  мм,  $k_1=28,7$ ;  $Q=4,558$  л/с. Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{4,558^2 \cdot 1,5}{28,7} = 1,086 \text{ м}$$

«Суммарный напор» [22]:

$$H = 11,813 + 1,086 = 12,899 \text{ м}$$

«Точка 5.  $H=12,899$  м. Расход в точке  $Q=4,558$  л/с. Коэффициент участка 1-5» [22]:

$$k_{yч} = \frac{Q}{\sqrt{H}} = \frac{4,558}{\sqrt{12,899}} = 1,27$$

«Участок 5-6. Длина трубы 3 м; диаметр трубы  $D_y=100$  мм,  $k_1=4322$ ;  $Q=4,558$  л/с. Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{4,558^2 \cdot 3}{4322} = 0,015 \text{ м}$$

«Суммарный напор» [22]:

$$H=12,899 + 0,015=12,914 \text{ м}$$

«Точка 6.  $H=12,914$  м» [22].

$$k^{1-5}_{\text{уч}} = k^{6-6}_{\text{уч}} = 1,27$$

«Расход в точке будет равен» [22]:

$$Q = k^{6-6}_{\text{уч}} \sqrt{H} = 1,27 \sqrt{12,914} = 4,56 \text{ л/с}$$

«Расход итогом» [22]:

$$Q=4,558+4,56=9,118 \text{ л/с}$$

«Участок 6-9. Длина трубы 3 м; диаметр трубы  $D_y=100$  мм,  $k_1=4322$ ;  $Q=9,118$  л/с. Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{9,118^2 \cdot 3}{4322} = 0,058 \text{ м}$$

«Суммарный напор» [22]:

$$H=12,914 + 0,058=12,972 \text{ м}$$

«Ороситель 7.  $k=0,35$ ;  $H=12,972$  м» [22].

$$Q = K\sqrt{H} = 0,35\sqrt{12,972} = 1,26 \text{ л/с}$$

«Участок 7-8. Длина трубы 3 м, диаметр трубы  $D_y=40$  мм,  $k_1=28,7$ ;  $Q=1,26$  л/с. Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{1,26^2 \cdot 3}{28,7} = 0,166 \text{ м}$$

«Следовательно, суммарный напор» [22]:

$$H=12,972+0,166=13,138 \text{ м.}$$

«Ороситель 8.  $k=0,35$  (для всех оросителей); давление у оросителя  $H=13,138$  м» [22].

$$Q = K\sqrt{H} = 0,35\sqrt{13,138} = 1,269 \text{ л/с}$$

«Расход нарастающим итогом» [22]:

$$Q=1,26+1,269=2,529 \text{ л/с}$$

«Участок 8-9. Длина трубы 1,5 м; диаметр трубы  $D_y=40$  мм,  $k_1=28,7$ ;  $Q=2,529$  л/с. Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{2,529^2 \cdot 1,5}{28,7} = 0,334 \text{ м}$$

«Следовательно, суммарный напор» [22]:

$$H=13,138 +0,334=13,472 \text{ м}$$

«Точка 9. Н=13,472 м» [22].

«Расход итогом» [22]:

$$Q=9,118 +2,529=11,647 \text{ л/с}$$

«Участок 9-10. Длина трубы 46,5 м; диаметр трубы  $D_y=100$  мм,  $k_1=4322$ ;  $Q=11,647$  л/с. Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{11,647^2 \cdot 46,5}{4322} = 1,459 \text{ м}$$

«Следовательно, суммарный напор» [22]:

$$H=13,472+1,459=14,931 \text{ м}$$

«Участок 10-до насосной станции. Длина трубы 88 м; диаметр трубы принимаем  $D_y=100$  мм,  $k_1=4322$ ;  $Q=11,647$  л/с. Потери по длине на этом участке» [22]:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{k_1} = \frac{11,647^2 \cdot 88}{4322} = 2,762 \text{ м}$$

«Следовательно, суммарный напор» [22]:

$$H=14,931+2,762=17,693 \text{ м}$$

«Расчет диаметров трубопроводов в насосной станции. От точки 10 до насосной станции диаметром трубопровода 100 мм. Скорость воды в

напорных трубах принимают не более 10 м/с. Определим скорость воды в трубопроводах» [22]:

$$V = \left(\frac{35.6}{D}\right)^2 \cdot Q = \left(\frac{35.6}{100}\right)^2 \cdot 11,647 = 1,476 \text{ м/с}$$

«1,476 < 10 условие выполняется» [22].

«Расчет основного водопитателя. Расчетный напор основного водопитателя» [22]:

$$H = H_1 + 1,2 \sum h + H_2 + Z$$

«где  $H_1$  – напор у диктующего оросителя, м.в.ст.;

$\sum h$  – суммарные линейные потери, м.в.ст.;

$H_2$  – потери напора в узле управления, м.в.ст.

$Z$  – геометрическая высота от оси насоса, до уровня оросителей, м» [22].

$$H_2 = eQ^2$$

«где  $e$  – характеристика узла управления, выбираем узел управления спринклерный водозаполненный;

$Q$  – расход л/с» [22].

$$H_2 = 0,004 * 11,647^2 = 0,54 \text{ м}$$

$$H = 10 + 1,2 * 7,693 + 0,54 + 8 = 27,77 \text{ м.}$$

«Выбираем по расчетному напору консольный насос К 80-65-160, обеспечивающий напор 32 м и расход 50 м<sup>3</sup>/ч (13,889 л/с). Гарантированная водоотдача водопроводной сети 14 л/с, что обеспечивает работоспособность АУПТ. Необходимости в установке резервуара нет» [22].

«Расчет автоматического водопитателя. Минимальный напор в автоматическом водопитателе» [22]:

$$H_{ав} = H_1 + Z + 15$$

«где  $H_1$  – напор у диктующего оросителя, м.в.с.;

$Z$  – геометрическая высота от оси насоса, до уровня оросителей, м;

$Z = 6$  м (высота помещения) + 2 м (уровень пола насосной ниже) = 8 м;

15 – запас на работу установки до включения резервного насоса» [22].

$$H_{ав} = 10 + 8 + 15 = 33 \text{ м.в.с.}$$

«Для поддержания давления автоматического водопитателя выбираем жокей-насос CR 3-8 с напором 38,3 м.в.с» [22].

В четвертом разделе исследования произведен расчет автоматической системы противопожарного водоснабжения, основной функционал которой – эффективная доставка огнетушащего вещества (в нашем случае воды) к месту ликвидации пожара. В случае пожара производится дистанционный пуск пожарных насосов и открывание электроздвижек, в трубопровод подается вода под необходимым напором и пожарный расчет может осуществить локализацию возгорания.

## **5 Проектирование технических и технологических мер по улучшению существующего противопожарного водоснабжения предприятия ООО «Тольяттинский Трансформатор»**

На территории завода имеется внутризаводская сеть производственно-противопожарного водопровода, запитывается трубопроводом 0 - 200 мм от речного водопровода 0 – 1200 мм завода АО «Синтезкаучук».

Согласно последним проведенным испытаниям на водоотдачу, было сделано заключение о том, что водоотдача соответствует действующим нормам. Итак, на данный момент противопожарный водопровод на предприятии находится в удовлетворительном состоянии. Но, как показывает практика, для защиты от пожара на крупных предприятиях необходимы комплексные системы противопожарной защиты. Поэтому в ООО «Тольяттинский Трансформатор» рекомендуется предусмотреть дополнительные меры противопожарного водоснабжения. Системы противопожарной защиты могут включать в себя следующие элементы:

- «средства пожаротушения от привозных средств пожарной техники;
- автоматические установки пожарной сигнализации и пожаротушения;
- мероприятия строительной профилактики пожаров (пропитка конструкций антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных составов, устройств противопожарных преград, использование отделок, облицовок с определёнными характеристиками и т.д.);
- средства противодымной защиты;
- огнепреграждающие устройства в технологическом оборудовании;
- средства оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей при пожаре;
- средства обеспечения и защиты путей эвакуации;
- средства коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара (ОФП)» [2].

Основные характеристики системы противопожарной защиты: надежность и устойчивость к воздействию опасных факторов пожара в течение времени, которое необходимо для достижения целей обеспечения пожарной безопасности.

В системе автоматической подачи воды из внутреннего водопровода предприятия в качестве основного огнетушащего вещества используется вода. В спринклерную систему входит ороситель (спринклеры), встроенный в трубопровод водяного заполнения или воздушного. Вода должна иметь температуру 5°C и выше (в помещениях), воздух подается под давлением. Тепловой замок запирает спринклеры, его срабатывание (открытие спринклеров) происходит при повышении температуры до 57°C, а общий температурный диапазон для данного замка до 343°C. Время на включение в пределах 5-10 мин. Нарушение герметизации у спринклера приводит к снижению давления в трубопроводе, что обеспечивает открытие клапана в узле управления, подается команда от узла управления для включения насоса, т.е. происходит подача воды.

Наиболее востребованы на сегодняшний день для тушения пожаров системы на основе применения воды. Автоматические системы пожаротушения также используют воду, как и системы противопожарного водоснабжения.

Системы водяного пожаротушения обладают рядом преимуществ:

- «они создают условия для непосредственного подавления очага возгорания и препятствуют распространению огня по горючим источникам. В то же время вода, которая распыляется в помещениях сплинкерами при пожаре, не только гасит пламя, но и охлаждает окружающую среду;
- для эффективной работоспособности водяной системы пожаротушения достаточно обеспечить доступ к источнику воды» [25].

Главной целью у противопожарных систем защиты служит создание высокого уровня безопасности граждан, их здоровья, жизней и сохранения материальных ценностей от воздействия огня, минимизация вероятного ущерба от последствий.

Чаще всего зарегистрировано применение водяных систем пожаротушения во время ликвидации возгораний при использовании поверхностного способа в различных объектах, например, в складских, в производственных помещениях и др.

Системы водяного пожаротушения обладают рядом преимуществ нежели системы, использующие другие среды для ликвидации пожара (порошок, аэрозоль, газ), например, наличие безопасности, надежности, эффективности и малой стоимости огнетушащей среды. Более чем 90% всех возгораний в наше время ликвидируются водой.

Следует отметить, что традиционные установки водяного тушения - спринклерные и дренчерные – требуют больших объемов воды в процессе тушения, это около 0,09 л/с на квадратный метр. Такое количество воды можно получить лишь от внешних источников водоснабжения.

«Из всех регламентируемых законодательством источников внешнего водоснабжения наиболее оптимальным решением, обеспечивающим технически необходимый объем воды с точки зрения экономики и безопасности, являются пожарные резервуары» [18].

Поэтому для того, чтобы противопожарное водоснабжение было гарантированным в ООО «Гольяттинский Трансформатор» предлагается к использованию пожарный резервуар (рисунок 7).

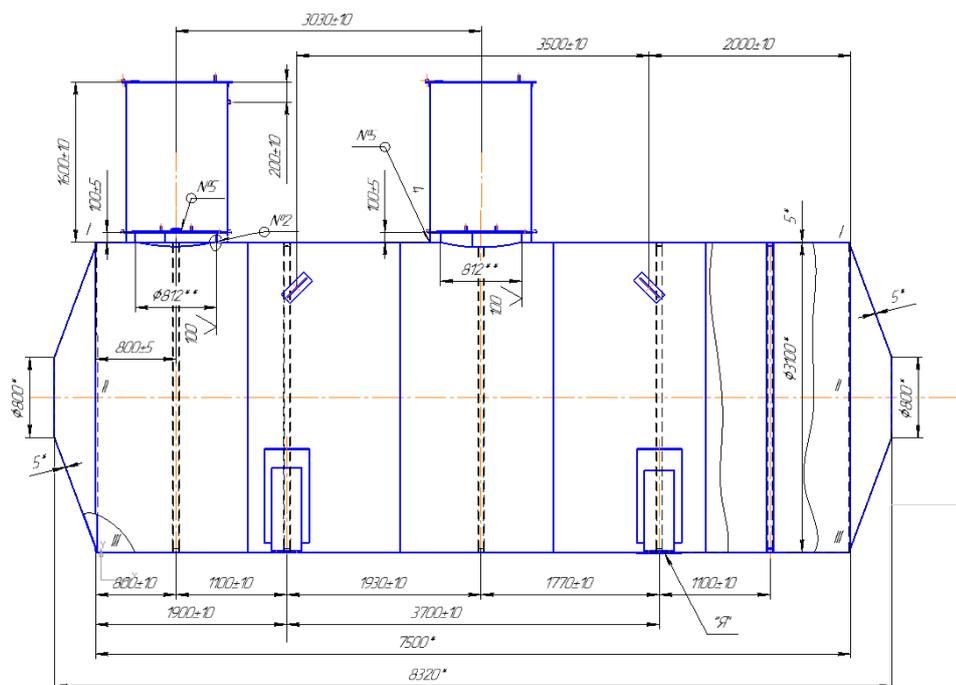


Рисунок 7 – Пожарный резервуар

Резервуар обладает корпусом, в изготовлении которого применяют гальванизированные листы низкоуглеродистой стали. Герметичность внутри достигается с помощью мембраны, армированной ПВХ. Она позволяет не допустить контактирование воды с металлом.

«Все элементы резервуаров изготавливаются при помощи высокоточного оборудования и только в заводских условиях, и там же проходят строгий выходной контроль. Благодаря этому всей конструкции гарантируется максимальная надежность, по сравнению с изделиями, произведёнными на строительной площадке в процессе их монтажа» [23].

В пятом разделе на объекте ООО «Тольяттинский Трансформатор» предлагается к использованию пожарный резервуар для того, чтобы противопожарное водоснабжение было гарантированным. Данное решение принято поскольку это наиболее оптимальное решение, обеспечивающее технически необходимый объем воды с точки зрения экономики и безопасности.

## **6 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» [3]. 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; участию 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, профсоюзному контролю за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- разрешению трудовых споров;
- обязательному социальному страхованию в случаях, предусмотренных федеральными законами» [8].

Для объектов промышленного назначения, к которым относится рассматриваемый объект разработаны определенные правила охраны труда:

- «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 задействия;
- 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» [17].

На основании государственных и отраслевых норм безопасности, лица, на которых возложена ответственность за безопасную эксплуатацию оборудования на технологических установках в ООО «Тольяттинский Трансформатор», должны организовывать обучение, проведение инструктажей, проверку знаний, выдачу допусков к самостоятельной работе сотрудникам, обслуживающих технологическое оборудование. На рассматриваемом объекте ООО «Тольяттинский Трансформатор» 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 функций» [16]. В ООО «Тольяттинский Трансформатор» проводят:

- вводный инструктаж («для всех принимаемых на работу лиц, а также для лиц, командированных на работу на предприятие – организатор обучения либо выполняющих подрядные 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» [16]);
- первичный и повторный инструктажи на рабочем месте («со всеми вновь принятыми на работу лицами, в том числе для выполнения краткосрочных, сезонных работ; с работающими, переведенными в установленном порядке из другого подразделения, с командированным на работу, с персоналом подрядчиков с обучающимися образовательных учреждений» [16]);
- 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» [16]);

- целевой инструктаж («при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы» [16]).

«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, прошедшим инструктаж. При наличии этого документа работники вправе приступать к техническим, ремонтным и другим видам работ в технологических установках» [16].

«По результатам 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» [16]:

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

Порядок проведения обязательных предварительных и периодических медицинских:

- «изменился перечень работ и факторов, согласно которому составляется список профессий, подлежащих медицинскому осмотру;
- добавилось составление списков лиц, подлежащих медосмотрам;

- составленный список работников, подлежащих периодическим осмотрам, теперь должны направлять в Роспотребнадзор организации, принадлежащие к следующим отраслям: пищевая промышленность, общественное питание и торговля, водопроводные сооружения. медицинские организации и детские учреждения, организации, в которых работники проходят медосмотры в целях охраны здоровья населения, предупреждения возникновения и распространения заболеваний;
- обязательным требованием стало указание стажа работника в поименном списке;
- появилась возможность направить работника на медицинский осмотр, составив электронный документ, если у работника и работодателя имеются электронные подписи;
- установлен список обязательных данных, которые в нем необходимо указывать;
- работник при прохождении медосмотра дополнительно должен иметь при себе Полис обязательного (добровольного) страхования;
- законодательно утверждена возможность объединения первого этапа диспансеризации (проф.осмотра) с проводимым медицинским осмотром;
- на внеочередной медосмотр теперь можно направить сотрудника по результатам установленной нетрудоспособности;
- отсутствует ряд утвержденных обязательных форм» [16].

В шестом разделе исследования охарактеризованы принципы охраны труда в ООО «Тольяттинский Трансформатор». Разработана процедура проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров.

## 7 Охрана окружающей среды и экологической безопасности

Идентификация экологических аспектов происходит во всех структурных подразделениях ООО «Тольяттинский Трансформатор». 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 теплоэнергии 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) [24].

По принципу возникновения экологические аспекты делятся на:

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

Для ООО «Тольяттинский Трансформатор» основным фактором экологической нагрузки от его производственной деятельности служит образование сточных вод. Рисунок 8 приводит значения концентраций сточных вод после прохождения технологических процессов ООО «Тольяттинский Трансформатор».

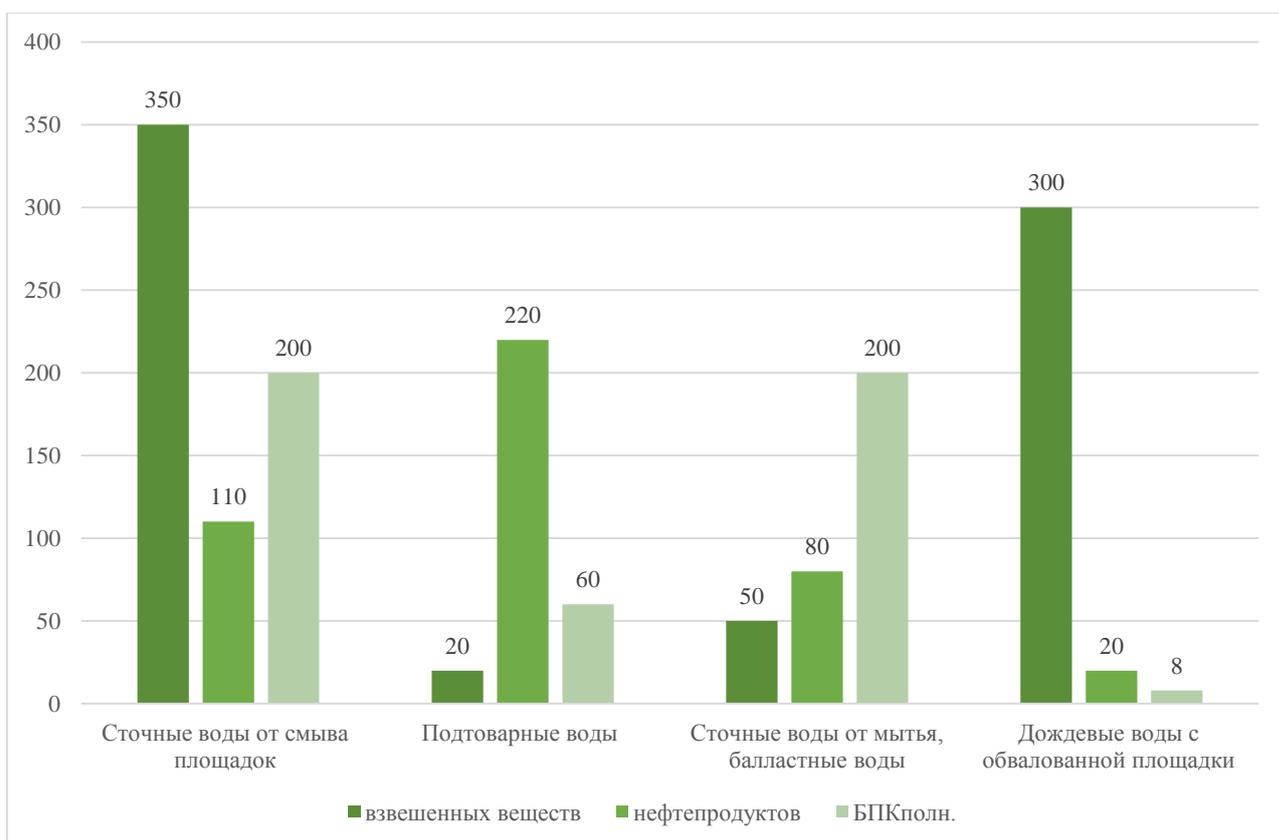


Рисунок 8 – Концентрация сточных вод при технологическом процессе ООО «Тольяттинский Трансформатор»

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

В ООО «Тольяттинский Трансформатор» предлагаются следующие 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» [6].

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» [7].

Для снижения воздействия на окружающую среду отходов, образующихся при функционировании ООО «Тольяттинский Трансформатор», предлагается также 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» [20].

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.

В седьмом разделе охарактеризованы принципы охраны окружающей среды и экологической безопасности ООО «Тольяттинский Трансформатор». Рассмотрена экологическая нагрузка от его производственной деятельности, выраженная в виде сточных вод. Предложены профилактические мероприятия снижения воздействия данного фактора, мероприятия по охране окружающей среды при обращении с отходами и ряд организационно-технических мероприятий.

## 8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Итак, предлагаемые мероприятия в ООО «Тольяттинский Трансформатор» должны обеспечить пожарную безопасность, далее рассмотрим предлагаемый план мероприятий, реализованный в ООО «Тольяттинский Трансформатор» в таблице 3.

Таблица 3 – План мероприятий по реализации системы обеспечения противопожарного режима

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание (выполнено/ не выполнено)
Использование способа улучшения противопожарного водоснабжения и система для его осуществления	Руководитель организации, специалист по ПБ	3 кв-л 2022 года	Предложено к выполнению

Таблица 4 демонстрирует смету расходов, необходимых для внедрения системы, обеспечивающей противопожарную защиту.

Таблица 4 – Смета затрат

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	57000
Стоимость оборудования	280050
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	-
Итого:	337050

Исходные данные для применения способа противопожарной защиты и системы для его осуществления представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	Базовый вариант	Проектный вариант
Общая площадь	м <sup>2</sup>	F	4200	
Стоимость поврежденного оборудования и основных фондов	руб/м <sup>2</sup>	C <sub>T</sub>	31000	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м <sup>2</sup>	C <sub>к</sub>	111000	
Вероятность возникновения пожара	1/м <sup>2</sup> в год	J	16,0 x 10 <sup>-6</sup>	
Площадь пожара на время тушения пожара первичными средствами	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	200	
Площадь тушения средствами автоматического пожаротушения	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	60,0	
Площадь тушения пожара при отказе всех средств пожаротушения	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	3198	
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p <sub>1</sub>	0,85	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p <sub>2</sub>	0,95	
Вероятность тушения пожара автоматическими средствами	-	p <sub>3</sub>	0,86	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	-	-	0,52	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	к	1,3	
Линейная скорость распространения	м/мин	v <sub>л</sub>	1,25	
Время свободного горения	мин	V <sub>свг</sub>	18	
Стоимость автоматических средств пожаротушения	руб.	K	337050	
Норма амортизационных отчислений	%	H <sub>ам</sub>	-	5
Суммарный годовой расход	т	W <sub>ов</sub>	-	70
Оптовая цена огнетушащего вещества	руб.	Ц <sub>ов</sub>	-	110
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	-	K <sub>тзср</sub>	-	0,55
Численность работников обслуживающего персонала	чел	Ч	-	1
Зарботная плата 1 работника	руб.	ЗПЛ	-	12100
Норма дисконта	-	НД	-	0,1
Период реализации мероприятий	лет	T	-	21

«Рассчитать годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения  $M(\Pi_1)$ » [10]:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (29)$$

$$M(\Pi_1) = 520167,2 + 16120,5 + 71540,2 = 594230,9$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [10]:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1+k) \cdot p_1 \quad (30)$$

$$M(\Pi_1) = 0,000016 \cdot 4200 \cdot 31000 \cdot 200 \cdot (1+1,3) \cdot 0,85 = 520167,2 \text{ руб / год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [10]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 \cdot (1+k) \cdot (1-p_1) \cdot p_2 \quad (31)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 4200 \cdot (31000 \cdot 60 + 111000) \cdot 0,52 \cdot (1+1,3) \cdot (1-0,85) \cdot 0,95 = 16120,5 \text{ руб / год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [10]:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{пож}} + C_k) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2] \quad (32)$$

$$M(\Pi_3) = 0,000016 \cdot 4200 \cdot (31000 \cdot 4200 + 111000) \cdot (1+1,3) \cdot$$

$$\cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,95] = 71540,2 \text{ руб} / \text{год}$$

«Рассчитать годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения  $M(\Pi_2)$ » [10]:

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) \quad (33)$$

$$M(\Pi_2) = 21920,6 + 1641,9 + 0 = 23562 \text{ руб} / \text{год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения» [10]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1+k) \cdot (1-p_1) \cdot p_3 \quad (34)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 4200 \cdot 31000 \cdot 60 \cdot (1+1,3) \cdot (1-0,85) \cdot 0,86 = 21920,6$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [10]:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 \cdot (1+k) \cdot [1 - p_2 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 \quad (35)$$

$$M(\Pi_3) = 0,000016 \cdot 4200 \cdot (31000 \cdot 60 + 111000) \cdot 0,52 \cdot (1+1,3) \cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95 = 1641,9 \text{ руб} / \text{год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [10]:

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{нож}} + C_k) \cdot (1+k) \cdot \left\{ \begin{array}{l} 1 - p_1 - (1-p_1) \cdot p_3 - \\ - [1 - p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 \end{array} \right\} \quad (36)$$

$$M(\Pi_4) = 0,000016 \cdot 4200 \cdot (31000 \cdot 200 + 111000) \cdot (1+1,3) \cdot \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,85 - (1-0,85) \cdot 0,86 - \\ - [1 - 0,85 - (1-0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95 \end{array} \right\} = 975428,2 \cdot (0,02 - 0,02) = 0 \text{ руб / год}$$

«Рассчитать эксплуатационные расходы» [10]:

$$P = A + C = 2145232 \text{ руб / год} \quad (37)$$

Текущие затраты:

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} + C_{o.v.} = 196671,2 \text{ руб / год} \quad (38)$$

Затраты на текущий ремонт:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{m.p.}}{100\%} \quad (39)$$

$$C_{m.p.} = \frac{357050 \cdot 0,3}{100} = 1071,2 \text{ руб / год}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{c.o.n.} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ \quad (40)$$

$$C_{c.o.n.} = 12 \cdot 1 \cdot 16300 = 195600 \text{ руб / год}$$

«Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения» [10]:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (41)$$

$$A = \frac{357050 \cdot 5}{100\%} = 17852 \text{ руб / год}$$

«Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий» [10]:

$$I_t = \{[M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]\} \cdot \frac{1}{(1 + HD)^t} - (K_2 - K_1) \quad (42)$$

$$I_t = \{[594230,9 - 23562] - 214523,2\} \cdot \frac{1}{(1 + 0,1)^t} - 337050$$

«Определяем интегральный экономический эффект применения способа противопожарной защиты и системы для его осуществления путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта из таблицы 6» [10].

Таблица 6 – Расчет денежных потоков за период времени

Год осуществления проекта	M(Π1)- M(Π2)	P <sub>2</sub> -P <sub>1</sub>	1/(1+HD) <sup>t</sup>	[M(Π1)- M(Π2)-(P <sub>2</sub> - P <sub>1</sub> )]*1/(1+HD) <sup>t</sup>	K <sub>2</sub> -K <sub>1</sub>	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
2	570668,9	214523,2	0,83	294335,3	357050	-62714,7
3	570668,9	214523,2	0,75	267577,5	0	204862,8
4	570668,9	214523,2	0,68	243252,3	0	448115,1
5	570668,9	214523,2	0,62	221138,5	0	669253,6
6	570668,9	214523,2	0,56	201035,0	0	870288,6
7	570668,9	214523,2	0,51	182759,1	0	1053047,6

Продолжение таблицы 6

Год осуществления проекта	М(П1)- М(П2)	P <sub>2</sub> -P <sub>1</sub>	1/(1+НД) <sup>t</sup>	[М(П1)- М(П2)-(P <sub>2</sub> - P <sub>1</sub> )]*1/(1+НД) <sup>t</sup>	K <sub>2</sub> -K <sub>1</sub>	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
8	570668,9	214523,2	0,47	166144,6	0	1219192,2
9	570668,9	214523,2	0,42	151040,5	0	1370232,8
10	570668,9	214523,2	0,39	137309,6	0	1507542,3
11	570668,9	214523,2	0,35	124826,9	0	1632369,2
12	570668,9	214523,2	0,32	113479,0	0	1745848,2
13	570668,9	214523,2	0,29	103162,7	0	1849010,9
14	570668,9	214523,2	0,26	93784,3	0	1942795,2
15	570668,9	214523,2	0,24	85258,4	0	2028053,7
16	570668,9	214523,2	0,22	77507,7	0	2105561,4
17	570668,9	214523,2	0,20	70461,5	0	2176022,9
18	570668,9	214523,2	0,18	64055,9	0	2240078,8
19	570668,9	214523,2	0,16	58232,7	0	2298311,5
20	570668,9	214523,2	0,15	52938,8	0	2351250,3

Итак, интегральный экономический эффект составит 2351250,3 руб.

В восьмом разделе рассчитаны денежные потоки от применения способа повышения эффективности противопожарного водоснабжения и системы для его осуществления. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что предлагаемые мероприятия повышения эффективности противопожарного водоснабжения являются эффективными.

## Заключение

В первом разделе дана характеристика объекта настоящего исследования является ООО «Тольяттинский Трансформатор». Использование в технологических процессах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, горючих газов, едких химических веществ делает данный объект пожароопасным.

Во втором разделе исследования дана характеристика систем обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты. Изучен предел огнестойкости здания, исследованы данные по оснащению пожарным водопроводом. Все здания рассматриваемого объекта обеспечены достаточным количеством путей эвакуации с выходом через коридоры и лестничные клетки непосредственно на улицу. Для более быстрого обнаружения возгорания на начальной стадии и подачи команды в систему управления в отсеках предусмотрены специальные извещатели пожарной сигнализации.

В третьем разделе был произведен расчет наихудшего стечения обстоятельств при возникновении пожаров и расчет воды на его ликвидацию в цехе размером 22,1x17,85 метров. При расчете было учтено тушение пожара с помощью аварийно-спасательных подразделений. Далее предлагается рассмотреть улучшение пожарного водоснабжения с позиции применения автоматического пожаротушения водой.

В четвертом разделе исследования произведен расчет автоматической системы противопожарного водоснабжения, основной функционал которой – эффективная доставка огнетушащего вещества (в нашем случае воды) к месту ликвидации пожара. В случае пожара производится дистанционный пуск пожарных насосов и открывание электроздвижек, в трубопровод подается вода под необходимым напором и пожарный расчет может осуществить локализацию возгорания.

В пятом разделе на объекте ООО «Тольяттинский Трансформатор» предлагается к использованию пожарный резервуар для того, чтобы противопожарное водоснабжение было гарантированным. Данное решение принято поскольку это наиболее оптимальное решение, обеспечивающее технически необходимый объем воды с точки зрения экономики и безопасности.

В шестом разделе исследования охарактеризованы принципы охраны труда в ООО «Тольяттинский Трансформатор». Разработана процедура проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров.

В седьмом разделе охарактеризованы принципы охраны окружающей среды и экологической безопасности ООО «Тольяттинский Трансформатор». Рассмотрена экологическая нагрузка от его производственной деятельности, выраженная в виде сточных вод. Предложены профилактические мероприятия снижения воздействия данного фактора, мероприятия по охране окружающей среды при обращении с отходами и ряд организационно-технических мероприятий.

В восьмом разделе рассчитаны денежные потоки от применения способа повышения эффективности противопожарного водоснабжения и системы для его осуществления. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что предлагаемые мероприятия повышения эффективности противопожарного водоснабжения являются эффективными.

## Список используемых источников

1. Аксютин В. П. Пожарная безопасность. М. : Трансинфо, 2018. 224 с.
2. Актуальные вопросы пожарной безопасности // Сетевой научный журнал. 2022. №1. С. 1-29.
3. Багян А. Г. Промышленная безопасность производственных предприятий // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии. 2017. № 4. С. 4–7.
4. Вишняков Я. Д. Безопасность жизнедеятельности 4-е изд., пер. и доп. учебник. Люберцы : Юрайт, 2017. 543 с.
5. Горячев С. А. Пожарная безопасность технологических процессов. М. : Академия ГПС МЧС России, 2017. 221 с.
6. Гришин А. М. О влиянии негативных экологических последствий промышленных предприятий // Экологические системы и приборы. 2018. №4. С. 40-43.
7. Исаева Л. К. Экология промышленных предприятий: учебное пособие. М. : Академия ГПС МВД России, 2019. 301 с.
8. Каменев А. О. Исследование методов, обеспечивающих снижение промышленной опасности, и разработка мер защиты объектов // Молодой ученый. 2020. № 22. С. 113–114.
9. Михайлов Ю. М. Пожарная безопасность. М. : Альфа-Пресс, 2018. 120 с.
10. 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).
11. Официальный сайт ООО «Тольяттинский Трансформатор» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.transformator.com.ru> (дата обращения: 04.04.2022).

12. Павлова З. Х., Азметов Х. А., Абдрахманов Н. Х., Павлова А. Д. Оценка и обеспечение безопасности эксплуатации объектов // Известия Томского политехнического университета. 2018. №1. С. 132-137.
13. Пасютина О. В. Безопасность труда и пожарная безопасность. М. : РИПО, 2018 108 с.
14. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией [Электронный ресурс] : Приказ от 18 июня 2003 года № 315. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866575> (дата обращения: 16.04.2022).
15. План тушения пожара ООО «Тольяттинский Трансформатор» / 12 ПСЧ ФПС ГПС Главного управления по Самарской области», 2020. 198 с.
16. Технологический регламент производственного процесса в ООО «Тольяттинский Трансформатор» / ООО «Тольяттинский Трансформатор». 2020. 145 с.
17. Трушкова Е. А. Оценка промышленной безопасности и защиты технологического оборудования. Ростов н/Д : Изд-во ДГТУ, 2019. 83 с.
18. Харисов Г. Х. Противопожарное водоснабжение. М. : Академия ГПС МЧС России, 2018. 310 с.
19. Швырков С. А. Пожарная безопасность технологических процессов. М. : Академия ГПС МЧС России, 2018. 290 с.
20. Юмаев И. Д. Экологическая безопасность технологических процессов в нефтегазовой отрасли // Наука и инновации. 2019. №5. С. 22-29.
21. Cicione A. Full-scale Experimental Testing of Fire Spread between Multiple Dwellings in Informal Settlements / A. Cicione // Fire Safety Journal. 2019. № 2. Pp. 27-33.
22. Fire Protection System [Электронный ресурс]: URL: <https://www.electricaltechnology.org/2018/02/transformers-fire-protection.html> (дата обращения: 18.04.2020).

23. Fire prevention and control [Электронный ресурс]: URL: <https://www.britannica.com/technology/fire-prevention-and-control> (дата обращения: 19.04.2020).

24. Muresan F. Main Components of Fire Protection Systems [Электронный ресурс]: URL: <https://www.ny-engineers.com/blog/main-components-of-fire-protection-systems> (дата обращения: 10.04.2020).

25. Planning for fire protection involves an integrated approach in which system designers need to analyze building components as a total package [Электронный ресурс]: URL: <https://www.buildings.com/article-details/articleid/3157/title/fire-protection-system-design> (дата обращения: 15.04.2020).