

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка систем пожарной безопасности и способов защиты  
товарно-сырьевого цеха ООО «Тольяттикаучук» отделения Д-1И-1

Студент

А.Е. Соболев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Е. Агольцев

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

старший преподаватель, Е.В. Косс

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

Тольятти 2022

## Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка систем пожарной безопасности и способов защиты товарно-сырьевого цеха ООО «Тольяттикаучук» отделения Д-1И-1».

В разделе «Характеристика объекта» рассмотрено назначение объекта исследования и представлен план расположения зданий, строений и оборудования объекта, проанализирована характеристика основных конструкций, помещений здания, рассмотрены данные о веществах, обращающихся в отделении.

В разделе «Анализ и оценка существующих условий пожарной безопасности объекта. Оценка рисков возникновения и развития пожара» представлена характеристика взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий, рассмотрены наиболее вероятные места возникновения пожаров и загораний на оборудовании, проведены анализ и оценка существующих условий пожарной безопасности объекта, произведена оценка рисков возникновения и развития пожара путём расчет пожарных рисков.

В разделе «Разработка технологии применения систем пожарообнаружения и оповещения» проанализированы средства оповещения о пожаре объекта, предложено на объекте создать инновационную систему пожарообнаружения и оповещения, предложено создать автоматизированное рабочее место АРМ «Орион-ПРО».

В разделе «Прогноз и развитие пожара на объекте» произведено прогнозирование возможных мест возникновения загорания и проанализируем возможное развитие пожара на объекте; рассмотрены действия персонала в случае загорания; произведён расчёт развития пожара на объекте.

В разделе «Организация работ по тушению пожаров» рассматриваются действия пожарно-спасательных расчетов на месте тушения пожара,

разработана схема расстановки сил и средств для тушения факельного горения на шаровом резервуаре 1/3 отделения И-1.

В разделе «Охрана труда» рассмотрен порядок проведения первичного инструктажа и проверки знаний по безопасности труда и разработана регламентированная процедура проведения первичного инструктажа.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проанализировано антропогенное воздействие цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» на окружающую среду; представлен полный перечень отходов цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» различных классов опасности с указанием мест временного хранения; разработана регламентированная процедура обращения с отходами на территории ООО «Тольяттикаучук».

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» произведён расчёт ожидаемых потерь ООО «Тольяттикаучук» от пожаров в цехе Д-1-И-1-Д-1а; рассчитаны эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения; рассчитан экономический эффект от оборудования территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» инновационной системой пожаробнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения.

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 57 страница, 8 рисунков, 6 таблиц, графический материал на отдельных листах.

## **Abstract**

The title of the graduation work is “Development of fire safety systems and methods of protection of commodity-raw shop of Ltd. Togliattikauchuk branch D-1H-1”.

In the part “Characteristics of the object” the characteristics of the main structures, rooms of the building are considered.

The part “Analysis and evaluation of the existing fire safety conditions of the object. Risk Assessment of Occurrence and Development of Fire” presents characteristics of explosion and fire hazard of premises and buildings, assessment of risks of occurrence and development of fire.

In the part “Development of Technology of Application of Fire Detection and Warning Systems” it was proposed to create an automated workplace.

In the part “Forecast and development of fire on the object” the prediction of possible places of occurrence of a fire and calculation of fire development on the object was made.

The part “Organization of Fire Extinguishing Work” deals with the actions of fire and rescue teams at the fire extinguishing site.

The part “Occupational Safety and Health” considers the procedure for initial briefing and testing knowledge of occupational safety.

The part “Environmental protection and ecological safety” analyzes the impact of the enterprise on the environment.

In the part “Evaluation of the effectiveness of measures to ensure technosphere safety” the economic effect of the equipment of the fire detection and warning system are calculated.

The graduation work consists of 57 pages, 8 figures, 6 tables.

## Содержание

Введение.....	5
Термины и определения .....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Характеристика объекта .....	9
2 Анализ и оценка существующих условий пожарной безопасности объекта. Оценка рисков возникновения и развития пожара.....	12
3 Разработка технологии применения систем пожаробнаружения и оповещения .....	21
4 Прогноз и развитие пожара на объекте.....	28
5 Организация работ по тушению пожаров .....	35
6 Охрана труда.....	38
7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	41
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	45
Заключение .....	53
Список используемых источников.....	55

## Введение

Каждый год в зданиях вспыхивают тысячи пожаров, приводящих к гибели людей, травмам и ущербу от пожаров [21, 22].

Вопрос повышения уровня безопасности от потенциальных угроз и чрезвычайных ситуаций на объектах хранения и переработки нефтепродуктов и газа вызывает особую озабоченность [23].

Актуальность исследуемой темы ВКР направлена на обеспечение пожарной безопасности на объекте исследования.

Цель исследования – на основе анализа уровня пожарной безопасности и разработки инновационных противопожарных мероприятий на предприятии разработать инновационную систему пожарообнаружения и оповещения.

Задачи работы:

- рассмотреть назначение объекта исследования и его расположение на местности;
- проанализировать характеристику основных конструкций, помещений здания;
- ознакомиться с данными о веществах обращающихся в отделении;
- произвести анализ характеристики взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
- рассмотреть наиболее вероятные места возникновения пожаров и загораний на оборудовании;
- провести анализ и оценку существующих условий пожарной безопасности объекта;
- рассмотреть действия работников отделения при возникновении пожара на объекте;
- произвести оценку рисков возникновения и развития пожара путём расчета пожарных рисков;
- оценить средства оповещения о пожаре объекта;

- разработать технологии применения систем пожаробнаружения и оповещения;
- проанализировать возможные места возникновения загорания и возможное развитие пожара на объекте;
- произвести расчёт развития пожара на объекте;
- разработать схему расстановки сил и средств по тушению пожара;
- рассмотреть порядок проведения первичного инструктажа и проверки знаний по безопасности труда;
- разработать регламентированную процедуру проведения первичного инструктажа;
- проанализировать антропогенное воздействие цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» на окружающую среду;
- разработать регламентированную процедуру обращения с отходами на территории ООО «Тольяттикаучук»;
- произвести расчёт ожидаемых потерь ООО «Тольяттикаучук» от пожаров в цехе Д-1-И-1-Д-1а;
- рассчитать эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения;
- рассчитать экономический эффект от оборудования территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» инновационной системой пожаробнаружения и оповещения.

## Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности [5].

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

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

Пожарная опасность веществ и материалов – «состояние веществ и материалов, характеризующееся возможностью возникновения горения или взрыва веществ и материалов» [19].

Правила пожарной безопасности – комплекс положений, устанавливающих порядок соблюдения требований и норм пожарной безопасности при строительстве и эксплуатации объекта [5].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АРМ – автоматизированное рабочее место.

АС – аварийная ситуация.

ВМП – воздушно-механическая пена.

ГГ – горючий газ.

ГЖ – горючая жидкость.

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость.

ОУ – огнетушитель углекислотный.

ПГ – пожарный гидрант.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ПО – пожарная охрана.

ПЧ – пожарная часть.

СИЗОД – средства индивидуальной защиты органов дыхания.

СУГ – сжиженный углеводородный газ.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

ЭВМ – электронно-вычислительная машина.

## 1 Характеристика объекта

Отделение И-1 цеха Д-1-И-1-Д-1а предназначено для приема, хранения и отпуска фракции изобутановой, изопрена, изопентана-растворителя, возвратного изопентана-растворителя, фракции изобутан-изобутиленовой, изобутелена и метанола.

В состав цеха входят: отделение Д-1, отделение И-1, отделение Д-1А.

План расположения зданий, строений и оборудования объекта представлен на рисунке 1.

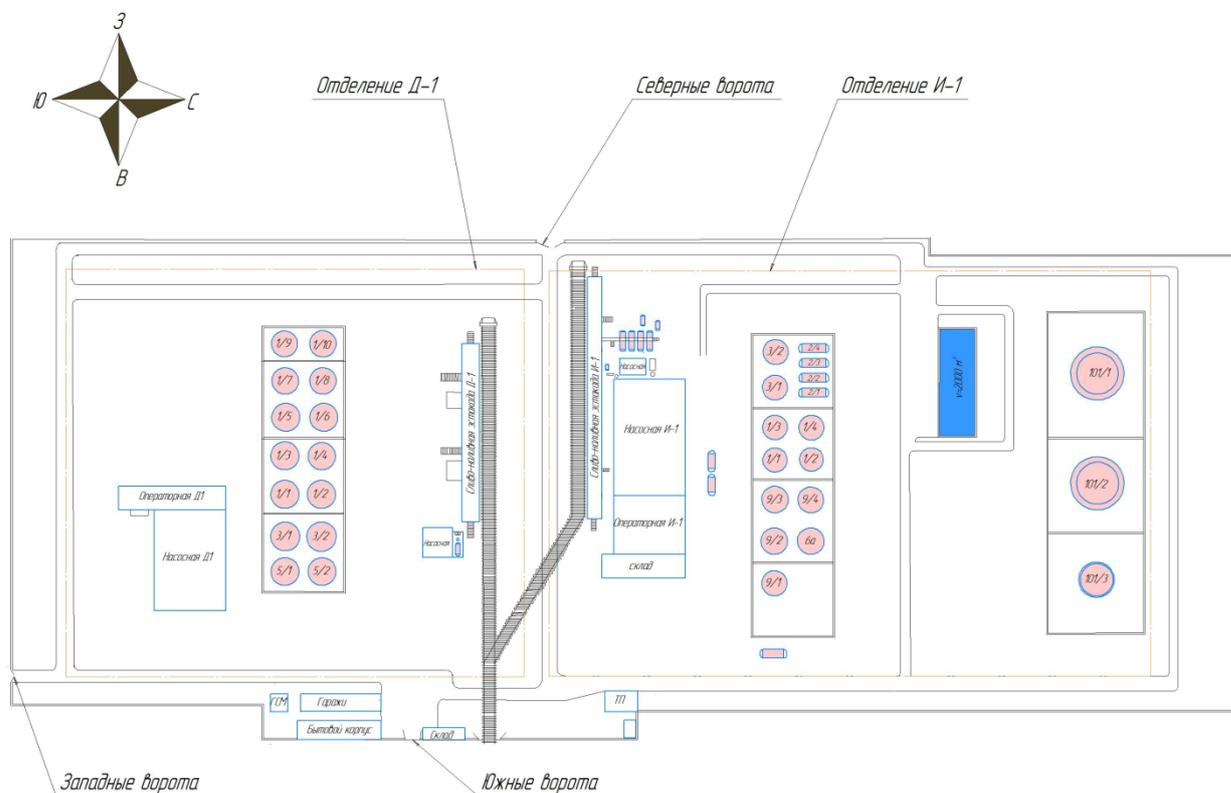


Рисунок 1 – План расположения зданий, строений и оборудования объекта

Отделение И-1 состоит из открытого резервного парка, 11-ти сферических резервуаров по 600 м<sup>3</sup>, 4-х горизонтально стоящих резервуаров по 100 м<sup>3</sup>, сливо-наливной эстакады и насосной станции.

«Здание большой насосной одноэтажное бесфонарное, высотой 6 м, длиной 45 м, шириной 12 м, 2-ой степени огнестойкости, стены кирпичные, несущие. Покрытие совмещенное по ж/б перекрытиям с взрывными проемами, закрытыми шифером. В насосной находятся насосы, предназначенные для подачи углеводородного сырья в цеха завода» [21].

«Здание малой насосной одноэтажное кирпичное, перекрытие ж/б, покрытие рубероидное 150 м<sup>2</sup>. Малая насосная – для подогрева и циркуляции дизельного топлива (20-90 °С) в теплообменниках шаровых резервуаров» [21].

«К зданию большой насосной пристроен одноэтажный бытовой корпус, в котором расположены: операторная, бытовое и служебное помещение. Стены кирпичные несущие; перекрытие ж/б, покрытие совмещенное» [21].

«Сливо-наливная эстакада предназначена для приема продукта из ж.д. цистерн. Имеется 12 стояков сливо-наливных, длиной 145 м, с несущими ж.б. опорами, на которых расположен металлический настил» [21].

«Наружный, открытый склад И-1 предназначен для хранения углеводородного сырья. Высшая точка оборудования высотой 13 м. Склад состоит из 11 сферических резервуаров по 600 м<sup>3</sup>, разделенных на группы и обнесенный земляным обвалованием высотой 1 м; 4-х горизонтально стоящих резервуаров по 100 м<sup>3</sup> (для изопрена)» [21].

«Максимальное давление в шаровых резервуарах 6 кгс/см<sup>2</sup>. Шаровые резервуары имеют по 5 предохранительных клапанов (4 рабочих и 1 резервный), которые срабатывают при давлении 6,5 кгс/см<sup>2</sup>. В случае пожара в резервуары подается азот для флегматизации. Предел огнестойкости несущих опор резервуаров – 8 часов. В резервуарах хранятся: бутилен, пиролизная фракция, бутилен-изобутиленовая фракция» [21].

В состав отделения И-1 входит метанольный склад, который состоит из 2-х емкостей по 10000 м<sup>3</sup> и емкости 5000 м<sup>3</sup> метанола и насосной открытого типа. Метанол хранится под давлением азота 3,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Рассмотрим данные о веществах обращающихся в отделении.

Изобутан – СУГ, температура самовоспламенения 460 °С, температура вспышки -76 °С, класс опасности 4.

Изобутилен – СУГ, температура самовоспламенения 465 °С, температура вспышки -82 °С, класс опасности 4.

Изопрен – ЛВЖ, температура самовоспламенения 400 °С, температура вспышки -48 °С, температура воспламенения -45 °С класс опасности 4.

Изопентан – ЛВЖ, температура самовоспламенения 430 °С, температура вспышки -52 °С, температура воспламенения -50 °С класс опасности 4.

Изобутан-изобутиленовая фракция – СУГ, температура самовоспламенения 465 °С, , класс опасности 4 [24].

Бутилен-бутадиеновая фракция – СУГ, температура самовоспламенения 383 °С, , класс опасности 4.

Бутилен-изобутиленовая фракция – СУГ, температура самовоспламенения 444 °С, температура вспышки -65 °С, класс опасности 4.

Электроснабжение здания осуществляется от подстанции РП 3. Отопление в подсобной и административном здании центральное водяное, а в производственных помещениях – воздушное.

Вентиляция принудительная приточно-втяжная.

«В системе приточно-вытяжной вентиляции предусмотрено отключение вентиляционного оборудования при пожаре. Воздуховоды выполнены из негорючих материалов» [21].

«Размещение вентиляционного оборудования выполнено в специальном помещении – вентиляционной камере» [21].

Выводы по 1 разделу.

Отделение И-1 состоит из открытого резервного парка, 11-ти сферических резервуаров по 600 м<sup>3</sup>, 4-х горизонтально стоящих резервуаров по 100 м<sup>3</sup>, сливо-наливной эстакады и насосной станции.

В состав отделения И-1 входит метанольный склад, который состоит из 2-х емкостей по 10000 м<sup>3</sup> и емкости 5000 м<sup>3</sup> метанола и насосной открытого типа. Метанол хранится под давлением азота 3,5 кгс/см<sup>2</sup>.

## 2 Анализ и оценка существующих условий пожарной безопасности объекта. Оценка рисков возникновения и развития пожара

На рассматриваемых опасных производственных объектах основными типовыми процессами являются процессы: прием, хранение, откачка, транспортировка продукции в виде ЛВЖ, ГЖ, ГГ или СУГ [16].

Характеристика взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий

Наименование производственных зданий, наружных установок	Расположение производственных помещений, наружных установок	Категория взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий [15]	Класс зоны по взрывопожароопасности	Наименование веществ, определяющих категорию и группу взрывоопасных смесей
Сливо-наливная эстакада	Отделение Д-1	АН	2	Бутановая фракция Бутилен-изобутиленовая фракция Бутилен-бутадиеновая фракция Бутиленовая фракция Изобутановая фракция Изобутан-изобутиленовая фракция
Сливо-наливная эстакада	Отделение И-1	АН	2	Изобутилен Изопрен Метанол Изобутановая фракция Изобутан-изобутиленовая фракция
Открытый парк хранения	Отделение Д-1	АН	2	Бутановая фракция Бутилен-изобутиленовая фракция Бутилен-бутадиеновая фракция Бутиленовая фракция

Продолжение таблицы 1

Наименование производственных зданий, наружных установок	Расположение производственных помещений, наружных установок	Категория взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий [15]	Класс зоны по взрывопожароопасности	Наименование веществ, определяющих категорию и группу взрывоопасных смесей
Наружно-продуктовый парк	Отделение И-1	АН	2	Изобутилен Изопентан Изопрен Изобутановая фракция Изобутан-изобутиленовая фракция
Установка по обогреву шаровых резервуаров	Отделение Д-1	АН	2	Тосол А65М
Насосная по обогреву шаровых резервуаров	Отделение Д-1	А	2	Тосол А65М
Насосная по перекачке сжиженных газов	Отделение Д-1	А	2	Бутановая фракция Бутилен-изобутиленовая фракция Бутилен-бутадиеновая фракция Бутиленовая фракция
Насосная по перекачке сжиженных газов и ЛВЖ	Отделение И-1	А	2	Изобутилен Изопрен Изобутановая фракция Изобутан-изобутиленовая фракция
Фекальная насосная № 106	Отделение Д-1	А	2	Химические загрязненные и фекальные стоки
Повысительная насосная №146	Отделение Д-1	ДН		Вода
Модульная компрессорная установка К-1	Отделение И-1	А	2	Изобутан Изобутилен Турбинное масло
Склад метанола	Отделение И-1	АН	2	Метанол – яд
Насосная метанола	Отделение И-1	АН	2	Метанол – яд

«Под влиянием разного рода факторов – резкого изменения расхода сырья, охлаждающей среды, температуры, давления, при продолжительной эксплуатации в среде коррозионных веществ, износа оборудования, взрывов на соседних блоках возможны:

- разгерметизация фланцевых соединений, крышек теплообменников;
- пропуск вальцовки труб в распределительной решетке;
- пропуск корпуса и сварных швов» [21].

«Все вышеперечисленные причины могут привести к высвобождению больших количеств опасных веществ с образованием парогазовых облаков больших размеров, взрыву и пожару на установке» [21].

Наиболее вероятными местами возникновения пожаров и загораний на оборудовании являются:

- пропуск через не плотности сварных, фланцевых соединений трубопровода;
- нарушение фланцевых и резьбовых соединений регулирующей и измерительной аппаратуры;
- разрыв сварочного стыка;
- большое число «временных» (т.е. нестационарных) соединений;
- свищ в трубопроводе.

На территории отделения И-1 смонтирован коллектор оборотной воды, на котором установлены 2 мокрых колодца МК-3, МК-4. Диаметр коллектора 150 мм. Обратная вода подается в насосную отделения на охлаждение насосов.

Кроме того, по открытому парку емкостей отделения смонтирована разводка сухотруба для подачи в него оборотной воды для гидроиспытания оборудования [25].

На коллекторе хозяйственно-пожарной воды диаметром 150 мм установлены:

- два мокрых колодца МК-1, МК-2;
- 6 пожарных кранов, расположенных в насосной и административном корпусе отделения;
- 19 пожарных гидрантов (ПГ) для подключения специальной техники [17].

Большой кольцевой коллектор пожарной промышленной воды смонтирован по периметру территории отделений. На нем установлено 8 пожарных гидрантов (ПГ) и запорная арматура в местах соединения большого кольцевого коллектора с малыми кольцевыми коллекторами.

Каждый резервуар обеспечен кольцами орошения.

На резервуарах 101/1, 101/2 в верхней части, установлены по периметру 12 ГПС-600 на каждый резервуар.

На резервуаре 101/3 установлены 8 ГПС-600. По периметру склада установлено 6 стационарных лафетных стволов.

На малых кольцевых коллекторах установлены:

- в отделении И-1 – 9 лафетных стволов и 3 пожарных гидранта;
- вокруг метанольных резервуаров №№ 101/1-3 – 6 лафетных стволов и 8 пожарных гидрантов (ППГ).

Малые кольца подключены к большому кольцевому коллектору пожарной промышленной воды через запорную арматуру с двух противоположных сторон.

Стационарные лафетные стволы подключаются к малым кольцевым коллекторам через запорную арматуру.

От большого кольцевого коллектора пожарной промышленной воды также запитан пожарной водоем с аварийным запасом воды 2000 м<sup>3</sup>.

Для того чтобы бассейн не замерзал в зимнее время, в него подается пар. Избыток воды, который получается в результате конденсации пара, сливается в химзагрязненную канализацию.

Большой кольцевой коллектор пожарной промышленной воды запитан от двух районных водоводов диаметром 350 мм каждый. Давление воды в районных водоводах  $P=0,6 - 3$  кгс/см<sup>2</sup>.

На входе водоводов в повысительную насосную № 146 установлено 2 пожарных гидранта (ППГ), которые обслуживаются персоналом СЦ.

Для повышения давления в сети пожарного водопровода до 8-10 кгс/см<sup>2</sup>, а также для увеличения количества воды, подаваемой на установку

водотушения, предназначены насосы-повысители № 1, 2, расположенные в повысительной насосной № 146.

«Насосы предназначены для повышения напора и количества воды, подаваемой на лафетные стволы и кольца орошения при тушении пожара» [21].

«Для включения насосов-повысителей непосредственно в помещении насосной № 146 предусмотрены отдельные ключи на «внешнее» и «внутреннее» управление включениями насосов:

- при положении ключа «внешнее управление» – включение насосов можно производить из любого пульта включения (кроме включения по месту из помещения насосной № 146);
- при положении ключа «внутреннее управление» – включение насосов возможно только по месту из помещения насосной» [21].

«Пуск в работу насосов-повысителей с пульта управления № 2, расположенного в слесарной мастерской, осуществляется следующим образом:

- при повороте ключа вправо включается в работу насос № 1 и загорается красная лампочка ЛС-1 на пульте управления;
- если расход воды и напор не достаточен, необходимо поворотом ключа влево, включить насос № 2, при его включении загорается красная лампочка ЛС-2;
- отключение двигателей пожарных насосов № 1 и № 2 можно производить только кнопками «СТОП» в насосной № 146 – 1 КС, 2 КС или с пульта управления № 2 – 1 КДС, 2 КДС» [21].

Водопроводная магистраль рассчитана на расход пожарной промышленной воды 200 л/сек.

«В состав первичных средств пожаротушения входят:

- огнетушители углекислотные ОУ-5, ОУ-10, ОУ-20, ОУ-80;

- углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5, ОУ-10, передвижные огнетушители ОУ-20, ОУ-80 – для тушения мелких очагов пожара и электроустановок» [21].

Для тушения торцевых уплотнений насосов предназначены огнетушители У-55.

Пар применяется для тушения загорания на наружных установках.

Установки пожаротушения поддерживаются в исправном состоянии, и организуется проведение проверок их работоспособности (не реже 2 раз в год), основных рабочих и резервных пожарных насосных агрегатов (ежемесячно).

Пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода укомплектованы пожарными рукавами, ручными пожарными стволами и вентилями, не реже 1 раза в год организуется перекатка пожарных рукавов на новую скатку.

Произведём оценку рисков возникновения и развития пожара путём расчет пожарных рисков.

Расчет пожарных рисков производился в соответствии с документами:

- «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденной приказом МЧС России № 382 от 30.06.2009 [6];
- «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» утвержденной приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404 [4].

Процедура расчёта пожарных рисков возникновения и развития пожара представлена на рисунке 2.

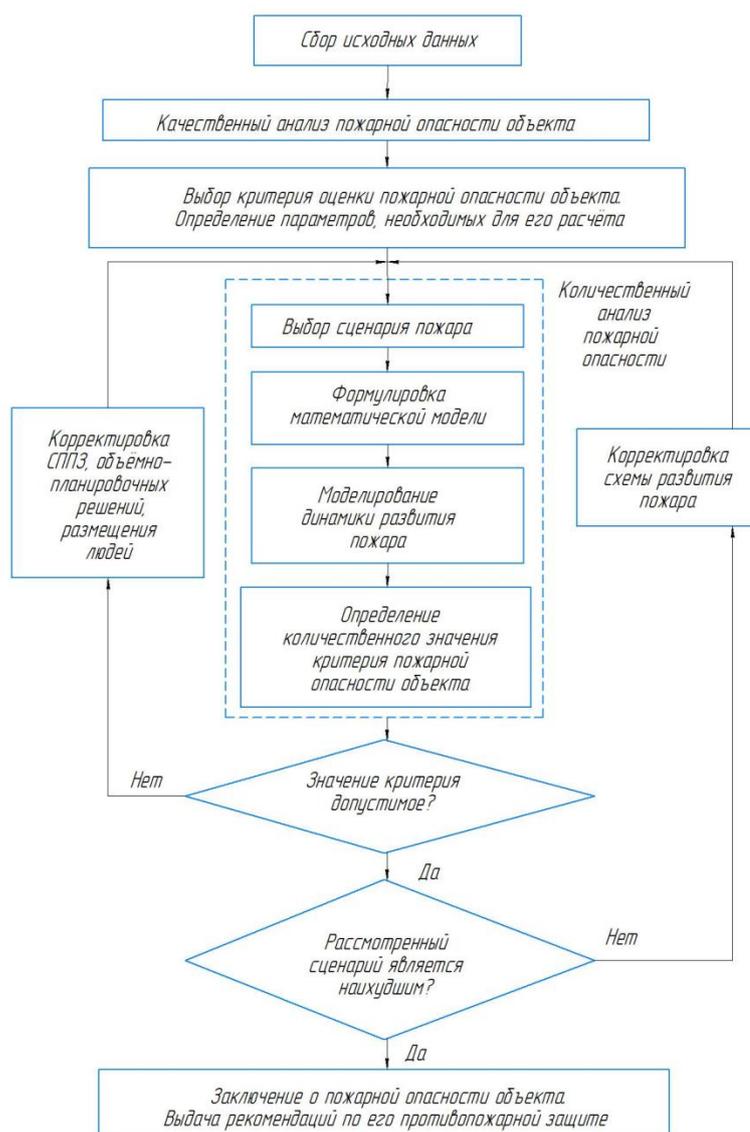


Рисунок 2 – Процедура расчёта пожарных рисков

Сценарии пожаров представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Сценарии пожаров, соответствующие виду разгерметизации

Уровень	Характер и масштабы разгерметизации оборудования
В 1	Истечение продукта (пожаровзрывоопасного) через сальниковые и фланцевые соединения в результате коррозионного и механического износа
В 2	Разрушение насосного оборудования в результате разгерметизации системы подводящих трубопроводов, запорной арматуры с розливом легковоспламеняющейся жидкости в помещении насосной с последующим взрывом

## Продолжение таблицы 2

Уровень	Характер и масштабы разгерметизации оборудования
В 3	Разрушение ёмкости хранения пожароопасного вещества при нарушениях технологического режима с образованием взрывоопасной смеси в результате изменения соотношения между пожароопасным веществом и кислородом с последующим взрывом и пожаром

При расчете используются нормативные методы расчета необходимого и фактического (расчетного) времени эвакуации людей, реализованные в программах расчета на ЭВМ, имеющих свидетельство об официальной регистрации программы в Федеральной службе РФ по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, а также сертификат соответствия.

Результаты вероятности наступления перечисленных выше аварий:

- в 1 уровне –  $10^{-3}$  раз в год,
- в 2 уровне –  $10^{-4}$  раз в год,
- в 3 уровне –  $10^{-5}$  раз в год,
- ошибки персонала –  $10^{-4}$  раз в год,
- отказ материала –  $10^{-4}$  раз в год.

Эксплуатация технологических процессов является недопустимой, если индивидуальный риск больше  $10^{-4}$  или социальный риск больше  $10^{-3}$ .

Перечень мер по снижению риска аварии:

- техническо-аппаратурное оформление,
- применение микропроцессорной техники с диагностикой и световой индикацией,
- установка автоматических газоанализаторов по ПДК и нижней концентрации предела взрываемости в помещении,
- автоматический контроль содержания водорода в оборотной воде,
- периодический контроль за содержанием в исправном состоянии оборудования, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов, поддержание их работоспособности.

«Проведенная оценка уровня риска позволяет заключить, что разработанный комплекс мероприятий по предупреждению АС и ЧС на объекте является достаточным, конкретным по срокам, видам работ и мероприятий» [21].

Вывод по второму разделу.

По свойствам применяемых и перерабатываемых продуктов отделение Д-1-И-1 по пожароопасности относится к производствам категории «А».

Все продукты, находящиеся в отделении, имеют низкую температуру вспышки и высокую упругость паров.

Анализ аварий показал, что нарушение регламента работ, требований охраны труда и промышленной безопасности при огневых и сварочных работах, проводимых вблизи или на территории резервуарных парков, являются одной из наиболее распространенных причин возникновения пожаров.

Фрикционные искры появляются при применении искроопасного инструмента, при разрушении движущихся узлов и деталей, при применении рабочими обуви, подбитой металлическими набойками и гвоздями, при попадании в движущиеся механизмы посторонних предметов, при ударе крышки металлического люка.

### **3 Разработка технологии применения систем пожарообнаружения и оповещения**

Для выбора объекта для разработки технологии применения систем пожарообнаружения и оповещения рассмотрим существующие на территории отделения Д-1-И-1 системы и алгоритмы их работы.

Средства оповещения о пожаре:

- на сливо-наливной эстакаде, в насосных Д-1-И-1, открытых парках (складах) отделения Д-1-И-1 установлена громкоговорящая связь;
- на территории отделения Д-1-И-1 смонтировано 14 номерных пожарных извещателей, сигнал от которых выведен на пульт пожарной связи.

«В отделении Д-1:

- 2 пожарных извещателя № 145,155 установлены с наружной стороны здания насосной Д-1;
- 1 пожарный извещатель № 154 установлен с наружной стороны здания механической мастерской» [21].

В отделении И-1:

- 1 пожарный извещатель № 184 установлен с наружной стороны здания насосной И-1 (в районе насосов № 15/2-3);
- извещатель № 183 установлен у входа в административное здание отделения И-1;
- 1 пожарный извещатель № 334 установлен на мачте около резервуара № 3/2;
- 8 пожарных извещателей (3 под № 417, 2 под № 418, 3 под № 419) установлены по периметру обвалования склада метанола.

Телефонные аппараты расположены в кабинетах административного корпуса Д-1-И-1, в насосных и операторных отделения.

Для задействования пожарного извещателя необходимо разбить стекло молоточком, нажать кнопку и через 3-5 секунд отпустить. Получение ответного сигнала означает, что вызов принят.

Алгоритм работы существующей на исследуемом объекте системы пожарообнаружения и оповещения основан на фиксации дежурным персоналом загорания и передачи о нём в диспетчерскую предприятия и пожарную часть путём нажатия соответствующего ручного пожарного извещателя.

Необходимо на объекте создать инновационную систему пожарообнаружения и оповещения.

Рассмотрим изобретение № RU2697062C1 «Способ наблюдения объектов», автор – Сагдуллаев Юрий Сагдуллаевич (RU), патентообладатель – Закрытое акционерное общество «МНИТИ» (ЗАО «МНИТИ») (RU), подача заявки 10.12.2018 [13].

«Изобретение относится к области формирования изображений с использованием систем и устройств объемного телевидения и может быть использовано в робототехнике, системах технического зрения, для наблюдения и распознавания объектов в дневное и ночное время» [13].

«Технический результат – обеспечение увеличения различимости различных сочетаний объектов многокомпонентных оптических изображений по спектрально-энергетическим и пространственным признакам в ТВ изображения» [13].

«Технический результат достигается за счет увеличения общего числа зон регистрации лучистого потока, отраженного или излученного от объектов, путем использования для формирования изображений правой стереопары зон регистрации, включающих ближнюю, среднюю и дальнюю ИК области спектра, а для формирования изображений левой стереопары зон регистрации лучистого потока в видимой RGB области спектра» [13].

Использование инфракрасных камер высокого разрешения позволяет обнаружить пожар сразу же после его начала и очень точно отслеживать его развитие во времени.

Инфракрасные камеры высокого разрешения монтируются в защитном корпусе, при необходимости даже в защищенном исполнении, оснащённом

специальным устройством для подачи сжатого воздуха, которое обеспечивает идеальную чистоту защитного стекла и объектива системы. В большинстве случаев камеры и их корпуса оснащены автоматической специальной подставкой с дистанционным управлением с горизонтальным и вертикальным перемещением для мониторинга больших площадей с помощью очень ограниченного числа камер.

Инфракрасная камера представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Инфракрасная камера

Эта система обычно используется на складах ЛВЖ, ГЖ и СУГ и на складах твердого топлива (древесины или угля) для отопительных установок, как на открытом воздухе (с покрытием или без покрытия), так и в закрытых бункерах.

Панель управления оснащена специальным программным обеспечением для автоматического обнаружения пожара (с самого начала) и локализации (автоматически определяются пространственные координаты пожара).

Панель управления также может управлять (автоматически или после авторизации оператора) автоматической системой пожаротушения, для

вышеуказанных применений обычно состоящей из дистанционно управляемых мониторов воды / пены.

Помимо автоматического управления, камерами может управлять вручную оператор, у которого есть один или несколько цветных ЖК-экранов с высоким разрешением, отображающих автоматические и ручные процедуры (рисунок 4).



Рисунок 4 – Отображение начала загорания (в ночное время)

Таким образом, можно отслеживать развитие пожара, несмотря на ночное время и густой дым и оптимизировать процедуры спасения и тушения.

Для предлагаемой системы можно использовать автоматизированное рабочее место АРМ «Орион-ПРО», которое позволяет управлять и контролировать все доступные разделы пожарной сигнализации, также позволяет контролировать состояния всех приборов, входящих в подсистему «Охранно-пожарная сигнализация и пожаротушение».

Пример автоматизированного рабочего места изображен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Автоматизированное рабочее место АРМ «Орион-ПРО»

При нормальной работе:

- прибор пожарный управления «Поток-3Н» – индикатор «Работа» включен, индикатор «Автоматика ВКЛ» включен, остальные индикаторы и встроенный звуковой сигнализатор выключены;
- щит управления пожаротушением – все индикаторы выключены;
- щит управления пожарными насосами – все индикаторы выключены, трехпозиционные переключатели режима работы переведены в режим «Автоматический»;
- блок индикации С2000 БИ исп.01 системы пожаротушения – индикаторы по разделам 1-23, горят зеленым цветом, индикатор «Работа» горит зеленым цветом, остальные индикаторы не горят.

Автоматизированное рабочее место АРМ «Орион-ПРО» – находится во включенном состоянии в режиме отображения защищаемых объектов [3].

Все звуковые сигналы выключены. Инфракрасные камеры на территории цеха Д-1-И-1 не фиксируют изменения обстановки на пожароопасных объектах.

Любые изменения определяются индикаторами состояний и режимов инфракрасными камерами, приборами, либо информацией из протокола событий АРМ «Орион-ПРО».

Сигнализация выдачи огнетушащего вещества – при нажатии кнопки запроса (запуска) пожаротушения соответствующего направления на шкаф управления пожаротушением:

- загорается красный индикатор соответствующий направлению пуска на блоке индикации пожаротушения С2000 БИ исп.01;
- переходит из состояния «Выключено» в мигающий режим зеленый индикатор на щите управления пожаротушением;
- загорается индикатор «Пожар» на приборе пожарном управления «Поток-3Н»;
- загорается индикатор «Тушение» на приборе пожарном управления «Поток-3Н»;

- включается схема выдачи пены;
- переключаются основные контакты сигнализации;
- приводится в действие сигнал пуска электродвигателя (дизельного двигателя) пожарного насоса;
- информация обо всех процессах, сигналах и изменениях режимов приборов в реальном времени транслируется на АРМ «Орион-ПРО».

При переходе извещателей пожарных ручных, либо автоматических в состояние «Пожар» происходит следующее:

- загорается соответствующий индикатор раздела на блоке индикации С2000 БИ и включается звуковой сигнализатор;
- на АРМ «Орион-ПРО» автоматически отображается снимок в инфракрасном спектре, видеопоток и схема с местоположением сработавшего извещателя (или места расположения камеры с координатами очага) и включается речевое оповещение о пожаре;
- переходит из состояния «Выключено» в мигающий режим зеленый индикатор на щите управления пожаротушением;
- включается внешняя звуковая сигнализация, система оповещения и управления эвакуацией в месте обнаружения (на объекте) очага возгорания;
- сигнал о сработке передается на блок индикации и щит управления пожарной сигнализации и пожаротушения ЦПУ;
- подается сигнал тревоги в пожарную часть.

Выводы по 3 разделу.

Алгоритм работы существующей на исследуемом объекте системы пожаробнаружения и оповещения основан на фиксации дежурным персоналом загорания и передачи о нём в диспетчерскую предприятия и пожарную часть путём нажатия соответствующего ручного пожарного извещателя.

На объекте предложено создать инновационную систему систем пожарообнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения.

Использование инфракрасных камер высокого разрешения позволяет обнаружить пожар сразу же после его начала и очень точно отслеживать его развитие во времени.

Инфракрасные камеры высокого разрешения монтируются в защитном корпусе, при необходимости даже в защищенном исполнении, оснащено специальным устройством для подачи сжатого воздуха, которое обеспечивает идеальную чистоту защитного стекла и объектива системы. В большинстве случаев камеры и их корпуса оснащены автоматической специальной подставкой с дистанционным управлением с горизонтальным и вертикальным перемещением для мониторинга больших площадей с помощью очень ограниченного числа камер.

Таким образом, можно отслеживать развитие пожара, несмотря на ночное время и густой дым и оптимизировать процедуры спасения и тушения.

#### **4 Прогноз и развитие пожара на объекте**

Произведём прогнозирование возможных мест возникновения загорания и проанализируем возможное развитие пожара на объекте.

Основные опасности производства обусловлены свойствами применяемых продуктов и особенностями хранения.

Источниками зажигания могут быть:

- нарушение порядка проведения огневых работ;
- эксплуатация неисправного электрооборудования;
- курение в неустановленном месте.

За наихудший вариант принимаем возникновение пожара на шаровом резервуаре группы, находящейся в одном обваловании. Произошла разгерметизация фланцевого соединения, выход продукта под давлением и возгорание.

Пожар произошел на шаровом резервуаре 1/3 отделения И-1. Происходит факельное горение. В зоне теплового воздействия оказались резервуары 1/1, 1/2, 1/4.

Способом тушения данных веществ и материалов являются:

- охлаждение зоны горения огнетушащими веществами;
- изоляция горючего от зоны горения или окислителя огнетушащими веществами и (или) иными средствами.

Факельное горение происходит в обваловании группы. Воздействие теплового излучения происходит на соседние резервуары – из-за факельного горения СУГ может произойти распространение пожара на соседние шаровые резервуары.

Действия персонала в случае загорания – это перекачка продуктов из горящего и соседних с ним резервуаров в резервные. В случае нахождения персонала в зоне теплового воздействия возможны ожоги кожных покровов и дыхательных путей.

Из-за большой температуры факельного горения может произойти разрушение шаровых резервуаров.

Горение происходит на свежем воздухе, концентрация задымления будет небольшая.

Зона теплового воздействия по всему обвалованию группы шаровых резервуаров.

Интенсивность подачи воды на охлаждение горящего резервуара по всей площади компактной струей –  $0,5 \text{ л/с} \times \text{м}^2$ , интенсивность подачи воды на охлаждение соседних резервуаров –  $0,2 \text{ л/с} \times \text{м}^2$ . Охлаждение осуществляем стволами «А» и ПЛС-20.

Для выше перечисленных способов универсальным средством является вода и (или) вода со смачивателем. В качестве смачивателя можно применять пенообразователь общего применения (1-2% раствор). Для изоляции горючего от зоны горения или окислителя применяем ВМП средней кратности.

Произведём расчёт развития пожара на объекте [1].

Произведём расчёт времени свободного распространения загорания по формуле 1.

$$T = T_{\text{д.с.}} + T_{\text{сб}} + T_{\text{сл}} + T_{\text{б.р.}}, \text{ мин.} \quad (1)$$

где  $T_{\text{д.с.}}$  – время до обнаружения загорания (принимается – сигнализация сработала, соответственно – 1 мин.);

$T_{\text{сб}}$  – время на обработку получаемой информации о вызове;

$T_{\text{сл}}$  – время следования АЦ-40 на пожар, мин.;

$T_{\text{б.р.}}$  – время, необходимое ПО для боевого развёртывания отделения, мин.

$$T_{\text{сл}} = \frac{60 \times L}{V} \quad (2)$$

где  $L$  – расстояние от пожарного подразделения, км.,

$V$  – скорость, с которой следуют Ац-40.

$$T_{\text{сл}} = \frac{60 \times 1.5}{45}$$

$$T = 1 + 1 + 2 + 5 = 9 \text{ мин}$$

Определяем площадь горящего резервуара по формуле 3.

$$S_{\text{гор.рез.}} = 4\pi R^2, \text{ м}^2 \quad (3)$$

где  $R$  – диаметр резервуара, м.

$$S_{\text{гор.рез.}} = 4 \times 3,14 \times 5^2 = 314 \text{ м}^2$$

Определяем требуемый расход воды на охлаждение горящего резервуара, при охлаждении лафетными стволами ПЛС-20 с диаметром насадка 32 мм по формуле 4.

$$Q_{\text{охл.гор.рв.}} = S_{\text{гор.рез.}} \times J, \text{ л/с} \quad (4)$$

где  $S_{\text{гор.рез.}}$  – площадь горящего резервуара,  $\text{м}^2$ .

$J$  – интенсивность охлаждения,  $\text{л/с} \times \text{м}^2$ .

$$Q_{\text{охл.гор.рв.}} = 314 \times 0,5 = 157, \text{ л/с}$$

Определяем количество стволов для охлаждения, горящего резервуара по формуле 5.

$$N_{\text{ств.}} = Q_{\text{охл.гор.рв.}} / Q_{\text{плс}} = 157 / 28 = 5,6. \\ N_{\text{ств.}} = \frac{Q_{\text{охл.гор.рв.}}}{Q_{\text{плс}}}, \text{ шт.} \quad (5)$$

где  $Q_{\text{охл.гор.рв.}}$  – требуемый расход воды на охлаждение горящего резервуара, л\с,

$Q_{\text{плс.}}$  – расход воды ПЛС-20, л\с.

$$N_{\text{ств.}} = \frac{157}{28} = 5,6 \text{ шт.}$$

Принимаем для охлаждения горящего резервуара 4 ствола ПЛС-20 и 1 гидромонитор «MINOTOR».

Определяем требуемый расход воды на охлаждение не горящих резервуаров, учитывая, что стволы подаются на охлаждение половины площади резервуара, обращенной к горящему резервуару с интенсивностью 0,2 л/с×м<sup>2</sup> по формуле 6.

$$Q_{\text{охл.негор.рез.}} = 3 \times 0,5 \times S_{\text{негор.рез.}} \times J, \text{ л/с} \quad (6)$$

где  $S_{\text{негор.рез.}}$  – площадь не горящего резервуара, м<sup>2</sup>.

$J$  – интенсивность охлаждения, л/с×м<sup>2</sup>.

$$Q_{\text{охл.негор.рез.}} = 3 \times 0,5 \times 314 \times 0,2 = 94,2 \text{ л/с}$$

Определяем количество стволов на охлаждение не горящих резервуаров по формуле 7:

$$N_{\text{ств.}} = \frac{Q_{\text{охл.гор.рез.}}}{Q_{\text{плс.}}}, \text{ шт.} \quad (7)$$

где  $Q_{\text{охл.гор.рез.}}$  – требуемый расход воды на охлаждение не горящего резервуара, л/с,

$Q_{\text{плс.}}$  – расход воды ПЛС-20, л/с.

$$N_{\text{ств.}} = \frac{94,2}{28} = 3,4 \approx 4 \text{ шт.}$$

Определяем общий требуемый расход воды на охлаждение горящего резервуара и соседних с горящим резервуаров по формуле 8:

$$Q_{\text{треб.}} = Q_{\text{охл.гор.рез.}} + Q_{\text{охл.негор.рез.}}, \text{ л/с} \quad (8)$$

$$Q_{\text{треб.}} = 157 + 94,2 = 251,2 \text{ л/с.}$$

Определяем фактический расход огнетушащего состава на тушение и защиту по формуле 9:

$$Q_{\text{треб.}} = N_{\text{плс}} \times q_{\text{плс.}} + N_{\text{монитор}} \times q_{\text{монитор.}}, \text{ л/с} \quad (9)$$

где  $N_{\text{плс}}$  – количество ПЛС-20, шт;

$q_{\text{плс.}}$  – расход воды ПЛС-20, л\с;

$N_{\text{монитор}}$  – количество гидромониторов «MINOTOR», шт;

$q_{\text{монитор.}}$  – расход воды гидромонитора «MINOTOR», л\с.

$$Q_{\text{треб.}} = 8 \times 28 + 1 \times 62,6 = 286,6, \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{треб}} = 286,6 > Q_{\text{вод}} = 185 \text{ л/сек.}$$

Так как по табличным данным справочника РТП водоотдача водопроводной сети диаметром 250 мм при напоре 40 м составляет 185 л/сек, то при рассчитанном выше фактическом расходе огнетушащих средств на тушение и защиту воды в системе противопожарного водоснабжения будет не достаточно.

Для обеспечения требуемого расхода воды необходимо использовать воду из пожарного водоёма путём установки ПНС-110. От ПНС можно подать 2 ПЛС-20. Произведём расчёт требуемого расхода воды от водопроводной сети по формуле 9 с учётом 2 ПЛС-20 от ПНС-110.

$$Q_{\text{треб.}} = 6 \times 28 + 1 \times 62,6 = 230,6, \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{треб}} = 230,6 > Q_{\text{вод}} = 185 \text{ л/сек.}$$

Для обеспечения требуемого расхода воды на тушение и защиту установить три пожарных автоцистерны на пожарный водоём.

Определяем количество личного состава, необходимое для ведения боевых действий по формуле 10:

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{туш ств.}} \times 2 + N_{\text{охл ств.}} \times 2 + N_{\text{связ.}} + N_{\text{разв}}, \text{ чел.} \quad (10)$$

где  $N_{\text{туш ств.}}$  – количество стволов на тушение, шт.;

$N_{\text{охл ств.}}$  – количество стволов на охлаждение, шт.;

$N_{\text{связ.}}$  – количество связанных, чел.;

$N_{\text{разв}}$  – количество разветвлений, шт.

$$N_{\text{л/с}} = 5 \times 2 + 4 \times 2 + 9 + 4 = 31 \text{ чел.}$$

Определяем количество отделений по формуле 11:

$$N_{\text{отд.}} = \frac{N_{\text{л/с}}}{4}, \text{ отд.} \quad (11)$$

где  $N_{\text{л/с}}$  – количество личного состава, необходимое для ведения боевых действий, чел.

$$N_{\text{отд.}} = \frac{31}{4} = 7,75 \approx 8 \text{ отд.}$$

Определяем предельные расстояния по подаче огнетушащих веществ от пожарных автомобилей, установленных на водоисточник по формуле 12. Сравниваем с расстоянием от водоисточников до объекта.

$$L_{\text{пред.}} = \frac{(H_{\text{нас.}} - (H_{\text{раз.}} + Z_{\text{мес.}} + Z_{\text{ств.}})) \times 20}{S \times Q^2}, \text{ м.} \quad (12)$$

где  $H_{\text{нас.}}$  – напор на насосе, м.вод.ст.;

$H_{\text{раз.}}$  – напор у разветвления, м.вод.ст.

$Z_{\text{м}}$  – наибольшая высота подъёма, м;

$Z_{\text{ств.}}$  – наибольшая высота подъёма ствола, м;

$S$  – сопротивление одного пожарного рукава;

$Q$  – суммарный расход воды одной наиболее загруженной магистральной рукавной линии, л/с

$$L_{\text{пред.}}^1 = \frac{(90 - (40 + 0 + 0)) \times 20}{0,015 \times 10^2} = 555 \text{ м.}$$

Расстояние до гидранта 70 метров, следовательно, возможна подачи воды без перекачки.

$$L_{\text{пред. 2}} = \frac{(90 - (40 + 0 + 0)) \times 20}{0,015 \times 10^2} = 555 \text{ м.}$$

Расстояние до гидранта 70 метров, следовательно, возможна подачи воды без перекачки.

$$L_{\text{пред. 3}} = \frac{(90 - (40 + 0 + 0)) \times 20}{0,015 \times 10^2} = 555 \text{ м.}$$

Расстояние до гидранта 40 метров, следовательно, возможна подачи воды без перекачки.

$$L_{\text{пред. 4}} = \frac{(100 - (40 + 0 + 0)) \times 20}{0,015 \times 15^2} = 293 \text{ м.}$$

Расстояние до градирни 200 метров, следовательно, возможна подачи воды без перекачки.

Дополнительно на пожар привлекаются: скорая помощь, охрана предприятия для перекрытия дорог проездов и охраны материальных ценностей [18].

Вывод по результатам расчёта требующихся сил и средств для тушения пожара: сил и средств, привлекаемых для тушения предполагаемого пожара на шаровом резервуаре 1/3 отделения И-1 ООО «Тольяттикаучук» по объявленному рангу пожара № 2 согласно «Расписанию выездов пожарных частей города Тольятти» достаточно для успешной локализации и ликвидации пожара [11].

Выводы по 4 разделу.

В разделе выяснено, что для тушения факельного горения на шаровом резервуаре 1/3 отделения И-1 необходимо:

- по прибытии на объект подтвердить вызов №2;
- для охлаждения горящего резервуара подать 4 ствола ПЛС-20 и 1 гидромонитор «MINOTOR»;
- для охлаждения не горящих резервуаров подать 4 ствола ПЛС-20.
- существующий водопровод и водоем не обеспечит расход воды для целей пожаротушения;
- для обеспечения требуемого расхода воды необходимо использовать воду из пожарного водоёма путём установки ПНС-110 и 3-х АЦ-40;
- сил и средств, привлекаемых для тушения предполагаемого пожара на шаровом резервуаре 1/3 отделения И-1 ООО «Тольяттикаучук» по объявленному рангу пожара № 2 согласно «Расписанию выездов пожарных частей города Тольятти» достаточно для успешной локализации и ликвидации пожара.

## 5 Организация работ по тушению пожаров

Каждый работник установки при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари) должен:

- «предупредить окриком находящихся в районе аварии;
- по телефону сообщить аварийную ситуацию (загазованность или возгорание), место аварийной ситуации – пути подъезда, специальность (должность), Ф.И.О. звонившего по телефону в ПЧ. При необходимости можно вызвать представителей пожарной части по пожарному извещателю;
- при этом необходимо разбить стекло, нажать на кнопку, через 3-5 секунд отпустить, получение ответного сигнала означает, что вызов принят пожарной охраной;
- принять посильные меры по эвакуации людей и тушению пожара;
- по прибытии первого пожарного подразделения указать ближайший путь к очагу загорания;
- сообщить начальнику смены и далее действовать по указанию начальника смены согласно «Плану локализации и ликвидации аварийных ситуаций»» [21].

«Начальник смены дает команду получить средства индивидуальной защиты органов дыхания, прекращает ремонтные работы, выводит людей на безопасное расстояние. В это время технологический персонал вызывает аварийные службы, пожарную охрану или по извещателю, газоспасательную службу, скорую помощь, дежурного электрика. Начальник смены оповещает должностных лиц цеха, взаимосвязанные цеха и диспетчера предприятия» [21].

Ограждает опасную зону и выводит людей из опасной зоны. Принимает меры по спасению людей, оказывает помощь пострадавшим и доставляет их в медицинский пункт. Организует встречу аварийных специальных служб и указывает место аварии и проделанные мероприятия. До прибытия пожарных



Для тушения пожара при возгорании газов необходимо отсечь участок трубопровода или аппарат от действующих коммуникаций или оборудования. Пламя газового пожара при небольшом давлении и с рассеянным факелом можно потушить распыленными мелкодисперсными водяными струями, азотом.

В качестве средств первичного пожаротушения на производстве метанола используются углекислотные огнетушители.

Выводы по 5 разделу.

Для тушения пожара в резервуарах применяется мелкодисперсная распыленная вода или пенный раствор, вводимый в резервуар на уровне горячей жидкости.

Подача пены внутрь резервуаров осуществляется через неподвижно закрепленное оборудование, которое состоит из устройства для приготовления пены (аэрационное устройство), испарительных изолирующих камер со стеклянными уплотнительными дисками и внутренних желобов для равномерной подачи пены на поверхность жидкости.

## **6 Охрана труда**

Проанализировав нормативно-правовую основу охраны труда было выяснено, что проведение всех видов инструктажей по охране труда регулируется статьёй 219 ТК РФ [20], первичных инструктажей – пунктом 2.1.5 Постановления Минтруда России от 13.01.2003 № 1/29 (ред. от 30.11.2016) «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» [9].

Формы проведения первичного инструктажа и проверки знаний по безопасности труда определены в ГОСТ 12.0.004-2015.

«Инструктаж по охране труда проводится в утвержденном руководителем организатора обучения порядке, разработанном с учетом характера производственной деятельности, условий труда на рабочем месте и трудовой функции инструктируемого лица, а также вида инструктажа» [5].

«Первичный инструктаж на рабочем месте проводят до начала самостоятельной работы инструктируемых лиц:

- со всеми вновь принятыми на работу лицами, в том числе для выполнения краткосрочных, сезонных и иных временных работ, в свободное от основной работы время (совместители), а также на дому (надомники) с использованием материалов, инструментов и механизмов, выделяемых работодателем или приобретаемых ими за свой счет;
- с работающими, переведенными в установленном порядке из другого подразделения, либо с работающими, которым поручается выполнение новой для них работы;
- с командированным на работу у организатора обучения персоналом других организаций;
- с персоналом подрядчиков (субподрядчиков), выполняющим работы на подконтрольных организатору обучения территории и объектах;

- с обучающимися образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящими производственную практику (практические занятия), и с другими лицами, участвующими в производственной деятельности предприятия - организатора обучения» [12].

«Повторный инструктаж на рабочем месте может быть при необходимости по распоряжению организатора обучения ограничен только проведением проверки знаний требований охраны труда в объеме сведений, содержащихся в программе первичного инструктажа на рабочем месте» [12].

«Первичный инструктаж на рабочем месте проводит руководитель подразделения или непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб, преподаватель и т.д.), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда как инструктор по охране труда» [12].

«Первичный инструктаж на рабочем месте проводят либо по программам, разработанным и утвержденным организатором обучения в установленном порядке в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, локальных нормативных актов, инструкций по охране труда на рабочем месте и по безопасному выполнению работ, иной необходимой для обеспечения безопасности технической и эксплуатационной документации, либо непосредственно по инструкциям по охране труда и (или) безопасному выполнению работ на данном рабочем месте или по иным необходимым для инструктажа локальным нормативным актам и документам» [12].

«Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа» [12].

Процедура проведения первичного инструктажа изображена на рисунке 7.

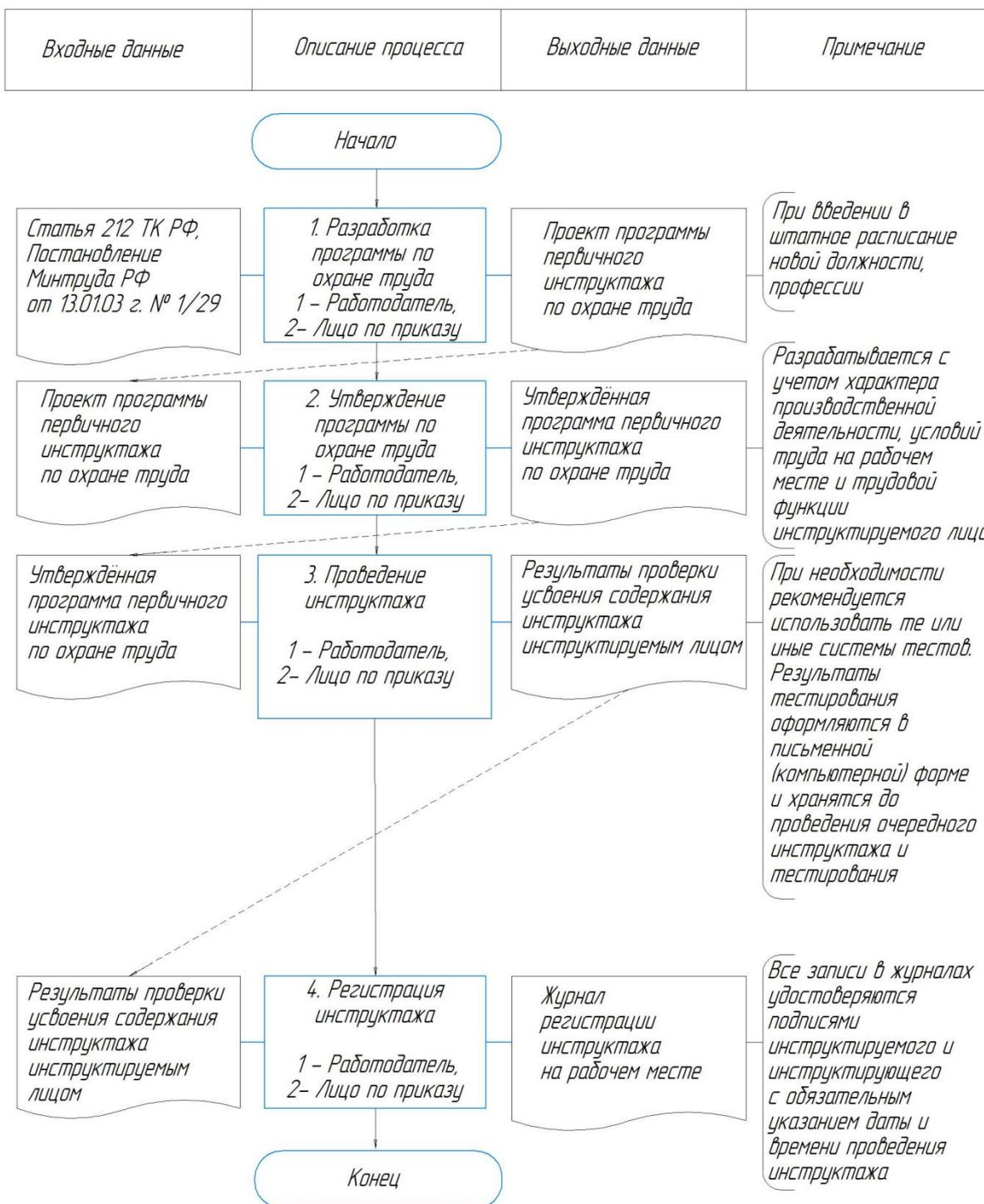


Рисунок 7 – Регламентированная процедура по охране труда

Вывод по разделу: процедура проведения инструктажей по охране труда является основой обучения в сфере охраны труда в организации. В ООО «Тольяттикаучук» со всеми работниками своевременно проводится первичный инструктаж.

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

Проанализируем антропогенное воздействие цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» на окружающую среду [7].

В результате процесса налива образуются пары метанола, которые отводятся в линию отходящих газов, кроме того, в линию отвода газов поступают пары метанола от торцевых уплотнений насосов большой и малой насосных.

Далее линия отвода газов подводится к общему коллектору для подачи на установку очистки газов «дыхания».

В случае проливов метанола, сливо-наливная эстакада оборудована железобетонным поддоном с бортиком.

Проливы метанола собираются в приемке, откуда по двум трубопроводам самотеком поступают дренажную емкость, далее погружным насосом метанол перекачивается в резервуар метанола.

Остатки проливов метанола смываются с поддона пожарохозяйственной водой, собираются в приемке, откуда после проведения соответствующих анализов направляются самотеком в промливневую канализацию.

При необходимости сточные воды в приемке разбавляются пожарохозяйственной водой до нужной концентрации.

Дождевые воды также собираются в приемке поддона и после проведения соответствующих анализов направляются самотеком в промливневую канализацию.

На территории цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» образуются опасные отходы [6].

В таблице 3 представлен полный перечень отходов цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» различных классов опасности с указанием мест временного хранения.

Таблица 3 – Перечень отходов с указанием мест временного хранения

Наименование отхода	Код по ФККО	Место временного хранения	Характеристика места хранения
«Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства» [8].	47110101521	Специальное помещение для хранения	Металлический ящик
«Отходы бумаги и картона» [8].	40512202605	Площадка, оборудованная ограждением с твёрдым асфальтовым покрытием	Открытая бетонированная площадка
«Отходы спецодежды и спецобуви» [8]	43320203524		
«Мусор от офисных бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» [8].	73310001724		
«Растительные отходы при уходе за газонами, цветниками» [8]	73130001205		
«Смет с территории» [8].	73339001714		
«Бумажно-полиэтиленовая тара загрязненная» [8].	43411004515		
«Лом и отходы изделий из полиэтилена незагрязненные» [8]	43411003515		
«Лом и отходы изделий из полиэтилена незагрязненные» [8]	43411003515		
«Отходы текстильных изделий для уборки помещений» [8]	40239511604		

Бытовые и промышленные отходы, образующиеся в результате производственной деятельности подразделения (поддержание состояния технологического оборудования, производственных, административных и бытовых зданий и сооружений, территории подразделения) складироваться на специальных площадках временного хранения отходов с последующим вывозом на утилизацию [10].

Отходы, допускаемые для совместного складирования, должны быть не взрывоопасными, не самовозгораемыми с влажностью не более 85% (смет территории, мусор от бытовых помещений, полиэтиленовая пленка, бумага, картон, резиновые изделия, офисная техника).

Регламентированная процедура обращения с отходами на территории ООО «Тольяттикаучук» представлена на рисунке 8.

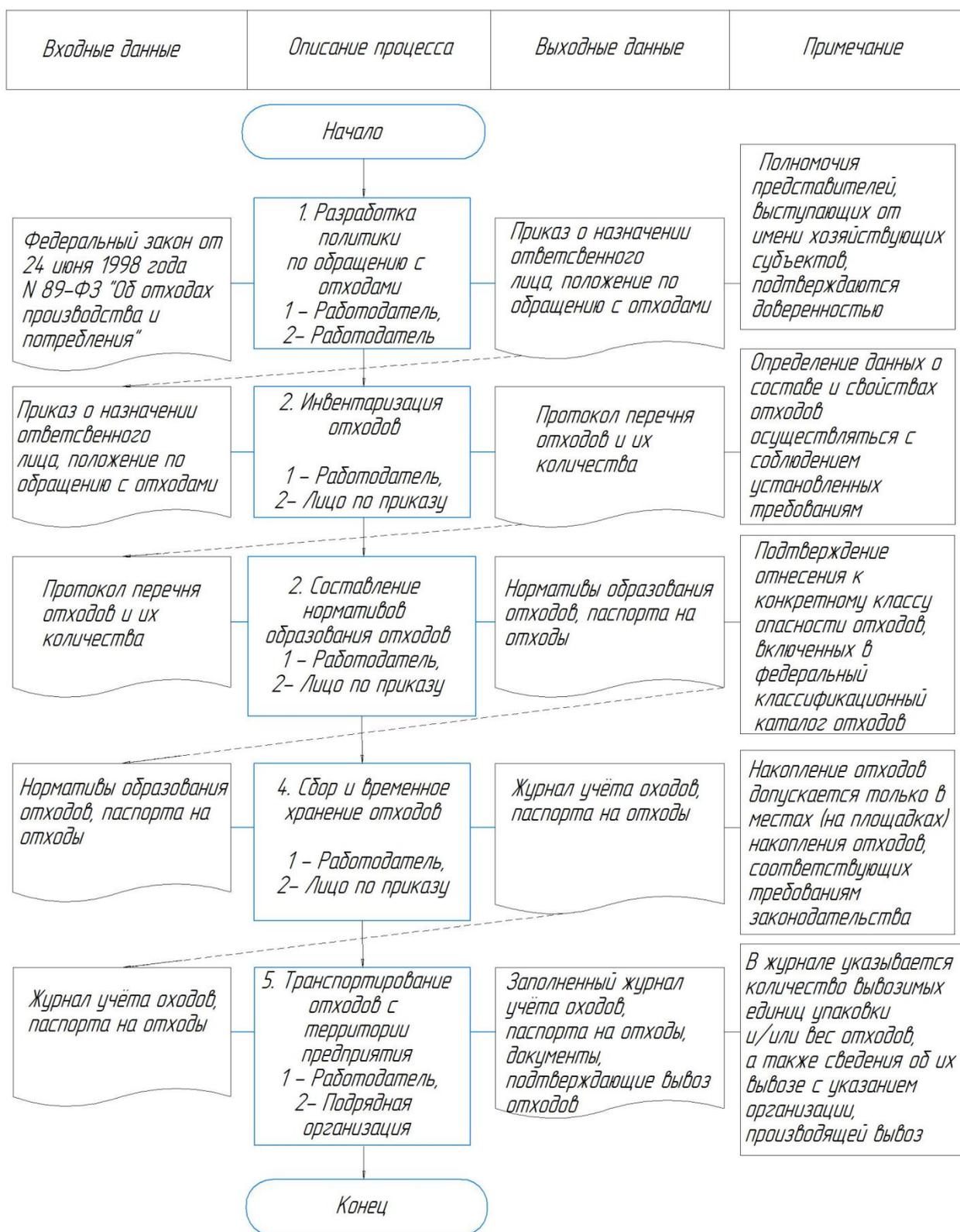


Рисунок 8 – Регламентированная процедура обращения с отходами на территории ООО «Тольяттикаучук»

Отходы, образующиеся в результате чистки оборудования (шлам), складываются на площадке временного хранения отходов в мешках или насыпью. С целью исключения самовозгорания смачиваются водой.

Хранению в отдельных контейнерах из негорючего материала с закрывающейся крышкой подлежат промасленный песок, промасленная ветошь, отработанное масло, сальниковая набивка. Периодичность сбора должна исключать их накопление на рабочих местах. По окончании рабочей смены содержимое указанных контейнеров должно удаляться за пределы зданий.

Каждую смену производится уборка производственных помещений от горючих отходов и пыли с временным накоплением этих отходов на площадках, которые находятся на территории отделения возле западных ворот.

Мероприятия по производственным предприятиям:

- выбросы по нормируемым показателям,
- постоянный мониторинг силами Общества,
- внедрение комплексных мероприятий по сокращению объемов выбросов,
- устранение несоответствия проектных решений условиям производства,
- экологическая экспертиза документации,
- внедрение новых прогрессивных технологий, средств контрольно-измерительных приборов и аппаратуры (КИПиА),
- контроль выбросов специфических веществ,
- внедрение экологического страхования с целью финансирования профилактических мер,
- обновление водопроводно-канализационного хозяйства,
- повышение трудовой и производственной дисциплин трудового коллектива Общества.

## **8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности**

В ходе выполнения задач работы было выяснено, что:

- по свойствам применяемых и перерабатываемых продуктов отделение Д-1-И-1 по пожароопасности относится к производствам категории «А»;
- все продукты, находящиеся в отделении, имеют низкую температуру вспышки и высокую упругость паров.

Алгоритм работы существующей на исследуемом объекте системы пожаробнаружения и оповещения основан на фиксации дежурным персоналом загорания и передачи о нём в диспетчерскую предприятия и пожарную часть путём нажатия соответствующего ручного пожарного извещателя.

На объекте предложено создать инновационную систему пожаробнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения.

Использование инфракрасных камер высокого разрешения позволяет обнаружить пожар сразу же после его начала и очень точно отслеживать его развитие во времени.

Инфракрасные камеры высокого разрешения монтируются в защитном корпусе, при необходимости даже в защищенном исполнении, оснащённом специальным устройством для подачи сжатого воздуха, которое обеспечивает идеальную чистоту защитного стекла и объектива системы. В большинстве случаев камеры и их корпуса оснащены автоматической специальной подставкой с дистанционным управлением с горизонтальным и вертикальным перемещением для мониторинга больших площадей с помощью очень ограниченного числа камер.

Таким образом, можно отслеживать развитие пожара, несмотря на ночное время и густой дым и оптимизировать процедуры спасения и тушения.

Данные для расчёта ожидаемых потерь ООО «Тольяттикаучук» от пожаров в цехе Д-1-И-1-Д-1а представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Значение показателя	
			1 (до реализации мероприятий)	1 (до реализации мероприятий)
«Площадь объекта» [14]	м <sup>2</sup>	Ф	5000	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [14]	Руб/м <sup>2</sup>	Ст	30000	30000
«Стоимость поврежденных частей здания» [14]	руб/м <sup>2</sup>	Ск	30000	30000
«Вероятность возникновения пожара» [14]	1/м <sup>2</sup> в год	Ж	6·10 <sup>-5</sup>	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [14]	м <sup>2</sup>	Фпож	4	2
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [14]		Ф'' пож	500	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [14]	-	p1	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [14]	-	p2	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [14]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [14]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [14]	м/мин	вл	1	
«Время свободного горения» [14]	мин	Всвг	17	7
«Норма текущего ремонта» [14]	%	Нт.р.	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [14]	%	На	-	10
Плата за обслуживание системы противопожарной сигнализации	Руб. в год	П	0	24000
Плата за энергопотребление	Руб. в год	Э	0	1250
«Период реализации мероприятия» [14]	лет	Т	10	

Рассчитаем площадь пожара в цехе Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук»:

$$F''_{\text{пож}} = n(v_{\text{л}} B_{\text{св.з}})^2 \text{ м}^2, \quad (13)$$

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

$B_{\text{свг}}$  – время свободного горения, мин.» [14]

$$F''_{\text{пож}1} = 3,14(1 \times 17)^2 = 907,46 \text{ м}^2$$

$$F''_{\text{пож}2} = 3,14(1 \times 7)^2 = 153,86 \text{ м}^2$$

На момент прибытия первых пожарных отделений ООО «Сервис-Безопасность» при аварийной разгерметизации шарового резервуара с изобутановой фракцией площадь пожара будет равно площади обвалования (500 м<sup>2</sup>).

Расчёт ожидаемых потерь ООО «Тольяттикаучук» от пожаров в цехе Д-1-И-1-Д-1а будет производиться по формуле 14.

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

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

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

$M(\Pi_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [14]:

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

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

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

$C_{\text{T}}$  – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м<sup>2</sup>;

$F_{\text{пож}}$  – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери;

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами» [14].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (16)$$

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

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

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

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

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

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери;

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами» [14].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (17)$$

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

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 6 \times 10^{-5} \times 5000 \times 30000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 81424,8 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 6 \times 10^{-5} \times 5000 \times (30000 \times 500 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = \\ = 1113671,4 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 6 \times 10^{-5} \times 5000 \times (30000 \times 500 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] = \\ = 355760,1 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 6 \times 10^{-5} \times 5000 \times 30000 \times 2 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 40712,4 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 6 \times 10^{-5} \times 5000 \times (30000 \times 153,86 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = \\ = 344237,8 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 6 \times 10^{-5} \times 5000 \times (30000 \times 500 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] = 355760,1 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери потерь ООО «Тольяттикаучук» от пожаров в цехе Д-1-И-1-Д-1а:

- вариант 1 – территория парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» не оборудована инновационной системой пожарообнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения:

$$M(\Pi)_1 = 40712,4 + 1113671,42 + 355760,1 = 1510143,92 \text{ руб./год;}$$

- вариант 2 – территория парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» оборудована инновационной системой пожарообнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения:

$$M(\Pi)_2 = 40712,4 + 344237,84 + 71720,1 = 456670,34 \text{ руб./год.}$$

Стоимость оборудования территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» системой пожарообнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Стоимость оборудования территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» системой пожарообнаружения

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование инновационной системы пожарообнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения на территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук»	50000

Продолжение таблицы 5

Монтаж инновационной системы пожаробнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения на территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук»	500000
Стоимость оборудования	2000000
Пуско-наладочные работы	100000
Итого:	2650000

Эксплуатационные расходы на содержание системы пожарной сигнализации составят:

$$P_1=0$$

$$P_2 = A + C \quad (18)$$

где  $A$  – затраты на амортизацию пожарной сигнализации, руб./год;

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

$$P_2=265000+132500=397500 \text{ руб./год}$$

$$C = C_{\text{тр}} + П + Э \quad (19)$$

где  $C_{\text{тр}}$  – затраты на текущий ремонт, руб./год;

$П$  – плата за обслуживание системы противопожарной сигнализации;

$Э$  – плата за электропотребление.

$$C = 2400 + 24000 + 1250 = 27650 \text{ руб./год.}$$

$$C_{\text{тр}} = \frac{K \times N_{\text{тр}}}{100\%}, \text{ руб./год} \quad (20)$$

где  $K$  – капитальные затраты на приобретение, проектирование, монтаж системы пожарной сигнализации, руб.;

$N_{\text{тр}}$  – норма текущего ремонта, %.

$$C_{\text{тр}} = \frac{2650000 \times 5}{100} = 132500 \text{ руб./год}$$

Затраты на амортизацию систем пожарной сигнализации:

$$A = \frac{K_2 \times N_a}{100\%} = \frac{2650000 \times 10}{100} = 265000 \text{ руб./год} \quad (21)$$

Экономический эффект от оборудования территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» инновационной системой пожаробнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (23)$$

«где Т – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

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

M(Π1), M(Π2) – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

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

P1, P2– эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [14].

Расчёт денежных потоков от оборудования территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а инновационной системой пожаробнаружения представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта	M(Π1)-M(Π2)	P <sub>2</sub> -P <sub>1</sub>	1/(1+НД) <sup>t</sup>	[M(Π1)-M(Π2)- (C <sub>2</sub> -C <sub>1</sub> )* 1/(1+НД) <sup>t</sup>	K <sub>2</sub> -K <sub>1</sub>	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта
1	1053473,58	397500	0,91	596935,96	2650000	-2053064,04
2	1053473,58	397500	0,83	544458,08	-	544458,08
3	1053473,58	397500	0,75	491980,19	-	491980,19
4	1053473,58	397500	0,68	446062,04	-	446062,04

Продолжение таблицы 6

Год осуществления проекта Т	$M(P1)-M(P2)$	$P2-P1$	$\frac{1}{(1+НД)t}$	$\frac{[M(P1)-M(P2)-(C2-C1)]*}{1/(1+НД)t}$	$K2-K1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
5	1053473,58	397500	0,62	406703,62	-	406703,62
6	1053473,58	397500	0,56	367345,21	-	367345,21
7	1053473,58	397500	0,51	334546,53	-	334546,53
8	1053473,58	397500	0,47	308307,58	-	308307,58
9	1053473,58	397500	0,42	275508,91	-	275508,91
10	1053473,58	397500	0,39	255829,70	-	255829,70

Интегральный экономический эффект за десять лет составит 1377677,82 рублей.

Вывод по разделу 9.

На объекте предложено создать инновационную систему пожарообнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения.

Использование инфракрасных камер высокого разрешения позволяет обнаружить пожар сразу же после его начала и очень точно отслеживать его развитие во времени.

Таким образом, можно отслеживать развитие пожара, несмотря на ночное время и густой дым и оптимизировать процедуры спасения и тушения.

Интегральный экономический эффект от оборудования территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» оборудована инновационной системой пожарообнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения составит 1377677,82 рублей.

## Заключение

По свойствам применяемых и перерабатываемых продуктов отделение Д-1-И-1 по пожароопасности относится к производствам категории «А».

Все продукты, находящиеся в отделении, имеют низкую температуру вспышки и высокую упругость паров.

Анализ аварий показал, что нарушение регламента работ, требований охраны труда и промышленной безопасности при огневых и сварочных работах, проводимых вблизи или на территории резервуарных парков, являются одной из наиболее распространенных причин возникновения пожаров.

Алгоритм работы существующей на исследуемом объекте системы пожарообнаружения и оповещения основан на фиксации дежурным персоналом загорания и передачи о нём в диспетчерскую предприятия и пожарную часть путём нажатия соответствующего ручного пожарного извещателя.

На объекте предложено создать инновационную систему систем пожарообнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения. Использование инфракрасных камер высокого разрешения позволяет обнаружить пожар сразу же после его начала и очень точно отслеживать его развитие во времени.

Инфракрасные камеры высокого разрешения монтируются в защитном корпусе, при необходимости даже в защищенном исполнении, оснащённом специальным устройством для подачи сжатого воздуха, которое обеспечивает идеальную чистоту защитного стекла и объектива системы. В большинстве случаев камеры и их корпуса оснащены автоматической специальной подставкой с дистанционным управлением с горизонтальным и вертикальным перемещением для мониторинга больших площадей с помощью очень ограниченного числа камер.

Таким образом, можно отслеживать развитие пожара, несмотря на ночное время и густой дым и оптимизировать процедуры спасения и тушения.

Интегральный экономический эффект от оборудования территории парка хранения цеха Д-1-И-1-Д-1а ООО «Тольяттикаучук» оборудована инновационной системой пожаробнаружения и оповещения с применением инфракрасных камер высокого разрешения составит 1377677,82 рублей.

В разделе 4 выяснено, что для тушения факельного горения на шаровом резервуаре 1/3 отделения И-1 необходимо:

- по прибытии на объект подтвердить вызов №2;
- для охлаждения горящего резервуара подать 4 ствола ПЛС-20 и 1 гидромонитор «MINOTOR»;
- для охлаждения не горящих резервуаров подать 4 ствола ПЛС-20.
- существующий водопровод и водоем не обеспечит расход воды для целей пожаротушения;
- для обеспечения требуемого расхода воды необходимо использовать воду из пожарного водоёма путём установки ПНС-110 и 3-х АЦ-40;
- сил и средств, привлекаемых для тушения предполагаемого пожара на шаровом резервуаре 1/3 отделения И-1 ООО «Тольяттикаучук» по объявленному рангу пожара № 2 согласно «Расписанию выездов пожарных частей города Тольятти» достаточно для успешной локализации и ликвидации пожара.

Для тушения пожара в резервуарах применяется мелкодисперсная распыленная вода или пенный раствор, вводимый в резервуар на уровне горячей жидкости.

Подача пены внутрь резервуаров осуществляется через неподвижно закрепленное оборудование, которое состоит из устройства для приготовления пены (аэрационное устройство), испарительных изолирующих камер со стеклянными уплотнительными дисками и внутренних желобов для равномерной подачи пены на поверхность жидкости.

Процедура проведения инструктажей по охране труда является основой обучения в сфере охраны труда в организации. В ООО «Тольяттикаучук» со всеми работниками своевременно проводится первичный инструктаж.

Отходы, образующиеся в результате чистки оборудования (шлам), складировются на площадке временного хранения отходов в мешках или насыпью. С целью исключения самовозгорания смачиваются водой.

Бытовые и промышленные отходы, образующиеся в результате производственной деятельности подразделения (поддержание состояния технологического оборудования, производственных, административных и бытовых зданий и сооружений, территории подразделения) складировются на специальных площадках временного хранения отходов с последующим вывозом на утилизацию.

Хранению в отдельных контейнерах из негорючего материала с закрывающейся крышкой подлежат промасленный песок, промасленная ветошь, отработанное масло, сальниковая набивка. Периодичность сбора должна исключать их накопление на рабочих местах. По окончании рабочей смены содержимое указанных контейнеров должно удаляться за пределы зданий.

## Список используемых источников

1. Артемьев Н.С., Подгрушный А.В., Сверчков Ю.М., Григорьев А.Н. Пожарная тактика. Задачник / под редакцией М.М. Верзилина. М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. 140 с.
2. Башаричев А.В., Решетов А.П., Ширинкин П.В. «Пожарная тактика»: Учебно-методическое пособие по решению пожарно-тактических задач. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2009. 320 с.
3. Коршунова К. П. Интерактивная система контроля и учета рабочего времени // Перспективы развития информационных технологий. 2013. №13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/interaktivnaya-sistema-kontrolya-i-ucheta-rabochego-vremeni> (дата обращения: 27.03.2022).
4. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/667> (дата обращения: 18.03.2022).
5. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263) (дата обращения: 13.02.2022).
6. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382. URL: <https://rg.ru/2009/08/28/metodika-mchs-dok.html> (дата обращения: 18.03.2022).
7. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 18.01.2022).

8. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 16.03.2022).

9. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13.01.2003 №1/29. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901850788> (дата обращения: 13.02.2022).

10. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (с изменениями на 2 июля 2021 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901711591> (дата обращения: 18.01.2022).

11. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ (ред. от 11.06.2021). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438) (дата обращения: 21.12.2021).

12. Организация обучения безопасности труда. Общие положения [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.004-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136072> (дата обращения: 22.02.2022).

13. Патент № RU2697062C1. Способ наблюдения объектов, автор – Сагдуллаев Юрий Сагдуллаевич (RU), патентообладатель – Закрытое акционерное общество «МНИТИ» (ЗАО «МНИТИ») (RU), подача заявки 10.12.2018 [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2697062C1\\_20190809](https://yandex.ru/patents/doc/RU2697062C1_20190809) (дата обращения: 04.01.2022).

14. Пособие к СНиПу 21-01-97\* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: [http://poznproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3\\_2001.htm](http://poznproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm) (дата обращения: 21.03.2022).

15. Свод правил определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 11.01.2022).

16. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс]: СП 2.13130.2020 URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963> (дата обращения: 21.12.2021).

17. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 04.01.2022).

18. Теребнёв А.В., Теребнев В.В. Управление силами и средствами на пожаре. М.: Спецтехника, 2006. 190 с.

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699) (дата обращения: 13.01.2022).

20. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 21.12.2021).

21. Чепелева Марина Станиславовна, Ткалич Сергей Андреевич, Чепелев Станислав Аркадьевич Прогнозирование в управлении потенциально опасным объектом // Научный журнал КубГАУ. 2011. №74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-v-upravlenii-potentsialno-opasnym-obektom> (дата обращения: 27.03.2022).

21. Analysis of fire and explosion hazards of some hydrocarbon-air mixtures [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11406301/> (дата обращения: 21.12.2021).

22. Material Safety Data Sheet [Электронный ресурс]. URL: [https://www.asiaiga.org/uploaded\\_docs/en\\_AIGA\\_005\\_18\\_Fire\\_Hazards\\_of\\_Oxygen\\_and\\_Oxygen\\_Enriched\\_Atmospheres.pdf](https://www.asiaiga.org/uploaded_docs/en_AIGA_005_18_Fire_Hazards_of_Oxygen_and_Oxygen_Enriched_Atmospheres.pdf) (дата обращения: 21.12.2021).

23. Refinery fires: Firefighting strategies and tactics [Электронный ресурс]. URL: <https://www.safeworldhse.com/2020/04/refinery-fires-firefighting-strategies-tactics.html> (дата обращения: 21.12.2021).

24. Hazard Assessment Studies on Hydrocarbon Fire and Blast: An Overview [Электронный ресурс]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/315518205\\_Hazard\\_Assessment\\_Studies\\_on\\_Hydrocarbon\\_Fire\\_and\\_Blast\\_An\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/315518205_Hazard_Assessment_Studies_on_Hydrocarbon_Fire_and_Blast_An_Overview) (дата обращения: 21.12.2021).

25. Fire Hazard Calculations for Large, Open Hydrocarbon Fires [Электронный ресурс]. URL: <https://www.springerprofessional.de/en/fire-hazard-calculations-for-large-open-hydrocarbon-fires/1923216> (дата обращения: 21.12.2021).