

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)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Безопасность технологического процесса сливно-наливных операций  
олеума и серной кислоты»

Обучающийся

П.В. Маштаков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Е.В. Татаринцева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

О.А. Головач

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

## Аннотация

Тема бакалаврской работы «Безопасность технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты».

В первом разделе проведен анализ соблюдения нормативных требований в области организации безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты.

Во втором разделе проведен анализ потенциально аварийных ситуаций, идентифицированы ОВПФ; проведен анализ потенциального уровня негативного воздействия на окружающую среду при аварийных ситуациях; проведен анализ применяемых СИЗ.

В третьем разделе предложены рекомендации по применению новых методов контроля факторов производственной среды, расширение перечня СИЗ и процесса оформления учетной и отчетной документации.

В четвертом разделе составлен реестр рисков, проведена идентификация опасностей, действующих на работников при осуществлении технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты.

В пятом разделе определена нагрузка организации, технологического процесса на окружающую среду и оформлены результаты ПЭК.

В шестом разделе описаны вероятные аварии и ЧС и разработан план действий по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций.

В седьмом разделе выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## **Abstract**

The topic of the bachelor's thesis is «Safety of the technological process of draining and filling operations of oleum and sulfuric acid».

In the first section, an analysis of compliance with regulatory requirements in the field of safety organization of the technological process of draining and filling operations of oleum and sulfuric acid is carried out.

In the second section, an analysis of potentially emergency situations was carried out, dangerous and harmful production factors were identified; an analysis of the potential level of negative environmental impact in emergency situations was carried out; an analysis of the personal protective equipment used was carried out.

The third section offers recommendations on the use of new methods for controlling production environment factors, expanding the list of personal protective equipment and the process of registration of accounting and reporting documentation.

In the fourth section, a risk register has been compiled, and the identification of hazards affecting workers during the technological process of draining and filling operations of oleum and sulfuric acid has been carried out.

The fifth section defines the load of the organization and the technological process on the environment and formalizes the results of the industrial environmental control.

The sixth section describes possible accidents and emergencies and develops an action plan for the prevention and elimination of emergencies.

In the seventh section, the effectiveness of the proposed measures to ensure technosphere safety is calculated.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 5  |
| Термины и определения .....  | 7  |
| Перечень сокращений и обозначений.....   | 8  |
| 1 Анализ соблюдения нормативных требований в области организации безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты ..... | 9  |
| 2 Анализ безопасного осуществления процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты .....   | 12 |
| 3 Мероприятия по организации безопасного осуществления процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты .....   | 19 |
| 4 Охрана труда.....  | 29 |
| 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....   | 36 |
| 6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях .....  | 41 |
| 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....  | 51 |
| Заключение .....   | 62 |
| Список используемой литературы .....   | 64 |

## Введение

Олеум и серная кислота являются опасными химическими веществами, обращение с которыми требует соблюдения определенных мер безопасности. Актуальность обеспечения безопасности технологического процесса с этими веществами обусловлена их потенциальной опасностью для здоровья людей и окружающей среды. Несоблюдение правил безопасности при работе с олеумом и серной кислотой может привести к возникновению аварийных ситуаций, которые могут нанести значительный ущерб окружающей среде и здоровью людей. Поэтому обеспечение безопасности технологического процесса с данными веществами является актуальной задачей.

Таким образом, тема бакалаврской работы «Безопасность технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты», актуальна.

Объектом работы является технологический процесс сливно-наливных операций олеума и серной кислоты.

Предметом – процесс обеспечения безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты.

Цель работы – разработать мероприятия по обеспечению безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты.

Задачи бакалаврской работы:

- провести анализ соблюдения нормативных требований в области организации безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты;
- провести анализ потенциально аварийных ситуаций и идентифицировать ОВПФ, действующих на работников;
- провести анализ применяемых СИЗ;

- предложить рекомендации по обеспечению безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты;
- составить реестр рисков и провести идентификация опасностей, действующих на работников при осуществлении технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты;
- определить нагрузку организации, технологического процесса на окружающую среду и оформить результаты ПЭК;
- описать вероятные аварии и ЧС при осуществлении процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты и разработать план действий по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций;
- выполнить расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Термины и определения

Олеум (от лат. Oleum – масло) – масляный раствор серного ангидрида  $\text{SO}_3$  в 100%-й серной кислоте  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Серная кислота – тетраоксосульфат (VI) водорода,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , сильная двухосновная неорганическая кислота.

Средства индивидуальной защиты – изделия, предназначенные для защиты человека от различных физических или химических воздействий.

## Перечень сокращений и обозначений

АСС – аварийно-спасательная служба.

ГОЧС – орган управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.

ЕДДС – единая дежурная диспетчерская служба.

ЕТКС – единый тарифно-квалификационный справочник.

ИИ – искусственный интеллект.

ИНС – искусственная нейронная сеть.

КИП – контрольно-измерительные приборы.

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

КоАП – кодекс об административных нарушениях.

КЧС – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности.

НТР – нормативные технические требования.

ОВПФ – опасные и вредные производственные факторы.

ОРО – объекты размещения отходов.

ОПО – опасный промышленный объект.

ПАЗ – противоаварийная защиты.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ПВР – пункт временного размещения.

ПУЭ – правила устройства электроустановок.

ПЭК – производственный экологический контроль.

РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СИЗОД – средства индивидуальной защиты органов дыхания.

СМИС – система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений.

ЧС – чрезвычайные ситуации.



## **1 Анализ соблюдения нормативных требований в области организации безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты**

Олеум и серная кислота являются опасными химическими веществами, обращение с которыми требует соблюдения определенных мер безопасности. Технические требования и требования безопасности при производстве, использовании и хранении серной кислоты определяет ГОСТ 2184-2013. Олеум должен соответствовать по физико-химическим показателям требованиям ГОСТ 2184-2013 [2].

Согласно «ГОСТ 12.1.007-76, техническая серная кислота токсична и по степени воздействия на организм относится к веществам 2-го класса опасности – вещества высокоопасные» [1].

Актуальность обеспечения безопасности технологического процесса с этими веществами обусловлена их потенциальной опасностью для здоровья людей и окружающей среды. Несоблюдение правил безопасности при работе с олеумом и серной кислотой может привести к возникновению аварийных ситуаций, которые могут нанести значительный ущерб окружающей среде и здоровью людей. Поэтому обеспечение безопасности технологического процесса с данными веществами является актуальной задачей. Обеспечение безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты должно быть соблюдено в соответствии с нормативными и законодательными документами.

Химические предприятия относятся к опасным промышленным объектам, поскольку на них производятся, используются, хранятся опасные вещества, которые могут представлять угрозу для окружающей среды и здоровья людей в случае аварии или инцидента. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ регламентирует деятельность ОПО с целью обеспечения промышленной безопасности [6].

«Приказом Минтруда России от 27.11.2020 № 834н утверждены правил по охране труда при использовании отдельных видов химических веществ, в том числе серной кислоты. В приказе определены следующие требования [13]:

- «для приготовления растворов серной кислоты их необходимо приливать в воду тонкой струей при непрерывном перемешивании;
- приливать воду в кислоту запрещается;
- запрещается применять серную кислоту в вакуум-эксикаторах в качестве водопоглощающего средства;
- растворы для нейтрализации концентрированных кислот и щелочей должны находиться в рабочем помещении (на стеллаже, полке) в течение всего рабочего дня;
- при хранении серной кислоты должен быть исключен их контакт с древесиной, соломой и другими веществами органического происхождения» [13].

«Приказом Ростехнадзора от 07.12.2020 № 500 утверждены правила безопасности химически опасных производственных объектов» [18].

В процессе обработки химических веществ эксплуатируется «оборудование, работающее под давлением. В приказе Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536 утверждены правила промышленной безопасности при эксплуатации данного оборудования» [20].

«Контроль вредных веществ в воздухе рабочей зоны производства серной кислоты и олеума осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005. Предельно допустимая концентрация паров серной кислоты в воздухе рабочей зоны производственных помещений, согласно ГОСТ 12.1.005 – 1 мг/м<sup>3</sup>» [22].

Работники должны быть обеспечены СИЗ:

- «костюмами для защиты от кислот из полиэфирных тканей или сукна по ГОСТ 12.4.103» [23];
- «ботинками или кожаными сапогами по ГОСТ 12.4.137» [21];

- «СИЗ для защиты рук – перчатками из полимерных материалов для защиты от растворов кислот по ГОСТ 12.4.183, специальными рукавицами для защиты от растворов кислот по ГОСТ 12.4.010, защитными дерматологическими средствами» [4], [29];
- «СИЗ для защиты органов дыхания – респираторы и противогазы с фильтрами марки «Е» по ГОСТ 12.4.121» [28].

«Кислота серная негорюча, несовместима с органическими горючими веществами, при соприкосновении может вызвать их самовоспламенение. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 533 регламентирует общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических производств» [19].

Статья 47 «Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ регламентирует требования в области охраны окружающей среды при производстве, обращении и обезвреживании потенциально опасных химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов» [8].

«В соответствии с КоАП РФ статьей 8.2.2, несоблюдение требований в области охраны окружающей среды при производстве потенциально опасных химических веществ влечет за собой административную ответственность» [3].

Выводы: в разделе проведен анализ нормативных документов в области организации безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты. Нормативные документы регламентируют обеспечение безопасного процесса производства химических веществ.

## 2 Анализ безопасного осуществления процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты

Бакалаврская работа выполнена на базе ПАО «КуйбышевАзот». Организация находится по адресу: Самарская область, г. Тольятти, ул. Новозаводская, 6. Олеум, серная кислота поступают в отделение подготовки и отпуска олеума и кислоты серной в железнодорожных цистернах или танк-контейнерах. Отделение входит в состав цеха гидросиламинсульфата и получения кальцинированной соды №23 производства капролактама и предназначено для приема, хранения и выдачи олеума и кислоты серной в цеха производства капролактама и гидросиламинсульфата, а также кислоты серной в цеха №11 и №40.

Технологические операции по приему, хранению и выдачи олеума и кислоты серной в цехах №11 и №40 выполняет аппаратчик производства серной кислоты и олеума. Рассмотрим ОВПФ, действующие на него при выполнении технологического процесса (таблица 1) [27]

Таблица 1 – Идентификация ОВПФ на рабочих местах аппаратчика производства серной кислоты и олеума

| Виды работ  | Материалы, оборудование                     | Факторы ОВПФ   | Примечание  |
|-------------|---|--|---|
| слив олеума | олеум, насосные вакуумы, олеумные хранилища | «ОВПФ, обладающие свойствами физического воздействия: действие силы тяжести в случаях, когда оно может вызвать падение сыпучих, жидких объектов на работающего; струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним; факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды» [27]. | при сливе олеума в летнее время сохраняется порядок операции по сливу олеума в зимнее время за исключением разогрева олеума в цистернах |

Продолжение таблицы 1

| Виды работ   | Материалы, оборудование  | Факторы ОВПФ   | Примечание  |
|--|--|--|---|
| слив олеума  | олеум, насосные вакуумы, олеумные хранилища  | «могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека; факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания: воздействие газовых компонентов (включая пары)» [27].                     | при сливе олеума в летнее время сохраняется порядок операции по сливу олеума в зимнее время за исключением разогрева олеума в цистернах           |
| улавливание паров серного ангидрида (SO <sub>2</sub> ) | водокольцевые вакуумные насосы, ловушки, серный ангидрид, серная кислота, скрубберы, дренажный приямок                     | «ОВПФ, обладающие свойствами химического воздействия: группы проникновения: через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки; по характеру результирующего химического воздействия: | пары SO <sub>2</sub> поглощаются в скруббере 95 % серной кислотой, концентрация ее повышается и раз в сутки насосом выводится в дренажный приямок |
| слив серной кислоты                                    | серная кислота, цистерны, вакуумные насосы, хранилища серной кислоты   | токсические (ядовитые), раздражающие» [27]. «ОВПФ, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: стереотипные рабочие движения, монотонность труда, вызывающая монотонию» [27].                             | для слива серной кислоты из цистерн, вскрываются люка, производится отбор проб для анализа  |
| улавливание паров серного ангидрида SO <sub>2</sub>    | хранилища, силикагелевые осушители, серный ангидрид, силикагель  |  | силикагель в фильтрах поглощает влагу из воздуха атмосферы, что препятствует образованию слабой серной кислоты в коллекторах дыхания              |
| сбор проливов и их нейтрализация                       | дренажные стоки, дренажный приямок, погружной насос, хранилища, нейтрализатор кислых стоков, трубопровод, паровой инжектор |  | проливы олеума и серной кислоты в резервуарном парке собираются в приямке, откуда инжекционным насосом периодически откачиваются в нейтрализатор  |

|                                      |   |  |  |
|--------------------------------------|---|--|--|
| подача пара и горячего водоснабжения | железнодорожные цистерны, обогревы хранилищ олеума, |  | для разогрева олеума в железнодорожных цистернах и |
|--------------------------------------|---|--|--|

Продолжение таблицы 1

| Виды работ | Материалы, оборудование   | Факторы ОВПФ | Примечание   |
|------------|---------------------------|--------------|--|
|            | оборотная вода, конденсат |              | используется пар давлением 0,5 МПа, поступающий из корпуса 922 цеха №37.<br>Спутниковый обогрев оборудования и трубопроводов осуществляется по замкнутой схеме:<br>емкость – теплообменник – насос – емкость |

Таким образом, в результате идентификации, делаем вывод, что в отделении подготовки и отпуска олеума и кислоты серной при эксплуатации оборудования имеют следующие виды опасностей:

- факторы токсичности, удушья;
- наличие оборудования, находящегося под давлением;
- наличие в больших количествах токсичных продуктов в емкостях, цистернах и трубопроводах;
- наличие продуктов с высокими температурами;
- насосное оборудование.

Химические производства выбрасывают в атмосферу вредные вещества, загрязняя почву и водные объекты. Также они могут создавать опасные отходы, которые требуют специальной обработки и утилизации.

Серная кислота и олеум находятся в жидком агрегатном состоянии. Серная кислота представляет собой сильно ядовитую жидкость. При попадании на кожу вызывает химические ожоги с образованием. Олеум также

находится в жидком агрегатном состоянии, представляет собой бесцветную маслянистую жидкость, которая вызывает тяжелые ожоги кожи и слизистой. В отделении подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40 осуществляют технологический процесс следующие работники: аппаратчика производства серной кислоты и олеума, машинист насосных установок, слесарь КИПиА, слесарь ремонтник. СИЗ для аппаратчика производства серной кислоты и олеума «утверждены Приказом Минздравсоцразвития России от 11.08.2011 № 906н» (таблица 2) [17].

Таблица 2 – СИЗ для аппаратчика производства серной кислоты и олеума

| Наименование СИЗ                                  | Количество  |
|---|-------------|
| костюм для защиты от растворов кислот и щелочей   | 2 штуки     |
| белье нательное                                   | 2 комплекта |
| фартук из полимерных материалов                   | 2 штуки     |
| ботинки кожаные с защитным подноском              | 1 пара      |
| сапоги резиновые с защитным подноском             | 1 пара      |
| перчатки для защиты от растворов кислот и щелочей | 12 пар      |
| очки защитные                                     | до износа   |
| СИЗОД против аэрозольное                          | до износа   |

СИЗ для машиниста насосных установок «утверждены Приказом Минздравсоцразвития России от 11.08.2011 № 906н» (таблица 3) [17].

Таблица 3 – СИЗ для машиниста насосных установок

| Наименование СИЗ   | Количество  |
|--|-------------|
| костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий | 1 штука     |
| костюм для защиты от воды  | 1 штука     |
| ботинки кожаные с защитным подноском   | 1 пара      |
| сапоги резиновые с защитным подноском  | 2 пары      |
| галюши диэлектрические   | до износа   |
| перчатки диэлектрические   | до износа   |
| каска защитная   | 1 на 2 года |
| очки защитные  | до износа   |
| маска или полумаска со сменными фильтрами  | до износа   |

Проведем анализ потенциальных аварийных ситуаций при осуществлении процесса (таблица 4).

Таблица 4 – Анализ потенциальных аварийных ситуаций при осуществлении процесса

| Возможные аварийные ситуации   | Предельно допустимые значения параметров, превышение (снижение) которых может инициировать аварию | Причины возникновения аварийных ситуаций  |
|--|---|---|
| прекращение подачи оборотной воды  | менее 0,196 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> )  | неполадки в системах водоснабжения  |
| прекращение подачи воздуха КИП   | менее 0,176 МПа (1,8 кгс/см <sup>2</sup> )  | неполадки в системе воздухообеспечения  |
| загазованность производственных помещений выше санитарных норм                                 | выше ПДК олеум, серная кислота - 1 мг/м <sup>3</sup>  | нарушение герметичности оборудования, коммуникаций  |
| прекращение подачи пара Р-5  | менее 0,196 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> )  | неполадки в системах пароснабжения  |
| разлив олеума, серной кислоты при сливе цистерн.<br>Интоксикация, химические ожоги.            | –   | коррозионный износ оборудования, механические неполадки на оборудовании, пропуск продуктов на цистернах       |
| разлив олеума, серной кислоты при разгерметизации хранилищ.<br>Интоксикация, химические ожоги. | –   | коррозионный износ оборудования, нарушение герметичности  |
| перелив хранилищ олеума, серной кислоты. Возможно отравление людей, химические ожоги.          | выше 80 %   | отказ в работе приборов КИПиА по измерению уровней в хранилищах, разгерметизация оборудования и трубопроводов |
| порыв трубопровода с олеумом, серной кислотой. возможно отравление людей, химические ожоги.    | –   | коррозионный, механический износ трубопроводов, разгерметизация   |
| снижение температуры воздуха в помещениях ниже 0 °С  | ниже +7 °С  | резкое понижение температуры окружающего воздуха, нарушение в системах отопления                              |



На рисунке 1 представлены причины возникновения инцидентов по безопасности процесса по вероятности их возникновения.



Рисунок 1 – Причины возникновения инцидентов по безопасности процесса по вероятности их возникновения, %

Из рисунка видно, что частыми причинами возникновения инцидентов являются разливы серной кислоты и олеума при сливе цистерн, а также при разгерметизации хранилища.

Выводы: в разделе проведен анализ причины возникновения инцидентов по безопасности процесса по вероятности их возникновения, который показал, что наиболее частыми причинами возникновения инцидентов являются разливы серной кислоты и олеума при сливе цистерн, а также при разгерметизации хранилища. В результате чего в воздухе рабочей зоны накапливаются опасные вещества. Технологические операции по приему, хранению и выдачи олеума и кислоты серной в цехе №11 и №40 выполняет аппаратчик производства серной кислоты и олеума. Анализ использования

СИЗ показал, что требования выполняются в полном объеме, однако работники не всегда правильно их применяют.

### **3 Мероприятия по организации безопасного осуществления процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты**

В целом, проведенный анализ выявил достаточные и эффективные мероприятия по организации безопасного осуществления процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты. Однако, научно-технический прогресс не стоит на месте и предлагает множество инновационных решений, в том числе, в области охраны труда и производственной безопасности.

Опираясь на результаты анализа, проведенного во втором разделе, в данном разделе предложим способа контроля факторов производственной среды и способы контроля за применением СИЗ. В настоящее время, искусственный интеллект является не только трендом во всех сферах промышленности, но и уже реальностью. Искусственный интеллект уже используется во многих сферах жизни, включая производство и охрану труда. Однако, его использование требует внимательного подхода и учета возможных рисков и ограничений.

ИИ может стать важным инструментом для улучшения безопасности на производстве и в сфере охраны труда. Он может помочь в обнаружении опасных ситуаций, прогнозировании возможных аварий, а также в принятии решений на основе анализа больших объемов данных. Например, ИИ может использоваться для автоматического обнаружения опасных ситуаций на производстве, таких как пожары или разливы опасных веществ, и активации соответствующих систем безопасности. Также ИИ может быть использован для обучения работников безопасным методам работы и предотвращения несчастных случаев. Однако, использование ИИ в этой области также может иметь свои риски и ограничения, такие как возможность ошибок и необходимость контроля со стороны человека. В целом, использование ИИ может стать важным шагом в улучшении безопасности на производстве и в охране труда, но его применение требует тщательного подхода и оценки возможных рисков и преимуществ.

Искусственный интеллект может использоваться для анализа данных о производственных процессах, выявления опасных ситуаций и принятия решений в режиме реального времени. Например, системы машинного зрения могут обнаруживать опасные ситуации на производстве, такие как разлив опасных веществ или пожар, и автоматически активировать системы безопасности. Кроме того, алгоритмы машинного обучения могут использоваться для прогнозирования возможных аварий и принятия мер для их предотвращения [33].

ГОСТ 12.1.005-88 регламентирует порядок контроля за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны [22]. Обнаружение опасных веществ в воздухе рабочей зоны имеет решающее значение для защиты человека от их негативного воздействия. По мере развития технологий ИИ превратился в многообещающий инструмент для создания датчиков, способных эффективно обнаруживать и анализировать эти опасные вещества. Сенсорные системы, основанные на искусственном интеллекте, ИИ и интернет вещей могут эффективно использоваться для мониторинга.

Датчики и устройства на базе искусственного интеллекта могут использоваться для обнаружения и количественной оценки присутствия различных опасных для работника веществ в воздухе рабочей зоны. Эти датчики и устройства могут быть сконструированы для измерения таких параметров, как рН, температура, влажность, электропроводность. «Алгоритмы машинного обучения могут использоваться для анализа данных, собираемых этими датчиками и устройствами, позволяя идентифицировать конкретные опасные вещества в режиме реального времени. Эти алгоритмы также могут быть использованы для прогнозирования потенциального воздействия этих веществ на здоровье человека» [36].

Например, алгоритмы электронного носа (обоняния) используются для анализа данных, генерируемых датчиками, и определения присутствия опасных химических веществ на основе их уникальной химической сигнатуры [35]. Эти алгоритмы могут использовать различные методы, такие как

распознавание образов, искусственные нейронные сети и нечеткая логика. Одним из ключевых преимуществ технологий E-nose является их способность обнаруживать опасные химические вещества в режиме реального времени, что позволяет незамедлительно реагировать на потенциальные угрозы [36].

На рисунке 2 представлен метод использования ИИ: использование данных и алгоритмов ИИ для мониторинга и локализации опасных веществ.

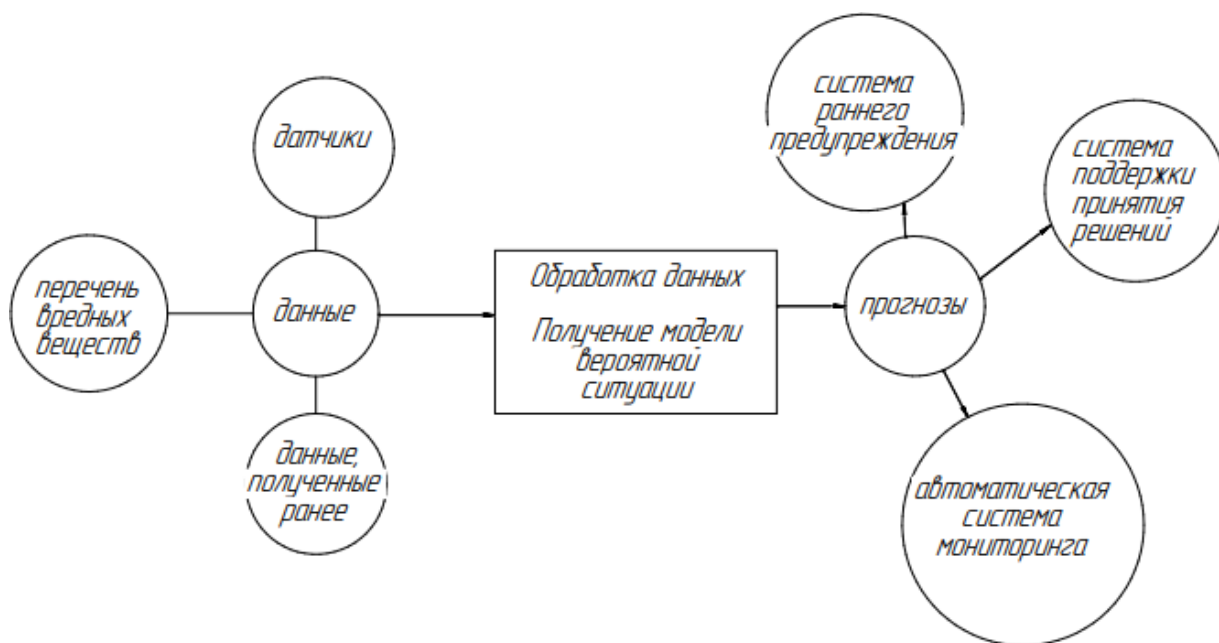


Рисунок 2 – Метод использования ИИ: использование данных и алгоритмов ИИ для мониторинга и локализации опасных веществ в воздухе рабочей зоны

Использование датчиков и устройств на базе ИИ для мониторинга опасных веществ в режиме реального времени имеет ряд преимуществ [32]. Во-первых, это позволяет более точно и надежно обнаруживать эти вещества по сравнению с традиционными лабораторными методами. Во-вторых, это предоставляет данные в режиме реального времени, позволяя быстро реагировать на любые негативные ситуации. Наконец, это снижает потребность в ручном сборе и анализе данных, сокращая рабочую нагрузку и повышая эффективность процесса мониторинга [32].

Контроль за применением работниками СИЗ также эффективно контролировать при помощи ИИ и нейронных сетей, поскольку «большое внимание уделяется теме контроля соблюдения правил техники безопасности и норм охраны труда на промышленных объектах. Многие рабочие места на предприятиях включают в себя опасные зоны, которые могут представлять опасность для здоровья сотрудников. На каждом предприятии такого рода обычно существуют нормы и правила безопасности на рабочем месте, которые предусматривают использование соответствующих средств индивидуальной защиты человека, причем в различных рабочих зонах может требоваться использование разных СИЗ» [34].

«СИЗ являются изделиями, предназначенными для защиты человека от различных физических или химических воздействий. Выбор СИЗ производится с учетом их назначения и защитных свойств, а также конкретных условий труда. Следует отметить, что СИЗ являются достаточно эффективным средством защиты работников, однако использование СИЗ эффективно только тогда, когда они используются и одеваются сотрудниками правильно (в соответствии с установленными правилами и нормами). Таким образом, несоблюдение правил использования СИЗ может привести к различным травмам на рабочем месте. Для предотвращения такого рода травм или для предотвращения порчи изготавливаемых продуктов, а также для обеспечения общей безопасности на рабочем месте, в настоящее время существуют различные автоматизированные методы для контроля за ношением СИЗ сотрудниками» [34].

«Решение, направленное, главным образом, на «упрощение, ускорение и повышение точности процесса идентификации, а соответственно на обеспечение своевременного контроля за сотрудниками и обеспечение безопасности сотрудников и производимых продуктов, предлагает компания ООО «Ай Ти Ви групп»» [30].

«В настоящее время в современных видеосистемах для распознавания и идентификации изображений все чаще применяются искусственные

нейронные сети. ИНС – это математическая модель, а также ее аппаратное и/или программное воплощение, построенное по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей. Одним из главных преимуществ ИНС является возможность их обучения, в процессе которого ИНС способна самостоятельно выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными» [30]. На рисунке 3 представлена блок-схема системы для идентификации СИЗ на работнике.

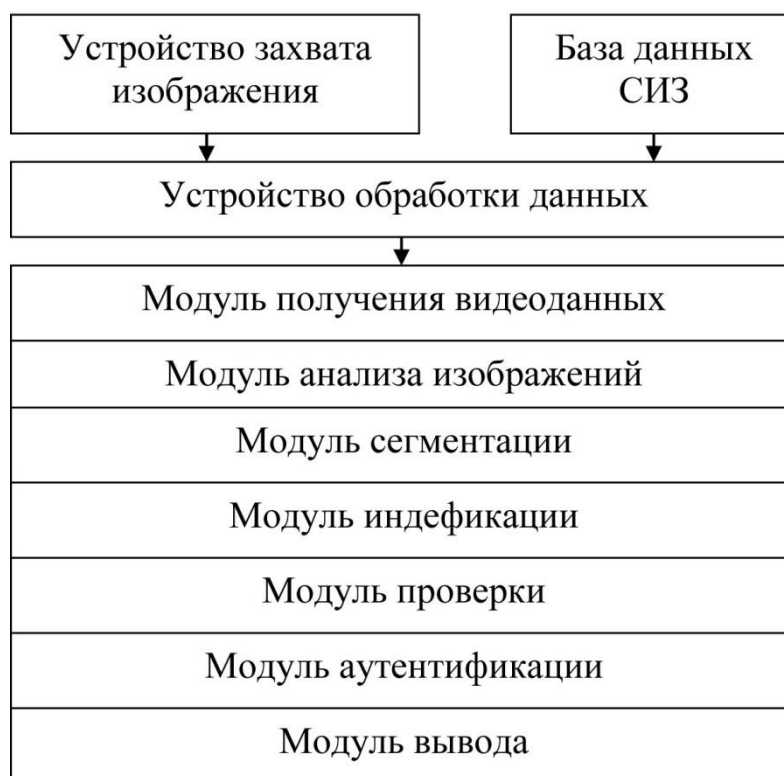


Рисунок 3 – Блок-схема системы для идентификации СИЗ на работнике

«Использование одной или даже нескольких ИНС для обработки изображений, а также использование стандартных средств видеонаблюдения и обработки видеоданных делает заявляемое решение более простым для осуществления на любом предприятии и более точным по сравнению с известными из уровня техники решениями. Представленная на рисунке 3 блок-схема в полной своей комплектации включает в себя: память, сконфигурированную для хранения базы данных СИЗ; по меньшей мере одно

устройство захвата изображений; и по меньшей мере, одно устройство обработки данных, содержащее:

- модуль получения видеоданных,
- модуль анализа изображений,
- модуль сегментации,
- модуль идентификации),
- модуль проверки,
- модуль аутентификации,
- модуль вывода» [30].

В «описанную систему могут входить и любые другие известные в данном уровне техники устройства, например, такие как различного вида датчики, устройства ввода/вывода, устройства отображения и т.п. Рассмотрим принцип работы данной системы безопасности. Предположим, данная система, а также соответствующее ей программное обеспечение, установлены на промышленном предприятии. Сотрудники утром приходят на работу и в соответствии со своим рабочим местом надевают СИЗ. После того как сотрудник оденет все что ему необходимо, он проходит в зону контроля. Под зоной контроля понимается помещение, оснащенное по меньшей мере одной видеокамерой, оборудованное для идентификации СИЗ на человеке, а также для мониторинга, проверки и контроля за правильным ношением СИЗ. Зоной контроля может являться небольшое помещение перед входом в рабочее помещение или же само рабочее помещение, причем рабочее помещение может быть дополнительно разделено на различные зоны контроля. Блок-схема способа идентификации СИЗ на работнике представлена на рисунке 4» [30].



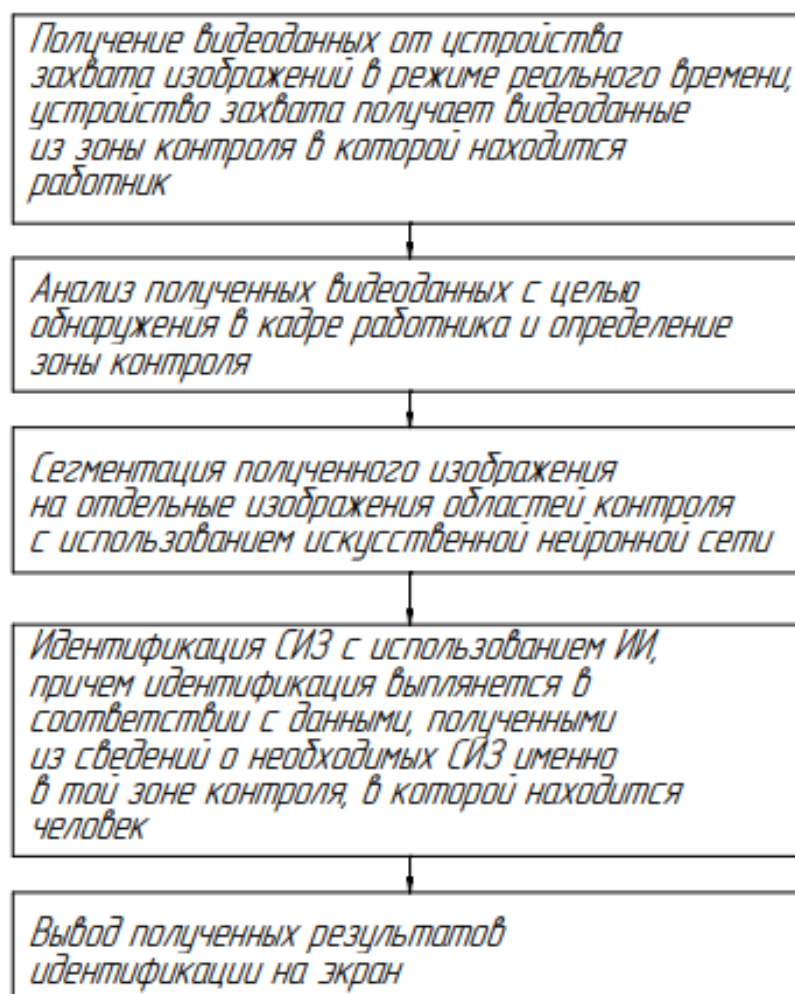


Рисунок 4 – Блок-схема способа идентификации СИЗ на работнике

«Устройство захвата изображений, в данном случае видеокамера, расположена таким образом, чтобы непрерывно в режиме реального времени получать видеоданные из зоны контроля, в которой находится человек или несколько людей. Следует отметить, что описываемая система видеонаблюдения может включать в себя несколько видеокамер для получения большего количества видеоданных и повышения точности результатов их обработки. Для примера, на предприятии перед входом в рабочее помещение может быть своего рода холл, в котором размещается одна камера, в область зрения которой полностью попадает все помещение. Такое помещение в данном случае является зоной контроля. При этом вход в каждое имеющиеся на предприятии опасное рабочие помещения может быть оснащен

зоной контроля. Кроме того, каждое рабочее помещение может быть оборудовано своими одной или несколькими камерами, для поддержания контроля сотрудников на протяжении всего рабочего времени (т.е. в этом случае рабочее помещение тоже является отдельной зоной контроля). Устройства захвата изображений непрерывно получают видеоданные в режиме реального времени, которые записываются в архив охранной системы, а также передаются к устройству обработки данных» [30].

«Далее основную работу выполняет по меньшей мере одно устройство обработки данных, например, такое как графический процессор компьютера. Модуль получения видеоданных непрерывно получает все видеоданные, поступающие от по меньшей мере одного устройства захвата изображений в режиме реального времени. Затем все получаемые видеоданные анализируются модулем анализа изображений для выявления/обнаружения кадров, отображающих/характеризующих по меньшей мере одного человека и определения зоны контроля» [30].

«Данные о зоне контроля могут быть определены графическим процессором из метаданных, которые каждое устройство захвата изображений передает в устройство обработки данных вместе с видеоданными. После этого полученное изображение человека и данные о зоне контроля, в которой находится человек, передаются в модуль сегментации. При этом, как указано в частном варианте исполнения системы, анализ видеоданных выполняется постоянно или в определенно заданный пользователем системы диапазон времени или же по сигналу от пользователя системы. То есть для предприятия с четким рабочим графиком с 8:00 до 18:00 актуально записывать и анализировать видеоданные только в этот промежуток времени для экономии памяти и вычислительных ресурсов системы. После того как обнаружен кадр с человеком, полученное по меньшей мере одно изображение/кадр упомянутого человека автоматически передается в модуль сегментации. Модуль сегментации в свою очередь сконфигурирован для сегментации полученного изображения человека на отдельные изображения областей

контроля. Упомянутая сегментация выполняется с использованием своей искусственной нейронной сети» [30].

«Областями контроля являются анатомические части человеческого тела, к которым относятся по меньшей мере: голова, волосы, глаза, уши, область носа и рта, шея, туловище, правая рука, левая рука, правая нога, левая нога. В зависимости от разного рода предприятий, а также в зависимости от различных зон контроля, на перечисленных частях тела сотрудников должны присутствовать СИЗ. Следует отметить, что специалисту в данной области техники будет очевидно, что список СИЗ может быть дополнен и другими необходимыми на предприятии СИЗ» [30].

«Принцип идентификации следующий: искусственная нейронная сеть получает отдельное изображение области контроля, после чего выдает некоторый вектор чисел – дескриптор изображения. База данных СИЗ хранит выборку эталонных изображений всех СИЗ, включающую соответствующий каждому изображению дескриптор. Для сравнения изображений ИНС использует именно эти дескрипторы. Причем ИНС обучена так, что чем меньше угол между этими векторами чисел в пространстве, тем больше вероятность совпадения изображений. В качестве метрики для сравнения используется косинус угла между векторами чисел. Соответственно, чем ближе косинус угла между векторами к единице, тем больше вероятность, что СИЗ является одним и тем же на сравниваемой паре изображений. Пользователь при настройке системы может задать диапазон значений, при котором система будет принимать решение о совпадении СИЗ. При этом искусственная нейронная сеть сравнивает последовательно полученное отдельное изображение области контроля со всеми имеющимися в базе данных изображениями СИЗ до тех пор, пока не получит достаточного совпадения» [30].

Следует отметить, что «процессы пополнения выборки изображений, обучения искусственной нейронной сети и непосредственных этапов идентификации, проверки и аутентификации выполняются параллельно после

того, как устройство обработки данных получило отдельные изображения областей контроля, эти изображения используется параллельно и для идентификации (и последующих этапов), и для пополнения выборки изображений СИЗ. При этом каждое новое изображение СИЗ добавляется в выборку изображений соответствующего СИЗ только после завершения процесса идентификации этого изображения. Обучение каждой искусственной нейронной сети выполняется на основании пополняемой базы данных СИЗ» [35].

Выводы: в разделе предложены мероприятия по организации безопасного технологического процесса сливно-наливных операций на основе искусственного интеллекта и нейронных сетей, что является трендом в настоящее время. Метод контроля вредных веществ в рабочей зоне на основе ИИ позволит снизить потребность в ручном сборе и анализе данных, сокращая рабочую нагрузку и повышая эффективность процесса мониторинга. Контроль за использованием СИЗ на основе ИИ позволит не только снизить количество несчастных случаев, но и улучшить производственную дисциплину.

## 4 Охрана труда

Составим реестр профессиональных рисков для рабочих отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40: аппаратчика производства серной кислоты и олеума, машиниста насосных установок, слесаря КИПиА на основании «Приказа Минтруда России от 29.10.2021 № 776н» [15]. Реестр рисков аппаратчика производства серной кислоты и олеума представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Реестр рисков аппаратчика производства серной кислоты и олеума

| Номер по Приказу | Опасность   | ID  | Опасное событие   |
|------------------|---|-----|---|
| 2                | «неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [15]. | 2.1 | «травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [15].                |
| 8                | «подвижные части машин и механизмов» [15].  | 8.1 | «удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [15]. |
| 9                | «вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [15].  | 9.1 | «отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [15].                                |
|                  | «воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ» [15].   | 9.3 | «заболевания кожи (дерматиты)» [15].  |
|                  | «контакт с высокоопасными веществами» [15].   | 9.4 | «отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ» [15].   |
|                  | «образование токсичных паров при нагревании» [15].  | 9.5 | «отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ» [15].                    |
|                  | «воздействие химических веществ на кожу» [15].  | 9.6 | «заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ» [15].   |

Продолжение таблицы 5

| Номер по Приказу | Опасность   | ID   | Опасное событие  |
|------------------|---|------|--|
| 9                | «воздействие химических веществ на глаза» [15].                 | 9.7  | «травма оболочек и роговицы глаза при воздействии химических веществ» [15].                              |
| 13               | «материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру» [15]. | 13.1 | «ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [15]. |
| 24               | «монотонность труда при выполнении однообразных действий» [15]. | 24.1 | «психоэмоциональные перегрузки» [15].  |
| 27               | «электрический ток» [15].                                       | 27.1 | «контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [15].                              |

Реестр рисков машиниста насосных установок представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Реестр рисков машиниста насосных установок

| Номер по Приказу | Опасность   | ID  | Опасное событие  |
|------------------|---|-----|--|
| 2                | «неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [15]. | 2.1 | «травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [15]. |
| 3                | «скользкие, обледенелые, за жиренные, мокрые опорные поверхности» [15].   | 3.1 | «падение при поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям» [15].                           |
| 8                | «подвижные части машин и механизмов» [15].  | 8.1 | «удары, порезы, проколы, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [15].                   |
| 9                | «вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [15].  | 9.1 | «отравление воздушными взвешиваемыми вредными химическими веществами в воздухе рабочей зоны» [15].       |
|                  | «образование токсичных паров при нагревании» [15].  | 9.5 | «отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли,   |

|  |  |  |                                       |
|--|--|--|---------------------------------------|
|  |  |  | тумана, дыма и твердых веществ» [15]. |
|--|--|--|---------------------------------------|

Продолжение таблицы 6

| Номер по Приказу | Опасность   | ID   | Опасное событие  |
|------------------|---|------|--|
| 9                | «воздействие химических веществ на кожу» [15].                  | 9.6  | «заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ» [15].                                  |
| 13               | «материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру» [15]. | 13.1 | «ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [15]. |
| 24               | «монотонность труда при выполнении однообразных действий» [15]. | 24.1 | «психоэмоциональные перегрузки» [15].  |
| 27               | «электрический ток» [15].                                       | 27.1 | «контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [15].                              |

Реестр рисков слесаря КИПиА представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Реестр рисков слесаря КИПиА

| Номер по Приказу | Опасность   | ID  | Опасное событие  |
|------------------|---|-----|--|
| 2                | «неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [15]. | 2.1 | «травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [15]. |
| 8                | «подвижные части машин и механизмов» [15].  | 8.1 | «удары, порезы, проколы, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [15].                   |
| 9                | «вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [15].  | 9.1 | «отравление воздушными взвешиваемыми вредными химическими веществами в воздухе рабочей зоны» [15].       |
|                  | «воздействие химических веществ на кожу» [15].  | 9.6 | «заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ» [15].                                  |

|    |                           |      |   |
|----|---------------------------|------|---|
| 27 | «электрический ток» [15]. | 27.1 | «контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [15]. |
|----|---------------------------|------|---|

Рассчитаем «количественный риск по методике, утвержденной Приказом №926 от 28.12.2021г» [16].

$$R=A \cdot U, \quad (1)$$

где « $R$  – риск,

$A$  – степень вероятности,

$U$  – тяжесть последствий» [16].

Степень вероятности  $A$  определим в соответствии с таблицей 8, тяжесть последствий  $U$  по таблице 9.

Таблица 8 –Оценка вероятности

| Степень вероятности |                     | Характеристика   | Коэффициент, А |
|---------------------|---------------------|--|----------------|
| 1                   | весьма маловероятно | – практически исключено;<br>– зависит от следования инструкции.  | 1              |
| 2                   | маловероятно        | – сложно представить, однако может произойти;<br>– зависит от следования инструкции  | 2              |
| 3                   | возможно            | – иногда может произойти;<br>– зависит от обучения (квалификации).   | 3              |
| 4                   | вероятно            | – зависит от случая, высокая степень возможности реализации;<br>– часто слышим о подобных фактах;<br>– периодически наблюдаемое событие. | 4              |
| 5                   | весьма вероятно     | – практически 100%;<br>– регулярно наблюдаемое событие.  | 5              |



Таблица 9 – Оценка степени тяжести последствий

| Тяжесть последствий |                  | Потенциальные последствия для людей  | Коэффициент, U |
|---------------------|------------------|--|----------------|
| 5                   | катастрофическая | <ul style="list-style-type: none"> <li>– групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек);</li> <li>– несчастный случай на производстве со смертельным исходом;</li> <li>– авария; пожар.</li> </ul>                                       | 5              |
| 4                   | крупная          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней);</li> <li>– профессиональное заболевание;</li> <li>– инцидент с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней.</li> </ul> | 4              |
| 2                   | незначительная   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– незначительная травма - микротравма, оказана первая медицинская помощь</li> <li>– инцидент,</li> <li>– быстро потушенное загорание</li> </ul>   | 2              |
| 1                   | приемлемая       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Без травмы или заболевания;</li> <li>– незначительный, быстроустраняемый ущерб.</li> </ul>  | 1              |

Значимость оценки риска оценим по шкале [16]:

- «1 - 8 (низкий);
- 9 - 17 (средний);
- 18 - 25 (высокий)» [16].

Результаты проведенной идентификации представлены в анкете (таблица 10).

Таблица 10 – Анкета

| Рабочее место | Опасность (№) | Опасные события | Степень вероятности, А | Коэффициент, А | Тяжесть последствий, U | Коэффициент, U | Оценка риска | Значимость оценки риска |
|---------------|---------------|-----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|--------------|-------------------------|
|---------------|---------------|-----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|--------------|-------------------------|

|            |   |           |          |   |                  |   |          |         |
|------------|---|-----------|----------|---|------------------|---|----------|---------|
|            |   | е<br>(ID) |          |   |                  |   | ка,<br>R |         |
| аппаратчик | 2 | 2.1       | вероятно | 4 | катастрофическая | 5 | 20       | высокий |
|            | 8 | 8.1       | возможно | 3 | значительная     | 3 | 9        | средний |

Продолжение таблицы 10

| Рабочее место                        | Опасность (№) | Опасное событие (ID) | Степень вероятности, А | Коэффициент, А | Тяжесть последствий, U | Коэффициент, U | Оценка риска, R | Значимость оценки риска |
|--------------------------------------|---------------|----------------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| производства серной кислоты и олеума | 9             | 9.1                  | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |
|                                      | 9             | 9.3                  | возможно               | 3              | катастрофическая       | 5              | 15              | средний                 |
|                                      | 9             | 9.4                  | возможно               | 3              | катастрофическая       | 5              | 15              | средний                 |
|                                      | 9             | 9.5                  | возможно               | 3              | катастрофическая       | 5              | 15              | средний                 |
|                                      | 9             | 9.6                  | возможно               | 3              | катастрофическая       | 5              | 15              | средний                 |
|                                      | 9             | 9.7                  | возможно               | 3              | катастрофическая       | 5              | 15              | средний                 |
|                                      | 13            | 13.1                 | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |
|                                      | 24            | 24.1                 | возможно               | 3              | значительная           | 3              | 9               | средний                 |
|                                      | 27            | 27.1                 | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |
| машинист насосных установок          | 2             | 2.1                  | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |
|                                      | 3             | 3.1                  | возможно               | 3              | значительная           | 3              | 9               | средний                 |
|                                      | 8             | 8.1                  | возможно               | 3              | значительная           | 3              | 9               | средний                 |
|                                      | 9             | 9.1                  | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |
|                                      | 9             | 9.5                  | возможно               | 3              | катастрофическая       | 5              | 15              | средний                 |
|                                      | 9             | 9.6                  | возможно               | 3              | катастрофическая       | 5              | 15              | средний                 |
|                                      | 13            | 13.1                 | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |
|                                      | 24            | 24.1                 | возможно               | 3              | значительная           | 3              | 9               | средний                 |
|                                      | 27            | 27.1                 | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |
| слесарь КИПиА                        | 2             | 2.1                  | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |
|                                      | 8             | 8.1                  | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |
|                                      | 9             | 9.1                  | возможно               | 3              | катастрофическая       | 5              | 15              | средний                 |
|                                      | 9             | 9.6                  | возможно               | 3              | катастрофическая       | 5              | 15              | средний                 |
|                                      | 27            | 27.1                 | вероятно               | 4              | катастрофическая       | 5              | 20              | высокий                 |

В результате получаем следующие данные; высокий риск у аппаратчика производства серной кислоты и олеума, а также машиниста насосных установок может возникнуть в результате неприменения СИЗ; воздействия химических веществ на органы дыхания, кожные покровы и слизистые; получение ожога.

«Определим мероприятие по устранению высокого уровня риска» [15].  
Результаты представим в таблице 11.

Таблица 11 – Мероприятия по устранению высокого уровня риска

| Рабочее место  | Опасное событие (ID) | Мероприятие   |
|--|----------------------|---|
| аппаратчик производства серной кислоты и олеума, машинист насосных установок | 2.1                  | «2.2.1 применение СИЗ соответствующего вида и способа защиты» [15].   |
|  | 9.1                  | «9.1.3 установка средств контроля за организацией технологического процесса, в том числе дистанционных и автоматических» [15].  |
|  | 13                   | «13.1.3 правильное применение СИЗ» [15].  |
|  | 27                   | «вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [15]. |
| слесарь КИПиА  | 2.1                  | «2.2.1 применение СИЗ соответствующего вида и способа защиты» [15].   |
|  | 27.1                 | «27.3.1 применение СИЗ, соблюдение требований охраны труда» [15].   |

Выводы: в разделе составлен реестр рисков для рабочих отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40: аппаратчика производства серной кислоты и олеума, машиниста насосных установок, слесаря КИПиА. В результате получили следующие данные; высокий риск у аппаратчика производства серной кислоты и олеума, а также машиниста насосных установок может возникнуть в результате неприменения СИЗ; воздействия химических веществ на органы дыхания, кожные покровы и слизистые; получение ожога. Для выявленного высокого риска определены мероприятия по его устранению.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Рассмотрим антропогенную нагрузку отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40 ПАО «КуйбышевАзот» (таблица 12).

Таблица 12 – Антропогенная нагрузка отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40 ПАО «КуйбышевАзот»

| Наименование объекта | Подразделение   | Воздействие на атмосферный воздух                              | Воздействие на водные объекты  | Отходы   |
|----------------------|---|--|--|--|
| ПАО «Куйбышев Азот»  | отделение подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40 | серная кислота (по молекуле $H_2SO_4$ ), аммоний-ион, сульфаты | отходы минеральных масел промышленных: влага – 3,95%; нефтепродукты – 94,77%; механические примеси – 1,28%; сточные воды со следами $Na_2SO_3$ , $Na_2SO_4$ с нейтрализатора | отходы абразивных материалов в виде порошка: оксида алюминия (III)-58,21%; оксида железа (III)-0,64%, железа-41,15%. Лом черных металлов в кусковой форме незагрязненный: железо-97,36%, углерод-0,21%, Марганец-0,49%, Кремний-0,27%железа оксид(I-III)-1,67% |
| Количество в год     |   | 0,5 тыс.тонн   | 0,5 тыс.тонн   | 0,5 тыс.тонн   |

В таблице 13 проведен анализ соответствия технологий наилучшим доступным.

Таблица 13 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

| Структурное подразделение | Наименование | Соответствие |
|---------------------------|--------------|--------------|
|---------------------------|--------------|--------------|

|       |                                |                       |               |
|-------|--------------------------------|-----------------------|---------------|
| номер | наименование                   | технологии            |               |
| 1     | отделение подготовки и отпуска | фотоколориметрический | соответствует |

Продолжение таблицы 13

| Структурное подразделение |                         | Наименование технологии | Соответствие  |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| номер                     | наименование            |                         |               |
| 2                         | олеума и кислоты серной | хроматографический      | соответствует |

В таблице 14 представлен перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов.

Таблица 14 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

| Наименование загрязняющего вещества |
|-------------------------------------|
| серная кислота                      |
| аммоний-ион, сульфаты               |

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха

| Структурное подразделение               | Источник |                                  | Наименование загрязняющего вещества | ПДВ, мг/м <sup>3</sup> | Фактический выброс, г/с | Превышение ПДВ в раз (гр. 8 / гр. 7) | Дата отбора проб | Общее кол-во случаев превышения ПДВ | Примечание |
|---|----------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------|
|   | номер    | наименование                     |                                     |                        |                         |                                      |                  |                                     |            |
| отделение подготовки и отпуска олеума и | 1, 2     | Хранилище олеума, серной кислоты | серная кислота                      | 0,0582<br>066          | 0,0675                  | -                                    | 01.03<br>.2024   | -                                   | -          |
|   |          | (резервуар,                      | аммон                               | 0,0230                 | 0,0125                  | -                                    | 01.03            | -                                   | -          |

|                               |  |                                |                  |    |  |  |       |  |  |
|-------------------------------|--|--------------------------------|------------------|----|--|--|-------|--|--|
| кислоты серной цеха №11 и №40 |  | насосная, вытяжная вентиляция) | ий-ион, сульфаты | 25 |  |  | .2024 |  |  |
|-------------------------------|--|--------------------------------|------------------|----|--|--|-------|--|--|

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений

| Тип очистного сооружения | Год ввода в эксплуатацию | Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии   | Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м <sup>3</sup> /сут.; тыс. м <sup>3</sup> /год |   |             | Наименование загрязяющего вещества   | Дата контроля (дата отбора проб) | Содержание загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup> |  |             | Эффективность очистки сточных вод, % |             |
|--------------------------|--------------------------|---|---|---|-------------|--|----------------------------------|---|--|-------------|--------------------------------------|-------------|
|                          |                          |   | проектный   | допустимый, в соответствии с разрешительным документом на пользование водным объектом | фактический |  |                                  | проектное   | допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты | фактическое | проектная                            | фактическая |
| фотоколориметрический    | 2018                     | использовании специальных фотокатализаторов, которые под действием ультрафиолетового излучения разлагают загрязняющие вещества на более простые компоненты, которые затем могут быть удалены обычными | 1,0   | 1,0   | 1,0         | отходы минеральных масел промышленных  | 01.03.2024                       | 0,5   | 1,0  | 0,3         | 95                                   | 95          |
|                          |                          |   | 1,6   | 1,6   | 0,8         | сточные воды со следами Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> с нейтрализатора | 01.03.2024                       | 0,6   | 1,0  | 0,4         | 95                                   | 95          |

|  |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  | методами<br>фильтрации |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год

| Наименование видов отходов                           | Код по ФККО                 | Класс опасности отходов | Наличие отходов на начало года, тонн |                           | Образовано отходов, тонн     | Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн | Утилизировано отходов, тонн | Обезврежено отходов, тонн |
|--|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|
|  |                             |                         | хранение                             | накопление                |                              |  |                             |                           |
| отходы абразивных материалов в виде порошка          | 3 61<br>081 22<br>42 5      | 5                       | 0,01                                 | 0,145                     | 0,145                        | -  | -                           | 0,145                     |
| лом черных металлов в кусковой форме незагрязненный  | 3 51<br>101 02<br>21 5      | 5                       | 20,8                                 | 138,5                     | 138,5                        | -  | 138,5                       | -                         |
| Передано отходов другим ИП и юридическим лицам, тонн |                             |                         |                                      |                           |                              |  |                             |                           |
| всего  | для обработки               | для утилизации          | для обезвреживания                   |                           | для хранения                 |  | для захоронения             |                           |
| 0,145  | -                           | -                       | -                                    |                           | -                            |  | 0,145                       |                           |
| 138,5  | -                           | 138,5                   | -                                    |                           | -                            |  | -                           |                           |
| размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн  |                             |                         |                                      |                           |                              | наличие отходов на конец года, тонн  |                             |                           |
| всего  | хранение на собственных ОРО |                         | захоронение на собственных ОРО       | хранение на сторонних ОРО | захоронение на сторонних ОРО | хранение   | накопление                  |                           |
| 0,145  | -                           |                         | -                                    | -                         | 0,145                        | -  | -                           |                           |

Выводы: в разделе определена нагрузка отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40 и оформлены результаты ПЭК.



## **6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях**

Рассмотрим вероятные аварийные ситуации отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40. Олеум и серная кислота относятся к негорючим и невзрывоопасным веществам. Основными аварийными и чрезвычайными ситуациями в отделении являются проливы и утечки перечисленных химических веществ. Олеум и серная кислота представляют собой сильные кислоты, которые могут вызвать ожоги и повреждения кожи при контакте. Они также могут вызвать раздражение глаз и дыхательных путей, а при попадании внутрь организма могут вызвать серьезные повреждения внутренних органов. В случае утечки или пролива этих веществ необходимо немедленно эвакуировать людей из зоны поражения и обратиться за медицинской помощью.

В соответствии со статьей 27, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ категория взрывопожароопасной и пожарной опасности помещений и зданий, в которых осуществляется технологический процесс сливно-наливных операций, относится к классу Д. Параметры, непосредственно определяющие взрывоопасность процесса в корпусе 926 цеха №23 отсутствуют. В отделении отсутствуют химически нестабильные соединения, продукты осмоления, металлоорганика, продукты, способные к разложению со взрывом. Для предупреждения развития аварийных ситуаций корпус 926, в котором находятся цеха №11 и №40, оснащен системой мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС).

СМИС корпуса 926 обеспечивает решение следующих задач:

- мониторинг в режиме реального времени критически важных для безопасности персонала, населения и окружающей среды параметров технологических систем;
- информирование в режиме реального времени персонала ДДС ПАО «КуйбышевАзот», ЕДДС г. Тольятти о предаварийном (инцидент), аварийном состоянии технологических систем;

- обеспечение персонала ДДС ПАО «КуйбышевАзот», ЕДДС г. Тольятти информацией, необходимой для своевременного принятия эффективных мер, направленных на поддержание нормального (заданного) режима работы технологических систем: предупредить развитие аварийной ситуации, локализовать аварийную ситуацию, снизить людские и материальные потери в случае развития аварийной ситуации;
- обеспечение через ЕДДС г. Тольятти и соответствующих служб, и подразделений информацией, необходимой для проведения аварийно-спасательных работ и ликвидации последствий аварий и ЧС;
- формирование и передачу формализованных сообщений об инцидентах, авариях, террористических проявлениях корпуса 926 в ДДС ПАО «КуйбышевАзот», ЕДДС г. Тольятти.

В корпусе 926 нет образования взрывоопасных смесей самопроизвольного термического распада или полимеризации реакционных масс и технологических сред, неуправляемых химических реакций в технологическом оборудовании, что может стать причиной аварии. В случае возникновения ЧС, среднее время прибытия подразделений МЧС – 5-7 минут – ФГБУ 4 отряд федеральной противопожарной службы государственной противопожарной службы по Самарской области, Пожарная часть №35, находится на расстоянии около 500 метров от проходной ПАО «КуйбышевАзот». Пожарная часть №35 находится по адресу: г. Тольятти, Новозаводская, 6к1. Ближайшая подстанция скорой медицинской помощи располагается по адресу: ул. Жилина, 29.

В случае возникновения ЧС, Руководителем ликвидации является руководитель объекта, на котором произошла ЧС, т.е. руководитель ПАО «КуйбышевАзот». Должностной состав объектового звена ТП РСЧС включает в себя начальника отдела ГО и ЧС, инженера по технике безопасности, специалиста по пожарной безопасности, медицинского работника и других

специалистов, необходимых для ликвидации ЧС, в соответствии с Приказом МЧС России № 999 от 23.12.2005 и внутренними распорядительными документами ПАО «КуйбышевАзот» [12].

АСС объекта является подразделением, которое занимается ликвидацией последствий ЧС на территории объекта. Оно состоит из специалистов, имеющих опыт работы в области безопасности и защиты населения от чрезвычайных ситуаций. АСС объекта является как самостоятельное подразделением из числа сотрудников ПАО «КуйбышевАзот», и также входит в состав более крупной городской АСС [7], [9].

Эвакуационная комиссия занимается планированием и организацией эвакуации людей в случае возникновения ЧС. Она также отвечает за подготовку необходимых документов и инструктажей для персонала. Для организации эвакуационной комиссии необходимо создать штаб, который будет координировать работу всех подразделений и служб в случае ЧС. В состав штаба должны входить представители администрации, специалисты по безопасности, медицинские работники и другие специалисты, необходимые для обеспечения эффективной эвакуации.

«Для исключения возможности возникновения взрывов, пожаров, отравлений, травм, для предупреждения повреждения оборудования, а также для обеспечения нормальных санитарно-гигиенических условий труда, работающих в корпусе 926 цеха №23, необходимо выполнять следующие обязательные требования эксплуатации производства» [12]:

- «не допускать переполнения хранилищ олеума, кислоты выше предельных значений НТР;
- «не допускать эксплуатацию оборудования, при которой срабатывание средств защиты может привести к травмированию обслуживающего персонала, выбросу токсичных продуктов в рабочую зону и оказанию вредного воздействия на окружающую среду» [12];

- «обеспечить работоспособное состояние систем автоматического управления процессом» [12];
- допускается, в исключительных случаях, отключение защиты по отдельному параметру на действующем оборудовании на период до одной дневной смены по письменному распоряжению начальника цеха (в его отсутствии, зам. начальника цеха), в выходные, праздничные дни и ночные смены – начальником смены продолжительностью не более одной смены;
- «на период отключения систем сигнализации и блокировок должны быть приняты меры для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования» [12];
- «запорная регулирующая арматура, исполнительные механизмы, участвующие в схеме контроля, управления и ПАЗ технологических процессов, после ремонта и перед установкой по месту должны проходить периодические испытания на быстроедействие, прочность и плотность закрытия с оформлением актов или с записью в паспорте, журнале» [12];
- «при снятии средств контроля, управления и ПАЗ, связи и оповещения в ремонт, наладку или поверку должна производиться немедленная замена снятых средств на идентичные по всем параметрам» [12];
- для исключения образования зарядов статического электричества все аппараты и трубопроводы должны быть заземлены. Состояние заземления и СИЗ от статического электричества должны систематически проверяться в соответствии с ПУЭ;
- не допускать подтягивание соединений на оборудовании, находящемся под давлением. Запрещается подтягивать сальники, производить смазку на работающих насосах.

- работы по сливу, выдаче олеума, серной кислоты, по ремонту насосов и трубопроводов, по отбору проб должны производиться в положенной по нормам СИЗ для исключения химических ожогов;
- фланцевые соединения оборудования где содержатся или транспортируются олеум или серная кислота, а также сальники насосов должны быть закрыты специальными кожухами;
- все работники должны быть проинструктированы и обучены на рабочем месте по правилам техники безопасности, пожарной безопасности, промышленной санитарии и приемам работы [26].

«Оповещение является одним из важнейших мероприятий, обеспечивающих доведение в минимально короткие сроки информации об угрозе или возникновении ЧС до территориальных органов МЧС России и населения» [12].

Порядок оповещения работников и населения об угрозе ЧС зависит от конкретной ситуации и степени опасности. Обычно оповещение осуществляется через местные СМИ, радио и телевидение, а также через мобильные приложения и интернет.

В некоторых случаях может быть использовано громкоговорительное оповещение или рассылка СМС-сообщений.

Важно обеспечить своевременное и точное информирование населения об угрозе, чтобы люди могли принять необходимые меры для своей безопасности [5].

Схема связи и оповещения при угрозе ЧС представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Схема связи и оповещения при угрозе ЧС

Схема действий при угрозе и возникновении ЧС представлена на рисунке 6.

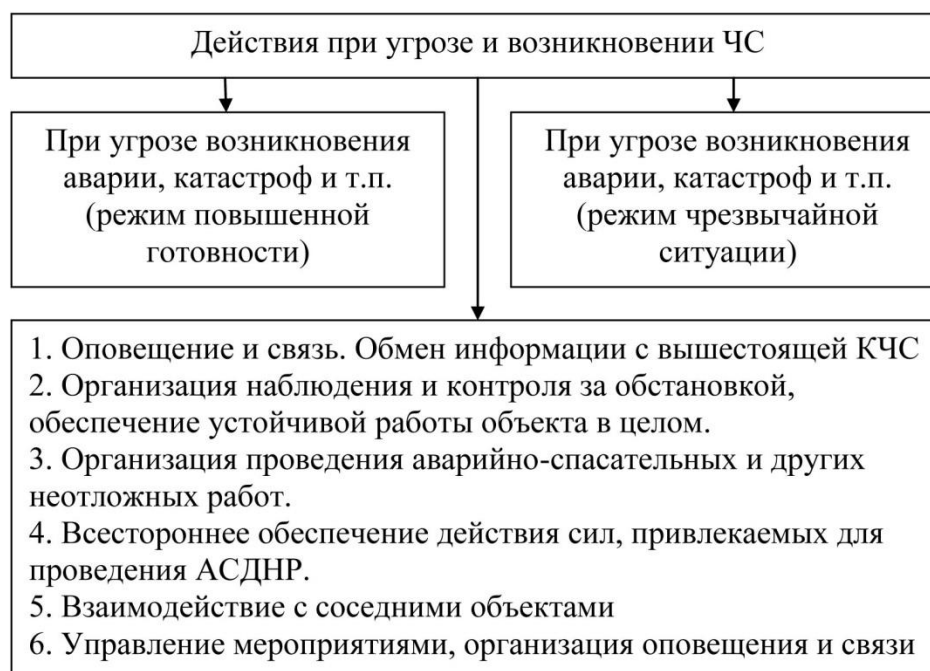


Рисунок 6 – Схема действий при угрозе и возникновении ЧС

Составим таблицу ПВР для персонала объекта (таблица 18) [25].

Таблица 18 – Таблица ПВР для персонала объекта

| Номер ПВР | Наименование организаций (учреждений), развертывающих ПВР | Адрес расположения, телефон                   | Количество предоставляемых мест |            |
|-----------|---|---|---------------------------------|------------|
|           |   |   | посадочных мест                 | койко-мест |
| 3         | МБУ школа №3  | «ул. 50 лет Октября, 61, р.т. 22-06-68» [25]. | 177                             | 134/15     |
| 23        | МБОУ школа №20  | «ул. Мира, 116, р.т. 2-26-43-71» [25].        | 150                             | 100/15     |
| 24        | МБОУ школа №21  | «ул. 50 лет октября, 23, р.т. 22-69-01» [25]. | 180                             | 145/20     |
| 29        | МБОУ школа №29  | «ул. Банькина, 12, р.т. 48-02-67» [25].       | 200                             | 136/20     |
| 62        | МБОУ школа №1   | «ул. Банькина, 44, р.т. 26-16-94» [25].       | 157                             | 145/15     |

Маршрут эвакуации от проходной ПАО «КуйбышевАзот» до ближайшего ПВР составляет 4 километра, на колесном транспорте составит в среднем 8 минут. Разработаем перечень основных мероприятий, выполняемых службами и должностными лицами объекта (таблица 19).

Таблица 19 – Перечень основных мероприятий, выполняемых службами и должностными лицами объекта

| Наименование подразделения       | Должность исполнителя | Действия при ЧС   |
|----------------------------------|-----------------------|---|
| администрация ПАО «КуйбышевАзот» | руководитель          | оценка ситуации и определение типа ЧС; оповещение соответствующих служб и органов власти; организация эвакуации людей из опасной зоны; обеспечение медицинской помощи пострадавшим; принятие мер по локализации и ликвидации последствий ЧС; проведение анализа причин возникновения ЧС и |

Продолжение таблицы 19

| Наименование подразделения  | Должность исполнителя                               | Действия при ЧС  |
|---|---|--|
|   |   | разработка мер по предотвращению подобных ситуаций в будущем [24].   |
| КЧС и ПБ  | руководитель КЧС и ПБ                               | оповещение и информирование населения о возникшей ЧС; организация эвакуации людей из зоны ЧС; оказание медицинской помощи пострадавшим; принятие мер по ликвидации последствий ЧС; проведение анализа причин возникновения ЧС; разработка мер по предотвращению подобных ЧС в будущем; «доклад руководителю организации предложения по решению предстоящих спасательных работ, очередность их проведения и состав имеющихся сил» [24]. |
| отдел ГО и ЧС   | инженер по ГО и ЧС, уполномоченный работник ГО и ЧС | «организация и контроль разработки и исполнение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий ЧС; организация работы по поддержанию постоянной готовности технических систем управления, оповещения и связи пунктов управления системы ГО и ЧС; организация эвакуации населения из зоны ЧС, оказание медицинской помощи пострадавшим; принятие мер по ликвидации последствий ЧС» [24].  |
| дежурно-диспетчерская служба  | дежурный диспетчер                                  | получение информации о возникновении ЧС; передача информации соответствующим службам и органам власти; оповещение населения о ЧС; организация эвакуации населения; оказание помощи пострадавшим [24].  |
| отделение подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40 | руководитель  | «организует и контролирует исполнение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организации, по эвакуации работников в ПВР» [24].   |

Отметим, что перечень мероприятий может быть скорректирован в зависимости от сценария аварийной ситуации. Полный перечень сценариев, инцидентов и действия персонала, в зависимости от сценария, приведены в Плане мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий ПМЛПА-1 ОПО цеха №23 [24].



Возможные инциденты и способы их ликвидации представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Возможные инциденты и способы их ликвидации

| Возможные аварийные ситуации                                   | Действия персонала по предупреждению и устранению производственных неполадок, аварийных ситуаций   |
|--|--|
| прекращение подачи электроэнергии                              | при прекращении подачи электроэнергии необходимо: прекратить прием и выдачу продуктов; сообщить об аварии диспетчеру, руководству цеха.  |
| прекращение подачи оборотной воды                              | остановить вакуум-насос поз. Н-4/1-4; сообщить взаимосвязанным цехам о прекращении выдачи олеума и серной кислоты; сообщить диспетчеру завода и руководству цеха.  |
| прекращение подачи воздуха КИП                                 | перейти на ручное управление клапанами; сообщить об аварии диспетчеру завода и руководству цеха.   |
| загазованность производственных помещений выше санитарных норм | прекратить все работы; включить в работу аварийную вентиляцию; выявить и ликвидировать источник загазованности.  |
| прекращение подачи пара Р-5                                    | перекрыть запорную арматуру на подаче пара в линию обогрева хранилищ олеума, рубашку обогрева цистерн с олеумом  |
| разлив олеума, серной кислоты при сливе цистерн.               | Действовать согласно ПЛА   |
| разлив олеума, серной кислоты при разгерметизации хранилищ.    | немедленно прекратить все работы в зоне разлива; эвакуировать персонал из зоны разлива; вызвать аварийные службы; принять меры по локализации разлива, используя специальные материалы (песок, опилки, специальные сорбенты); не допускать попадания разлитых веществ в канализацию, водоемы и почву; после сбора разлитых веществ поместить их в специальные контейнеры для утилизации; провести дезактивацию территории разлива. |
| перелив хранилищ олеума, серной кислоты.                       | остановить перелив, сообщить об инциденте в соответствующие службы и организации; принять меры по устранению последствий перелива, включая сбор и утилизацию пролитой жидкости; провести анализ причин перелива и принять меры для предотвращения подобных инцидентов в будущем  |
| порыв трубопровода с олеумом, серной кислотой.                 | остановить подачу олеума/серной кислоты по трубопроводу, сообщить о произошедшем в соответствующие службы, начать работы по устранению утечки, собрать разлитую жидкость и отправить ее на утилизацию, провести дезактивацию места утечки.   |

«Предельно допустимая концентрация паров серной кислоты и серного ангидрида – 1 мг/м<sup>3</sup>» [11]. Средствами защиты являются: фильтрующий

промышленный противогаз марки ДОТ-600, шланговый противогаз ПШ-1, ПШ-2, защитные очки или маска и щитки из оргстекла, рукавицы из кислотостойких тканей

При работе с олеумом и серной кислотой необходимо использовать специальную защитную одежду, такую как комбинезоны, перчатки, сапоги и защитные очки. Также необходимо использовать респираторы для защиты органов дыхания от вредных паров и газов. В случае аварии необходимо немедленно покинуть зону аварии, следуя указаниям аварийных служб.

Выводы: в разделе описаны возможные вероятные аварии и ЧС отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40. Параметры, непосредственно определяющие взрывоопасность процесса в цехах, отсутствуют. В отделении также отсутствуют химически нестабильные соединения, продукты осмоления, металлоорганика, продукты, способные к разложению со взрывом. Наиболее вероятные аварийные ситуации: разлив олеума и серной кислоты при разгерметизации хранилищ, а также перелив хранилищ. Для предупреждения развития аварийных ситуаций корпус 926, в котором находятся цеха №11 и №40, оснащен системой мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС).

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

План мероприятий по улучшению условий труда и снижению уровней профессиональных рисков в отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40 ПАО «КуйбышевАзот» представлен в таблице 21.

Таблица 21 – План мероприятий по улучшению условий труда и снижению уровней профессиональных рисков

| Наименование структурного подразделения                               | Наименование мероприятия                                      | Цель мероприятия  | Срок выполнения      | Источник финансирования |
|---|---|---|----------------------|-------------------------|
| отделение подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40 | внедрение методов контроля за использованием СИЗ на основе ИИ | снижение количества несчастных случаев, связанных с применением или неправильным применением СИЗ. | IV квартал 2024 года | ПАО «КуйбышевАзот»      |

Смета затрат на финансирование представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Смета затрат

| Наименование статьи затрат   | Единицы измерения | Кол-во | Цена за ед., руб. | Стоимость, руб. |
|--|-------------------|--------|-------------------|-----------------|
| ноутбуки или компьютеры для сотрудников, ответственных за контроль использования СИЗ | ед.               | 2      | 20 000            | 40 000          |
| программное обеспечение для анализа данных и создания отчётов о применении СИЗ       | ед.               | 1      | 10 000            | 10 000          |
| системы видеонаблюдения  | ед.               | 5      | 2000              | 10 000          |
| датчики для мониторинга применения СИЗ   | ед.               | 10     | 900               | 9 000           |
| серверное оборудование для хранения и обработки данных о применении СИЗ              | ед.               | 1      | 10 000            | 10 000          |
| Итого, руб.:   |                   |        |                   | 79 000          |

Определим «размер страхового тарифа и класс профессионального риска, на основании Приказа Минтруда России от 30.12.2016 № 851н» [10]. «Код ОКВЭД ПАО «КуйбышевАзот» – 20.16 «Производство пластмасс и синтетических смол в первичных формах». Класс профессионального риска – б, размер страхового тарифа – 0,7%» [10]. В таблице 23 представлены данные для расчета.

Таблица 23 – Данные для расчета

| Показатель  | Условные обозначения | Единица измерения | 2022          | 2023          | 2024          |
|---|----------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| «среднесписочная численность работающих» [31]   | N                    | чел               | 4650          | 4650          | 4650          |
| «количество страховых случаев за год» [31]  | K                    | шт.               | 12            | 10            | 0             |
| «количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [31]   | S                    | шт.               | 0             | 0             | 0             |
| «число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [31]   | T                    | дн                | 30            | 30            | 0             |
| «сумма обеспечения по страхованию» [31]   | O                    | руб               | 0             | 60000         | 0             |
| «фонд заработной платы за год» [31]   | ФЗП                  | руб               | 2 232 000 000 | 2 232 000 000 | 2 232 000 000 |
| «число рабочих мест, на которых проведена специальная оценка условий труда» [31]  | q11                  | шт                | -             | -             | 2000          |
| «число рабочих мест, подлежащих соут» [31]  | q12                  | шт.               | -             | -             | 2500          |
| «число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам специальной оценке условий труда» [31] | q13                  | шт.               | -             | -             | 1500          |
| «число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [31]   | q21                  | чел               | -             | -             | 4000          |
| «число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [31]   | q22                  | чел               | -             | -             | 4500          |

Скидки и надбавки устанавливаются на основании «Постановления Правительства РФ от 30.05.2012 № 524» [31].

«Рассчитаем показатель  $a_{\text{стр}}$  – отношение суммы обеспечения по страхованию» [31].

$$a_{\text{стр}} = \frac{O}{V}, \quad (2)$$

где « $O$  – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за 3 года, предшествующих текущему, (руб.)» [31];

« $V$  – сумма начисленных страховых взносов за 3 года (руб.)» [31]:

$$V = \sum \PhiЗП \times t_{\text{стр}}, \quad (3)$$

«где  $t_{\text{стр}}$  – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве» [31].

$$V = \sum 2\,232\,000\,000 \times 0,7 = 15\,624\,000 \text{ руб.}$$

$$a_{\text{стр}} = \frac{60\,000}{15\,624\,000} = 0,004$$

«Показатель  $b_{\text{стр}}$  – количество страховых случаев у страхователя, на 1000 работающих рассчитывается по формуле» [31].

$$b_{\text{стр}} = \frac{K \times 1000}{N}, \quad (4)$$

«где  $K$  – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [31];

« $N$  – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [31].

$$b_{\text{стр}} = \frac{22 \times 1000}{4650} = 4,7$$

«Рассчитаем показатель  $c_{стр}$  – количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай» [31].

$$c_{стр} = \frac{T}{S}, \quad (5)$$

где « $T$  – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему» [31];

« $S$  – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года» [31].

$$c_{стр} = \frac{60}{22} = 2,7.$$

«Рассчитаем коэффициент проведения СОУТ у страхователя  $q_1$ » [31].

$$q_1 = (q_{11} - q_{13})/q_{12}, \quad (6)$$

где « $q_{11}$  – количество рабочих мест, в отношении которых проведена СОУТ на 1 января текущего календарного года» [31];

« $q_{12}$  – общее количество рабочих мест» [31];

« $q_{13}$  – количество рабочих мест, условия труда, отнесенные к вредным или опасным условиям труда по результатам СОУТ» [31].

$$q_1 = \frac{2000-1500}{2500} = 0,2.$$

«Рассчитаем коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя  $q_2$ » [31].

$$q_2 = q_{21}/q_{22}, \quad (7)$$

«где  $q_{21}$  – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры» [31];

« $q_{22}$  – число всех работников, подлежащих осмотрам» [31].

$$q_2 = \frac{4000}{4500} = 0,9.$$

Рассчитаем скидку на страхование работников:

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left( \frac{a_{\text{стр}}}{a_{\text{вэд}}} + \frac{b_{\text{стр}}}{b_{\text{вэд}}} + \frac{c_{\text{стр}}}{c_{\text{вэд}}} \right)}{3} \right\} \times q_1 \times q_2 \times 100, \quad (8)$$

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left( \frac{0,004}{0,01} + \frac{4,7}{7,6} + \frac{2,7}{16,98} \right)}{3} \right\} \cdot 0,2 \cdot 0,9 \cdot 100 = 0,11\%$$

«Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки» [31]:

$$t_{\text{стр}}^{\text{след}} = t_{\text{стр}}^{\text{тек}} - t_{\text{стр}}^{\text{тек}} \cdot C, \quad (9)$$

$$t_{\text{стр}}^{\text{след}} = 0,7 - 0,7 \cdot 0,11\% = 0,6,$$

«Рассчитываем размер страховых взносов в следующем году» [31]:

$$V^{\text{след}} = \Phi З П^{\text{тек}} \cdot t_{\text{стр}}^{\text{след}}, \quad (10)$$

$$V^{\text{след}} = 2\ 232\ 000\ 000 \cdot 0,6 = 13\ 392\ 000 \text{ руб.},$$

$$V^{\text{тек}} = 2\ 232\ 000\ 000 \cdot 0,7 = 15\ 624\ 000 \text{ руб.}$$

«Определяем размер экономии страховых взносов в следующем году» [31]:

$$\mathcal{E} = V^{\text{след}} - V^{\text{тек}}, \quad (11)$$

$$\Xi = 13\,392\,000 - 15\,624\,000 = 11\,829\,000 \text{ руб.}$$

Размер экономии страховых взносов в следующем году 11 829 000 руб.  
«Рассчитаем санитарно-гигиеническую эффективность мероприятий по охране труда» [31]. Данные для расчета представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Данные для расчета

| Наименование показателя  | Условные обозначения   | Единица измерения | Значение показателя           |                                  |
|--|------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|  |                        |                   | 1 (до реализации мероприятий) | 2 (после реализации мероприятий) |
| «плановый фонд рабочего времени» [31]                                | $\Phi_{\text{план}}$   | Дни               | 247                           | 247                              |
| «количество пострадавших от несчастных случаев на производстве» [31] | $\text{Ч}_{\text{нс}}$ | Чел.              | 10                            | 0                                |
| «количество дней нетрудоспособности от несчастных случаев» [31]      | $\text{Д}_{\text{нс}}$ | Дни               | 60                            | 0                                |
| «среднесписочное количество основных работников» [31]                | ССЧ                    | Чел.              | 4650                          | 4650                             |
| «единовременные затраты» [31]  | Зед                    | руб.              |                               | 79 000                           |

«Изменение коэффициента частоты травматизма ( $\Delta K_{\text{ч}}$ )» [31]:

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100\% - \frac{K_{\text{ч}}^{\text{п}}}{K_{\text{ч}}^{\text{о}}} \cdot 100\%, \quad (12)$$

«Коэффициент частоты травматизма по формуле» [31]:

$$K_{\text{ч}} = \frac{\text{Ч}_{\text{нс}} \times 1000}{\text{ССЧ}}, \quad (13)$$

где « $\text{Ч}_{\text{нс}}$  – число пострадавших от несчастных случаев, чел.;

ССЧ – среднесписочная численность основных рабочих за год, чел»

[31].



$$K_q^6 = \frac{10 \cdot 1000}{4650} = 2,2$$

$$K_q^п = \frac{0 \cdot 1000}{4650} = 0,$$

«Изменение коэффициента частоты травматизма ( $\Delta K_q$ )» [31]:

$$\Delta K_q = 100\% - \frac{K_q^п}{K_q^6} \cdot 100\%, \quad (14)$$

$$\Delta K_q = 100\% - \frac{0}{2,2} \cdot 100\% = 100$$

«Изменение коэффициента тяжести травматизма ( $\Delta K_T$ )» [31]:

$$\Delta K_T = 100\% - \frac{K_T^п}{K_T^6} \cdot 100\%, \quad (15)$$

«Коэффициент тяжести травматизма находим по формуле» [31]:

$$K_T = \frac{D_{нс}}{Ч_{нс}}, \quad (16)$$

$$K_T^д = \frac{60}{10} = 6,$$

$$K_T^п = \frac{0}{0} = 0,$$

$$\Delta K_T = 100 - \frac{0}{6} \cdot 100 = 100.$$

«Расчет временной утраты трудоспособности (на 100 рабочих/3года)»  
[31]:

$$\text{ВУТ} = \frac{100 \cdot D_{\text{НС}}}{\text{ССЧ}}, \quad (17)$$

«Рассчитаем потери рабочего времени на 100 работающих в связи с временной нетрудоспособностью» [31]:

$$\text{ВУТ}_1 = \frac{100 \cdot 60}{4650} = 1,3 = 2 \text{ дня},$$

$$\text{ВУТ}_2 = \frac{100 \cdot 0}{4650} = 0 \text{ дней.}$$

«Рассчитаем фактический годовой фонд рабочего времени на 1 работающего (дни)» [31]:

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{план}} - \text{ВУТ}, \quad (18)$$

$$\Phi_{\text{факт1}} = 247 - 2 = 245 \text{ дней}$$

$$\Phi_{\text{факт2}} = 247 - 0 = 247 \text{ дней.}$$

«Расчет роста одного рабочего по плану фонда после проведения мероприятий по охране труда ( $\Delta\Phi_{\text{факт}}$ )» [31]:

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{факт2}} - \Phi_{\text{факт1}} \quad (19)$$

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = 247 - 245 = 2.$$

«Расчет высвобождения рабочих по факту увеличения их трудоспособности ( $\text{Э}_ч$ )» [31]:

$$\Xi_{\text{ч}} = \frac{\text{ВУТ}^{\text{б}} - \text{ВУТ}^{\text{п}}}{\Phi_{\text{факт}}^{\text{б}}} \cdot \text{Ч}_1 \quad (20)$$

$$\Xi_{\text{ч}} = \frac{2-0}{245} \cdot 10 = 0,08=1 \text{ чел.}$$

Произведем расчеты экономических показателей эффективности мероприятий по охране труда. В таблице 25 данные для расчета.

Таблица 25 – Данные для расчета экономических показателей эффективности мероприятий по охране труда

| Наименование показателя   | Условные обозначения | Единица измерения | Данные для расчета              |                                    |
|---|----------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------|
|   |                      |                   | до проведения мероприятия по ОТ | после проведения мероприятия по ОТ |
| «ставка рабочего» [31]  | T <sub>чс</sub>      | Руб/час           | 180                             | 180                                |
| «коэффициент доплат за проф. мастерство» [31]                       | K <sub>пф</sub>      | %                 | 15                              | 15                                 |
| «коэффициент доплат за условия труда» [31]                          | K <sub>допл.</sub>   | %                 | 20                              | 20                                 |
| «коэффициент премирования» [31]                                     | K <sub>пр</sub>      | %                 | 17                              | 17                                 |
| «норматив отчислений на социальные нужды» [31]                      | H <sub>осн</sub>     | %                 | 0,11                            | 0,11                               |
| «длительность рабочей смены» [31]                                   | T                    | час               | 8                               | 8                                  |
| «число рабочих смен» [31]   | S                    | шт                | 2                               | 2                                  |
| «плановый фонд раб. времени» [31]                                   | Ф <sub>пл</sub>      | дни               | 247                             | 247                                |
| «коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем» [31] | μ                    | -                 | 2                               | 2                                  |
| «единовременные затраты ед.» [31]                                   | Зед                  | Руб               | -                               | 79 000                             |

Рассчитаем среднюю ЗПЛ за один рабочий день:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн}} = T_{\text{час}} \times T \times S \times (100\% + k_{\text{допл}}) \quad (21)$$

где «T<sub>чс.</sub> – часовая тарифная ставка, руб/час;

$k_{\text{доп.}}$  – коэффициент доплат за условия труда, %;

$T$  – продолжительность рабочей смены, час.;

$S$  – количество рабочих смен» [31].

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн1}} = 180 \cdot 8 \cdot 2 \cdot (100\% + 20) = 3456 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн2}} = 180 \cdot 8 \cdot 2 \cdot (100\% + 20) = 3456 \text{ руб.}$$

Рассчитаем материальные затраты по страховому случаю:

$$P_{\text{мз}} = \text{ВУТ} \times \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \times \mu, \quad (22)$$

где « $P_{\text{мз1}}$  и  $P_{\text{мз2}}$  – материальные затраты в связи с несчастными случаями;

ВУТ – потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих;

$\mu$  — коэффициент, учитывающий все материальные затраты» [31].

$$P_{\text{мз1}} = 2 \times 3456 \times 2 = 13\,824 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{мз2}} = 0 \times 3456 \times 2 = 0 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовую себестоимость продукции:

$$\text{Э}_{\text{мз}} = P_{\text{мз1}} - P_{\text{мз2}}, \quad (23)$$

$$\text{Э}_{\text{мз}} = 13824 - 0 = 13824 \text{ руб.}$$

Среднегодовая заработная плата:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}} = \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \cdot \Phi_{\text{план}}, \quad (24)$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год1}} = 3456 \cdot 247 = 853632 \text{ руб.},$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год2}} = 3456 \cdot 247 = 853632 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости единовременных затрат вычисляем по формуле:

$$T_{\text{ед}} = Z_{\text{ед}} / \Delta_{\text{г}}, \quad (25)$$

где « $Z_{\text{ед}}$  – единовременные затраты на проведение мероприятий, руб.;

где  $\Delta_{\text{г}}$  – хозрасчетный экономический эффект» [31]:

$$\Delta_{\text{г}} = \Delta_{\text{м.з.}} \quad (26)$$

$$\Delta_{\text{г}} = 13824 .$$

Рассчитаем срок окупаемости единовременных затрат:

$$T_{\text{ед}} = \frac{79\,000}{13824} = 5,7 \text{ года}$$

Выводы: выполненный расчет на проведение предложенных мероприятий показал их экономический эффект. Мероприятия окупятся в течение 5,7 года.

## Заключение

В первом разделе в разделе проведен анализ нормативных документов в области организации безопасности технологического процесса сливно-наливных операций олеума и серной кислоты. Олеум и серная кислота являются опасными химическими веществами, обращение с которыми требует соблюдения определенных мер безопасности. Актуальность обеспечения безопасности технологического процесса с этими веществами обусловлена их потенциальной опасностью для здоровья людей и окружающей среды. Несоблюдение правил безопасности при работе с олеумом и серной кислотой может привести к возникновению аварийных ситуаций, которые могут нанести значительный ущерб окружающей среде и здоровью людей. Поэтому обеспечение безопасности технологического процесса с данными веществами является актуальной задачей. Нормативные документы регламентируют обеспечение безопасного процесса производства химических веществ.

Во втором разделе проведен анализ причин возникновения инцидентов по безопасности процесса по вероятности их возникновения, который показал, что наиболее частыми причинами возникновения инцидентов являются разливы серной кислоты и олеума при сливе цистерн, а также при разгерметизации хранилища. В результате чего в воздухе рабочей зоны накапливаются опасные вещества. Технологические операции по приему, хранению и выдачи олеума и кислоты серной в цехе №11 и №40 выполняет аппаратчик производства серной кислоты и олеума. Анализ использования СИЗ показал, что требования выполняются в полном объеме, однако работники не всегда правильно их применяют.

В третьем разделе предложены мероприятия по организации безопасного технологического процесса сливно-наливных операций на основе искусственного интеллекта и нейронных сетей, что является трендом в настоящее время. Метод контроля вредных веществ в рабочей зоне на основе ИИ позволит снизить потребность в ручном сборе и анализе данных, сокращая

рабочую нагрузку и повышая эффективность процесса мониторинга. Контроль за использованием СИЗ на основе ИИ позволит не только снизить количество несчастных случаев, но и улучшить трудовую дисциплину.

В четвёртом разделе составлен реестр рисков для рабочих отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40: аппаратчика, машиниста насосных установок, слесаря КИПиА. В результате получили следующие данные; высокий риск у аппаратчика производства серной кислоты и олеума, а также машиниста насосных установок может возникнуть в результате неприменения СИЗ; воздействия химических веществ на органы дыхания, кожные покровы и слизистые; получение ожога. Для выявленного высокого риска определены мероприятия по его устранению.

В пятом разделе определена нагрузка отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха №11 и №40 и оформлены результаты ПЭК.

В шестом разделе описаны вероятные и ЧС отделения подготовки и отпуска олеума и серной кислоты цеха №11 и №40. Параметры, непосредственно определяющие взрывоопасность процесса в цехах, отсутствуют. В отделении также отсутствуют химически нестабильные соединения, продукты осмоления, металлоорганика, продукты, способные к разложению со взрывом. Наиболее вероятные аварийные ситуации: разлив олеума и серной кислоты при разгерметизации хранилищ, а также перелив хранилищ. Для предупреждения развития аварийных ситуаций корпус 926, в котором находятся цеха №11 и №40, оснащен системой мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС).

Выполненный расчет на проведение предложенных мероприятий в седьмом разделе, показал их экономический эффект. Мероприятия окупятся в течение 5,7 года.

## Список используемой литературы

1 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.007-76. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда URL: <https://gostrf.com/normadata/1/4294852/4294852044.htm?ysclid=ltxeyc2lgh223817798> (дата обращения: 18.03.2024).

2 Кислота серная техническая. Технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ 2184-2013. Межгосударственный стандарт (введен в действие Приказом Росстандарта от 22.11.2013 № 1834-ст). URL: [https://rosgosts.ru/71/060/gost\\_2184-2013?ysclid=ltxdyurd6y419780095](https://rosgosts.ru/71/060/gost_2184-2013?ysclid=ltxdyurd6y419780095) (дата обращения: 18.03.2024).

3 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Электронный ресурс] : № 195-ФЗ от 30.12.2001, статья 8.2.2 (ред. от 25.12.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2024). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661/65ecfbe7763c9a4677305cfd299c4dff4fce3a32/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/65ecfbe7763c9a4677305cfd299c4dff4fce3a32/) (дата обращения: 18.03.2024).

4 Материалы для средств защиты рук. Технические требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.183-91. Государственный стандарт Союза ССР. Система стандартов безопасности труда (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 27.06.1991 № 1089). URL: <https://e-ecolog.ru/docs/ВосVMBJX-YhAU0146NG10?ysclid=ltxff9g3pk71598097> (дата обращения: 18.03.2024).

5 О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 16.02.2023). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_45914/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45914/) (дата обращения: 18.03.2024).

6 О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ



(ред. от 14.11.2023). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_15234/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/) (дата обращения: 18.03.2024).

7 Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ (ред. от 14.07.2022). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_7746/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7746/) (дата обращения: 18.03.2024).

8 Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 25.12.2023). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823) (дата обращения: 18.03.2024).

9 Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 (ред. от 28.02.2020). (Зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2018 № 50100). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_291493](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_291493) (дата обращения: 18.03.2024).

10 Об утверждении Классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 30.12.2016 № 851н (ред. от 10.11.2021) (Зарегистрировано в Минюсте России 18.01.2017 № 45279). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_211247/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211247/) (дата обращения: 18.03.2024).

11 Об утверждении Положения об организации обеспечения населения средствами индивидуальной защиты [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 01.10.2014 № 543 (ред. от 31.07.2017) (Зарегистрировано в Минюсте России 02.03.2015 № 36320). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_176058/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_176058/) (дата обращения: 18.03.2024).

12 Об утверждении Порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 23.12.2005 № 999 (ред. от 23.12.2022) (Зарегистрировано в Минюсте России 19.01.2006 № 7383). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_57986/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_57986/) (дата обращения: 18.03.2024).

13 Об утверждении Правил по охране труда при использовании отдельных видов химических веществ и материалов, при химической чистке, стирке, обеззараживании и дезактивации [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 27.11.2020 № 834н (Зарегистрировано в Минюсте России 22.12.2020 № 61680). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_371869/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371869/) (дата обращения: 18.03.2024).

14 Об утверждении Правил установления страхователям скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.05.2012 № 524 (ред. от 24.12.2022). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_130592/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130592/) (дата обращения: 18.03.2024).

15 Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 № 66318). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_403335/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/) (дата обращения: 18.03.2024).

16 Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_406016/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_406016/) (дата обращения: 18.03.2024).

17 Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам химических производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением [Электронный ресурс] : Приказ Минздравсоцразвития России от 11.08.2011 № 906н (ред. от 20.02.2014) (Зарегистрировано в Минюсте России 05.09.2011 № 21737). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_119269/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119269/) (дата обращения: 18.03.2024).

18 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 07.12.2020 № 500 (Зарегистрировано в Минюсте России 22.12.2020 № 61706). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_372180/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372180/) (дата обращения: 18.03.2024).

19 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 533 (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2020 № 61808). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_372396/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372396/) (дата обращения: 18.03.2024).

20 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536 (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2020 № 61998). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_373204/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373204/) (дата обращения: 18.03.2024).

21 Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.137-2001. Межгосударственный стандарт (введен в действие Приказом Росстандарта от 26.12.2014 № 2142-ст) (ред. от 26.12.2016). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104894?ysclid=ltxfd5zpid346227822> (дата обращения: 18.03.2024).

22 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 № 3388) (ред. от 20.06.2000). 4. Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_136698/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136698/) (дата обращения: 18.03.2024).

23 Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.103-2020. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.10.2020 № 934-ст) (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 10.03.1976 № 579) (ред. от 28.03.1990). URL: [https://rosogosts.ru/13/340/gost\\_12.4.103-2020?ysclid=ltxfazn9z6583176454](https://rosogosts.ru/13/340/gost_12.4.103-2020?ysclid=ltxfazn9z6583176454) (дата обращения: 18.03.2024).

24 План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий ПМЛПА-1 ОПО цеха №23 ПАО «КуйбышевАзот». г. Тольятти, 2022. 54с.

25 Постановление Администрации городского округа Тольятти Самарской области от 03.08.2022 № 1672-п/1 «О звене городского округа Тольятти территориальной подсистемы Самарской области единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», г. Самара, 2023. 14 с.

26 Постоянный технологический регламент № ПТР-23в отделения подготовки и отпуска олеума и кислоты серной цеха гидроксиламинсульфата и получения кальцинированной соды №23 производства капролактама (в трех книгах) ПАО КуйбышевАзот, Книга 1. 2023. 56с.

27 Система стандартов безопасности труда «Опасные и вредные производственные факторы» [Электронный ресурс] : Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.003-2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071?ysclid=lu02vixv64114312918> (дата обращения: 18.03.2024).

28 Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Противогазы фильтрующие. Общие технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.121-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (введен в действие Приказом Росстандарта от 18.06.2015 № 745-ст). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200121713?ysclid=ltxfko5pbx697551943> (дата обращения: 18.03.2024).

29 Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.010-75\*. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 21.02.1975 № 491) (ред. от 01.12.1984). URL: <https://e-ecolog.ru/docs/npt3WisIycr57oWiigdmA?ysclid=ltxfguz94c561013859> (дата обращения: 18.03.2024).

30 Сучков Е.П., Маргарян В.Т., Алексеенко Г.О., Львов Е.Ю. Система и способ идентификации средств индивидуальной защиты на человеке // Безопасность труда в промышленности, 2023. № 4. С. 98–106.

31 Фрезе, Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01

«Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск.

32 Afzal F., Yunfei S., Nazir M., and Bhatti S. M. An overview of artificial intelligence-based risk assessment methods to identify the interdependence of complexity and risk // Reliability and Engineering Safety. 2021. №. 14(2). P. 300–328.

33 Agrawal A., Kumar L., Kumar P., and Jha, V. K. IOT based hazardous gas detection system using AVR microcontroller // Int. Res. J. Eng. Technol. 2021. №4 (3). P. 1–5.

34 Binajjaj A., Sheltami T., Aliyu F., and Kaosar M. Design and implementation of a wearable gas sensor network // J. Comput. 2018. №13 (3). P. 300–308.

35 Cheung W.-F., Lin T.-H., and Lin Y.-C. (2018). A real-time air safety monitoring system for hazardous gases, integrating a wireless sensor network and information modeling technologies // Sensors, 2018. № 18 (2). 436-451.

36 Popescu S.M., Mansoor S., Wani O.A., Kumar S.S., Sharma V., Sharma A., Vivak M., Arya M.B., Kirkham D.H., Chung Y.S. Technologies based on artificial intelligence for monitoring and controlling air pollution in the working environment // Industrial safety. 2023. № 1. P. 88–99.