

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)

Департамент бакалавриата

(наименование)

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 Моделирование и прогнозирование опасных ситуаций  
технологических процессов в АО «Самаранефтегаз» (AR, VR)

Студент

Т.Р. Маматбаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к. т. н., доцент, А.Н. Москалюк

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

А.В. Москалюк

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

Тольятти 2021

## Аннотация

Тема работы – Моделирование и прогнозирование опасных ситуаций технологических процессов в АО «Самаранефтегаз» (AR, VR).

В разделе «Характеристика производственного объекта» представлено расположение технологического оборудования резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз».

В разделе «Анализ безопасности объекта»:

- исследуются инженерно-технические решения и организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз»;
- проводится идентификации и оценка опасностей и рисков;
- анализируются показатели статистики получения производственных травм в АО «Самаранефтегаз»;
- анализируется обеспеченность слесаря-ремонтника промышленного оборудования АО «Самаранефтегаз» средствами защиты.

В разделе «Выработка рекомендаций по обеспечению безопасности выполнения работ в АО «Самаранефтегаз»» описаны выявленные проблемы по безопасности в резервуарном парке УКПН-1 НСП «Отрадный», предложено техническое решение проблем.

В разделе «Охрана труда» представлено описание системы управления охраной труда в АО «Самаранефтегаз», разработана процедура производственного контроля опасных производственных объектов АО «Самаранефтегаз».

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» дана оценка негативного воздействия резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз» и предложены методы и средства снижения антропогенного воздействия объекта на окружающую среду.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» выполнен анализ возможных аварийных и чрезвычайных ситуаций в резервуарном парке УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз» и разработан план по их предотвращению и ликвидации последствий.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» разработан план по внедрению автоматизированного обучения с использованием дополнительной и виртуальной реальности с целью обеспечения качественного обучения (тренировки) и проведение целевых инструктажей персонала по безопасным методам проведения работ в АО «Самаранефтегаз» и рассчитан экономический эффект от его реализации.

ВКР состоит из 59 страниц, 6 таблиц, 8 рисунков, 25 используемых источников, в том числе 5 иностранных.

## Abstract

The topic of the work is Modeling and forecasting of dangerous situations of technological processes in AO «Samaraneftegaz» (AR, VR).

The section «Characteristics of the production facility» presents the location of the technological equipment of the tank farm UKPN-1 NSP «Otradny» AO «Samaraneftegaz».

In the section «Object Security Analysis»:

- engineering and technical solutions and organizational and technical measures to ensure the safety of the tank farm UKPN-1 NSP «Otradny» of AO «Samaraneftegaz» are being investigated»;
- identification and assessment of hazards and risks is carried out;
- indicators of statistics of industrial injuries in JSC «Samaraneftegaz» are analyzed;
- analyzes the availability of protective equipment for a repairman of industrial equipment of AO «Samaraneftegaz».

The section «Development of recommendations for ensuring the safety of work in AO «Samaraneftegaz»» describes the identified safety problems in the tank farm UKPN-1 NSP «Otradny» and offers a technical solution to the problems.

The section «Labor Protection» provides a description of the labor protection management system in AO «Samaraneftegaz» procedure for production control of hazardous production facilities of AO «Samaraneftegaz» is developed.

The section «Environmental protection and environmental safety» assesses the negative impact of the tank farm UKPN-1 NSP «Otradny» of AO «Samaraneftegaz» and suggests methods and means to reduce the anthropogenic impact of the object on the environment.

In the section «Protection in emergency and emergency situations» an analysis of possible emergency and emergency situations in the tank farm of the UKPN-1 NSP «Otradny» of AO «Samaraneftegaz» was carried out and a plan for their prevention and elimination of consequences was developed.

In the section «Assessment of the effectiveness of measures to ensure technosphere safety» a plan was developed for the introduction of automated training using additional and virtual reality in order to ensure high-quality training (training) and conducting targeted training of personnel on safe methods of work in AO «Samaraneftegaz» and the economic effect of its implementation was calculated.

The WRC consists of 59 pages, 6 tables, 8 figures, 25 sources used, including 5 foreign ones.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение .....   | 7  |
| Термины и определения.....   | 9  |
| Перечень сокращений и обозначений.....   | 10 |
| 1 Характеристика предприятия .....   | 11 |
| 2 Анализ безопасности объекта.....   | 18 |
| 2.1 Анализ безопасности оборудования.....  | 18 |
| 2.2 Анализ пожарной безопасности .....   | 20 |
| 2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочих<br>местах персонала АО «Самаранефтегаз»..... | 23 |
| 2.4 Уровень производственного травматизма в организации.....   | 26 |
| 2.5 Анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной и<br>коллективной защиты .....                   | 30 |
| 3 Выработка рекомендаций по обеспечению безопасности работ в АО<br>«Самаранефтегаз» .....                      | 32 |
| 4 Охрана труда.....  | 41 |
| 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....   | 44 |
| 6 Обеспечение безопасности в чрезвычайных и аварийных ситуациях .....  | 47 |
| 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной<br>безопасности.....                            | 50 |
| Заключение .....   | 61 |
| Список используемых источников.....  | 63 |

## Введение

Процессы по добыче, переработке и транспортировке нефтепродуктов с самого начала представляли собой повышенный риск возникновения аварий, и несколько случаев значительного ущерба жизни и имуществу были вызваны разливами нефти и другими авариями, связанными с нефтью, а также актами саботажа. Одним из самых ранних известных инцидентов был пожар на озере Эхо в 1907 году в центре Лос-Анджелеса, который начался, когда загорелся разорванный нефтяной резервуар [21].

Современные производственные операции используют цифровое управление чтобы избавить персонал от опасностей этих производственных процессов [22].

Датчики, прикрепленные к трубопроводам, позволяют дистанционно контролировать целостность и расход трубопровода. Например, инженеры могут дистанционно регулировать поток гликоля внутри трубопроводов, которые накапливаются с гидратами (твердыми кристаллами газа, образующимися при низких температурах и давлении) [23].

Плановое техническое обслуживание и простои запланированы таким образом, чтобы свести к минимуму задержки и обеспечить эффективную работу оборудования [24].

Из центральной диспетчерской инженеры и операторы контролируют, оценивают и заранее реагируют на возникающие проблемы [25].

Цель работы – разработка систем и технических средств моделирования и прогнозирования опасных ситуаций технологических процессов в АО «Самаранефтегаз».

Задачи работы:

- исследовать инженерно-технические решения и организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности;
- произвести идентификацию и оценку опасностей и рисков на рабочих местах персонала объекта;

- проанализировать показатели статистики получения производственных травм в АО «Самаранефтегаз»;
- проанализировать обеспеченность персонала АО «Самаранефтегаз» средствами защиты;
- рассмотреть выявленные проблемы по безопасности на предприятии;
- разработать техническое решение проблем;
- описать систему управления охраной труда в АО «Самаранефтегаз»;
- разработать процедуру производственного контроля опасных производственных объектов АО «Самаранефтегаз»;
- дать оценку негативного воздействия резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз»;
- предложить методы и средства снижения антропогенного воздействия объекта на окружающую среду;
- проанализировать возможные аварийные и чрезвычайные ситуации в резервуарном парке УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз»;
- разработать план по предотвращению и ликвидации последствий возможных аварийных и чрезвычайных ситуаций в АО «Самаранефтегаз»;
- разработать план по внедрению в АО «Самаранефтегаз» систем и технических средств моделирования и прогнозирования опасных ситуаций технологических процессов;
- произвести расчёт эффективности предложенного плана мероприятий.



## Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

**Безопасность труда** – «вид деятельности по обеспечению безопасности трудовой деятельности работающих (преимущественно от поражения опасных производственных факторов)» [15].

**Несчастный случай** – «случай, в результате которого работающий человек в процессе работы получил травму» [15].

**Охрана труда** – «вид деятельности, неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наемного работника и иных приравненных к ним лиц; и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий» [15].

**Оценка условий труда** – «комплекс процедур идентификации опасных и вредных производственных факторов и рисков их воздействия на организм работающего, а также последующей оценки данных рисков» [15].

**Травма** – «повреждение анатомической целостности организма или нормального его функционирования, как правило, происходящее внезапно» [15].

**Травма производственная** – «травма, полученная пострадавшим работником при несчастном случае на производстве» [15].

**Условия труда** – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса.

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения:

АБК – административно-бытовой корпус.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

ГСМ – горюче-смазочные материалы

ГСП – газо-сборочный пункт.

ЗРУ – закрытое распределительное устройство.

КРУ – комплектное распределительное устройство.

КЦ – контактный центр.

МГ – магистральный газопровод.

МНПП – магистральный нефтепродуктопровод.

МТО – материально-техническое обеспечение.

НППС – нефтепродуктоперекачивающая станция

НСП – нефтесборный пункт.

ПГ – пожарный гидрант.

РПГ – пожарные гидранты пенотушения.

РПН – регулирование под напряжением.

САУ – система автоматизированного пожаротушения.

СП – совместное предприятие.

СУОТ – система управления охраной труда.

СУПБ – система управления производственной безопасностью.

ТМ – трансформатор.

УКПН – установка комплексной подготовки нефти.

## 1 Характеристика предприятия

Нефтегазовая компания АО «Самаранефтегаз» расположена по адресу: город Самара, Волжский проспект, д. 50.

«АО «Самаранефтегаз» — крупнейшее нефтегазодобывающее предприятие ОАО «НК«Роснефть» на территории Самарской области» [1].

Резервуарный парк АО «Самаранефтегаз» в Самарской области составляет 141 резервуар, суммарной емкостью – 508,0 тысяч м<sup>3</sup>.

Резервуарный парк УКПН-1 НСП «Отрадный» входит в структуру АО «Самаранефтегаз».

Резервуарный парк УКПН-1 НСП «Отрадный» находится в Кинель-Черкасском районе, Самарской области.

Технологическая площадка установки комплексной подготовки нефти №1 НСП «Отрадный» предназначена для хранения и сдачи товарной нефти в систему магистральных нефтепроводов АО «Транснефть-Приволга».

Для хранения нефтепродуктов имеется резервуарный парк, объемом 100000 м<sup>3</sup> (резервуары РВС-3000 м<sup>3</sup>).

Технологическое оборудование размещено как на открытой площадке (емкости хранения продуктов), так и в закрытом производственном помещении (насосная). Территория площадки насыщена инженерными коммуникациями.

На территории резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» находятся:

- операторная;
- насосная;
- насосная внутренней перекачки;
- производственный блок;
- здание АБК;
- здание лаборатории;
- котельная;

- узел связи;
- понизительная подстанция;
- автоматическая насосная пожаротушения ;
- гараж;
- стоянка автомобилей;
- проходная;
- склад проб;
- склад краски и стройматериалов;
- склад ГСМ;
- гараж аварийной техники;
- резервуарный парк.

Административное здание управления – расположены служебные кабинеты административного персонала. Здание одноэтажное, стены кирпичные, обшиты металлическим сайдингом, перекрытия железобетонные, полы бетонные, кровля рубероидная, оконные переплёты негоряемые (стеклопакеты), II ст. огнестойкости, общая площадь 180 м<sup>2</sup> (размеры здания на плане 15 × 12 м). Отопление водяное. В здании имеются оргтехника (9 шт.), шкафы, стеллажи с рабочей документацией, столы. Количество людей, находящихся в здании днем – 18 чел. Из здания имеется 1 эвакуационный выход.

Операторная – предназначена для централизованного управления технологическими процессами перекачки нефтепродуктов. Здание одноэтажное, II ст. огнестойкости, общая площадь операторной – 600 м<sup>2</sup> (размеры здания на плане 50 × 12 м). стены кирпичные, обшиты металлическим сайдингом, перекрытия железобетонные, полы бетонные, оконные переплёты негоряемые (стеклопакеты). Отопление водяное. Здание имеет не сложную планировку и высокую энергонасыщенность. В кабинетах имеются оргтехника (компьютеры – 6 шт.), столы, шкафы, стеллажи для хранения служебной документации. Имеется подвал (размером 1,5 × 3 м) для хранения хозинвентаря. Количество людей, находящихся в здании: днем – до

14 чел., ночью до 5 чел..

Насосная – магистральная насосная предназначена для перекачки нефтепродуктов. Режимы перекачки из резервуарного парка. Здание одноэтажное, стены кирпичные, обшиты металлическим сайдингом, перекрытие железобетонное, полы бетонные, оконные переплёты негорючие (стеклопакеты), II ст. огнестойкости, общая площадь насосной – 846 м<sup>2</sup> (размеры здания на плане 47 × 18 м). Имеется подвал (размер 30 × 9 м). Здание насосной состоит из электростанции, насосного зала, пожарной насосной и венткамеры – имеется приточная (2 вентилятора) и вытяжная вентиляция (2 вентилятора), камера регуляторов давления. Для перекачки нефтепродуктов в насосной установлены 4 основных магистральных и 2 подпорных насоса. Управление вентиляторами и насосами может производиться дистанционно оператором НППС или из самой насосной с кнопки «пуска». Охлаждение магистральных электродвигателей происходит с помощью охлаждающего масла. Ёмкость с охлаждающим маслом, объемом 2 м<sup>3</sup>, расположена в электростанции. Масло самотеком поступает в подвал в 2 ёмкости по 0,4 м<sup>3</sup> каждая, откуда с помощью насосов распределяется по всей системе охлаждения. В подвале расположены 3 насоса (2 – рабочих, 1 – резервный) для перекачки охлаждающего масла и 2 подпорных насоса для поддержания давления в охлаждающей системе. Дежурный персонал в помещении отсутствует.

Насосная внутренней перекачки – предназначена для внутренних технологических операций (перекачка нефтепродуктов из одного резервуара в другой). Здание одноэтажное, стены кирпичные, обшиты металлическим сайдингом, перекрытие железобетонное, полы бетонные, кровля рубероидная, оконные переплёты негорючие (стеклопакеты), II ст. огнестойкости, общая площадь 144 м<sup>2</sup> (размеры здания на плане 24 × 6 м). Вентиляция состоит из одного вытяжного и одного приточного вентилятора. Вентиляторы могут управляться только из щитовой в помещении насосной. Для перекачки нефтепродуктов в здании установлены 2 основных насоса.

Управление насосами производится дистанционно оператором НППС или из самой насосной – «местный режим». Дежурный персонал в помещении отсутствует.

Производственный блок – состоит из механических мастерских, помещения сварочного поста, медицинского пункта и склада. Здание одноэтажное, кирпичное, перекрытия железобетонные, полы бетонные, кровля рубероидная, II ст. огнестойкости, общая площадь 120 м<sup>2</sup> (размеры здания на плане 20 × 6 м). Отопление водяное. В мастерских имеются сверлильные, токарные, шлифовальные станки. На сварочном посту есть 2 сварочных аппарата на 380 В, 2 муфельные печи. Склад предназначен для хранения металлоконструкций. Количество людей, находящихся в здании днем – до 6 чел. Из здания имеются 5 эвакуационных выходов.

Лаборатория – предназначена для проведения анализов качества нефтепродуктов. Здание одноэтажное, стены кирпичные, обшиты металлическим сайдингом, перекрытия железобетонные, кровля шиферная (стропила и обрешетки деревянные, обработанные огнезащитным средством), полы бетонные, оконные переплёты негорючие (стеклопакеты), II ст. огнестойкости, общая площадь 150 м<sup>2</sup> (размеры здания на плане 10 х 15 м). Отопление водяное. Имеется подвал. В здании установлены оргтехника (2 шт), стеллажи, шкафы для хранения образцов, столы, приборы и стенды для испытаний и замеров качества топлива. Количество людей, находящихся в здании: днем – 8 чел., ночью – 2 чел. Из здания имеются 2 эвакуационных выхода.

Резервуарный парк разбит на четыре группы. Две группы состоят из четырех резервуаров и две группы из шести резервуаров. Размер обвалования групп из четырех резервуаров составляет 100 × 100 м, размер обвалования групп из шести резервуаров составляет 150 × 100 м, внутри которого имеется разделительное обвалование.

Объем обвалования каждого резервуара и расстояние между ними соответствует требованиям действующих норм, высота 1,5м. В каре каждой

группы резервуаров через обвалование сделаны въезды для специальной техники (ППП).

Карте резервуаров оборудовано ливневой канализацией, связанной с промышленной канализацией завода.

На приемных колодцах ливневой канализации установлены клапаны-хлопушки с тросовым управлением. Для предотвращения распространения огня по канализации установлены гидрозатворы.

На рисунке 1 представлены резервуары для хранения нефти.



Рисунок 1 – Резервуары для хранения нефти

Сооружение представляет собой вертикальный цилиндр, выполненный из стали 16Г2АФ и 09Г2С, диаметр которого равен 61 м. Фундамент выполнен в виде железобетонного кольца. Резервуар имеет специальную защитную стенку, которая не даст излиться хранимому продукту в окружающую среду.

Здания насосных, резервуарные парки имеют промышленную канализацию, которая выполнена с гидрозатворами и соединена с нефтеловушкой, производительностью – 30 л/с.

На территорию объекта въезд осуществляется через одну проходную и двое резервных ворот. Автомобильные дороги закольцованы, у пожарных водоемов имеются площадки для разворота и забора воды автоцистерной.

УКПН-1 НСП «Отрадный» является объектом 1-ой категории, т.е. объект должен быть подключен к двум независимым источникам питания и перерыв в электроснабжении не должен превышать одного часа.

Электроснабжение УКПН-1 НСП «Отрадный» осуществляется по 2-м независимым высоковольтным кабельным вводам. Используются кабели типа АСБ-6 (3 × 240).

Они проложены к ЗРУ-6кВ ячейка КРУ-6кВ №1 Ввод 1 и ячейка КРУ-6кВ №23 Ввод №2 и запитывают две трансформаторные подстанции (на территории УКПН-1 НСП «Отрадный») ТМ 630 кВА 6/0,4 кВ №1 и №2 (1-рабочий, 1-резервный).

В случае отключения рабочего трансформатора происходит автоматическое переключением на резервный трансформатор.

Все здания и помещения УКПН-1 НСП «Отрадный» отапливаются от собственной котельной, расположенной на территории. Эксплуатируется только в зимний период. Отопление водяное. Вода нагревается котлами (3 шт.) на дизельном топливе. Ёмкости для топлива (основная объёмом 60 м<sup>3</sup> и резервная объёмом 25 м<sup>3</sup>), расположены в 15 метрах от помещения котельной. Подача топлива перекрывается вентилем в обваловании. В случае затухания пламени на форсунках, автоматически прекращается подача топлива и подается сигнал «Ревун».

Основными технологическими процессами, протекающими в парке, являются приём, хранение и отпуск нефтепродуктов. По системе трубопроводов осуществляется загрузка резервуара непосредственно с нефтеперерабатывающего завода готовой продукцией, а в случае аварии на соседнем резервуаре содержимое последнего перекачивается в исправный.

Отпуск нефтепродукта производится через раздаточный патрубок и по трубопроводу подаётся на сливно-наливную эстакаду или причал, где



загружаются составы или танкеры. В здании насосной для бесперебойного ведения технологического процесса устанавливаются насосы. Часть насосов предназначена для заполнения хранилищ.

Для обеспечения безаварийной и высокопроизводительной работы предусматривается контроль параметров в технологических аппаратах и трубопроводах.

Местный контроль осуществляется с помощью технических манометров, термометров, счетчиков; дистанционный – с помощью датчиков электрической ветви ГСП, преобразователей, работающих с вторичными приборами, размещенными на пульте управления.

## **2 Анализ безопасности объекта**

### **2.1 Анализ безопасности оборудования**

Размещение технологического оборудования на площадке склада нефтепродуктов осуществлено с учетом следующих основных принципов:

- максимально возможного расположения оборудования на открытых площадях;
- поточности технологического производства с целью сокращения протяженности технологических коммуникаций;
- удобства монтажа и обслуживания технологического оборудования и трубопроводов;
- соблюдения противопожарных норм и норм по промышленной безопасности.

Для исключения разгерметизации оборудования и предупреждения аварийных выбросов нефтепродуктов приняты следующие инженерно-технические решения и проводятся следующие организационно-технические мероприятия:

- резервуары имеют предохранительные дыхательные клапаны, рассчитанные на избыточное и отрицательное давление;
- осуществляется постоянный контроль за уровнем жидкости в резервуарах;
- осуществляется контроль герметичности соединений трубопроводов и арматуры;
- осуществляется постоянный контроль за состоянием и исправностью технологического оборудования и трубопроводов, контрольно-измерительных приборов и автоматики, предохранительных клапанов;
- оборудование оснащено системой аварийной сигнализации предельных значений регулируемых параметров с выводом

- показаний на пульт в операторной;
- оборудование оснащено автоматической системой блокировки при выходе контролируемых параметров за допустимые пределы;
  - в конструкциях оборудования и технологических трубопроводов применены материалы высокой сопротивляемости к коррозии;
  - оборудование на площадке расположено с учетом безопасного подъезда и проезда;
  - расположение технологических трубопроводов исключает повреждение их автотехникой;
  - технологические процессы в пожароопасных сооружениях осуществляются согласно технологическому регламенту, определяющему порядок производственных операций;
  - проведение периодических технических обслуживаний, текущих ремонтов, технических освидетельствований резервуаров, фильтров, трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры согласно графиков;
  - строгое соблюдение норм технологического режима, предусмотренных технологическим регламентом;
  - выполнение требований заводских инструкций по безопасной эксплуатации оборудования.

Для обеспечения безопасности приняты инженерно-технические решения и проводятся следующие организационно-технические мероприятия:

- контроль за соблюдением правил безопасности, правил проведения огневых, газоопасных работ и работ повышенной опасности;
- применение взрывозащищенного электрооборудования;
- осуществляется постоянный контроль с помощью переносных газоанализаторов в ходе проведения газоопасных и огневых работ;
- проводится своевременное обучение и аттестация персонала по

безопасным приемам работы и действиям, в том числе в чрезвычайных ситуациях.

Гидродинамические процессы связаны, в основном, с насосным оборудованием и системой трубопроводов. Насосное оборудование различного типа и назначения создает напор до 4,0 МПа. Аварийная остановка насосов может привести к нарушениям гидравлического и теплового режима системы и разрушению оборудования.

Уровень автоматизации технологического процесса требует от обслуживающего персонала высокой квалификации и повышенного внимания. Особую опасность представляют ошибки при пуске и остановке оборудования, ведении ремонтных, профилактических и других работ, связанных с неустойчивыми переходными режимами, с освобождением и заполнением цистерн и резервуаров опасными веществами. В случае неправильных действий персонала существует возможность разгерметизации систем и возникновения аварийной ситуации.

## **2.2 Анализ пожарной безопасности**

Резервуарный парк УКПН-1 НСП «Отрадный» относится к пожароопасным объектам.

В перечень пожароопасных составляющих резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» входят:

- резервуарный парк;
- насосная по перекачке нефти.

На территории резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» расположены:

- а) пожарные водоемы (3 пожарных водоема объемом 300 м<sup>3</sup> каждый, 2 пожарных водоема объемом по 900 м<sup>3</sup> каждый);
- б) запас пенообразователя (емкость пенообразователя ПО-6 ТС-М объемом 5 м<sup>3</sup> и 1 м<sup>3</sup> 6 % раствора пенообразователя для

автоматической поддержки давления в системе пенопроводов), находящийся в помещении насосной АУПТ;

- в) противопожарный водопровод, состоящий из двух колец:
- кольцо водотушения, диаметром 150 мм, длиной 1542 м установлено 21 пожарный гидрант (ПГ). Постоянный напор в сети водопровода составляет 0,5 м вод.ст., при включении насосов АУПТ напор поднимается до 60 м вод.ст.;
  - кольцо пенотушения, диаметром 150 мм, длиной 1524 м, установлено 19 пожарных гидрантов пенотушения (РПГ). Постоянный напор в сети водопровода составляет 0,5 м вод.ст., при включении насосов АУПТ напор поднимается до 80 м вод.ст.

Помещения и насосной внутренней перекачки защищены автоматической установкой пожаротушения (насосная АУПТ) и системой пенного тушения ручного пуска (в насосной). Для обнаружения пожара и автоматического пуска насосной АУПТ на каждой перекачивающей станции и насосной внутренней перекачки смонтированы тепловые извещатели ИП-103-1В, с температурным пределом срабатывания 75<sup>0</sup>С. ,кроме того установлены извещатели пламени 8 шт. (4x2) – тип МДП – 2АСТ в Магистральной насосной «К-Б», 4 шт. (2x2) – тип МДП – 2АСТ в Камере регуляторов давления.

При срабатывании тепловых извещателей происходит автоматический запуск насосной АУПТ, электроприводом открываются задвижки на соответствующих пенопроводах и тушение пожара осуществляется путем заполнения защищаемого помещения воздушно-механической пеной через генераторы ГПС-600. В насосной установлено 6 ГПС-600, «внутренней перекачки» – 2 ГПС-600. В случае не срабатывания АУПТ в «автоматическом режиме» имеется возможность запустить насосную АУПТ дистанционно через оператора НППС, с пульта дежурного в пожарном депо или в самой насосной – кнопкой «Пуск».

Если и после этого АУПТ не срабатывает, то имеется возможность в ручном режиме запустить насос пенотушения 4К-6 в перекачивающей станции и там же открыть соответствующие задвижки для подачи пенораствора в защищаемые помещения.

Резервуарный парк также оборудован стационарной автоматической установкой пенного пожаротушения и кольцами водяного орошения резервуаров.

Для тушения пожаров в резервуарах на каждом из них установлены 2 стационарных ГВПСК-2000 и по 4 кольца орошения, приводимое в работу в ручную, РВС-7500 (1шт.) установлены 2 стационарных ГВПСК-2000, 2 ввода установки подслоного пожаротушения пеной низкой кратности производительностью 30 л/с каждый. Для обнаружения пожара и автоматического пуска установки пожаротушения, на каждом резервуаре смонтированы по 4 тепловых извещателя ИП-103-1В с температурным пределом срабатывания 120 °С.

Кольца орошения резервуаров состоят из четырех перфорированных сухотрубов, охватывающих по ¼ периметра резервуара каждое. Каждый участок сухотруба включается отдельной задвижкой для орошения необходимой части периметра резервуара.

Задвижки включения колец орошения размещены на «гребенках», подключенных к подземному противопожарному водопроводу, и расположены с восточной и западной сторон напротив соответствующих резервуаров.

Пожарная опасность на перекачивающих станциях и МНПП возникает в связи с большим количеством горючих жидкостей в процессе слива, налива, хранения, отпуска и перекачки. Нарушение технологических процессов производства, несоблюдение правил пожарной безопасности оборудования, и нарушение правил пожарной безопасности может привести к возникновению пожара или взрыва. Важнейшими факторами, характеризующими пожарную опасность нефтепродуктов, является:

- температура кипения, вспышки, воспламенения и самовоспламенения;
- удельный вес паров по отношению к воздуху;
- пределы взрываемости паров в смеси с воздухом.

### **2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах персонала АО «Самаранефтегаз»**

Управление промышленными рисками осуществляется для снижения опасности аварии и ущерба от аварии.

Управление промышленными рисками включает в себя следующие основные этапы:

- идентификация (выявление) промышленных опасностей и рисков; оценка и выделение значимых (неприемлемых) промышленных рисков;
- планирование и внедрение мер по исключению или снижению значимых промышленных рисков до приемлемого уровня;
- мониторинг управления промышленными рисками и актуализация (повторная идентификация и оценка) Перечней промышленных рисков, актуализация (повторная идентификация и оценка) промышленных опасностей и рисков.

Порядок идентификации и оценки опасностей и рисков установлен в Стандарте АО «Самаранефтегаз» «Управление рисками в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды».

Возможные факторы, повышающие опасность:

- загазованность насосного зала и территории выше допустимой нормы;
- разгерметизация торцевого уплотнения и его перегрев;
- разрыв трубопровода на входе, выброс или утечка нефтепродуктов через фланцевые соединения трубопровода.

Идентифицируем и оценим опасности и риски на рабочем месте слесаря-ремонтника промышленного оборудования резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный».

На рабочем месте слесаря-ремонтника промышленного оборудования резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» присутствуют следующие опасные и вредные факторы:

- а) Опасные и вредные факторы физического воздействия [18]:
- «действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты» [18];
  - «действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность» [18];
  - «неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [18];
  - «поверхности твердых или жидких объектов, о которые ударяются движущиеся части тела работающего» [18];
  - «движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции» [18];
  - «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха» [18];



- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся: повышенным уровнем локальной вибрации» [18];
- «опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся: повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [18].

б) Опасные и вредные факторы химического воздействия:

- «токсические (ядовитые) химические вещества, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь)» [18];
- «раздражающие химические вещества, воздействующие через органы дыхания (ингаляционный путь)» [18];
- «раздражающие химические вещества, воздействующие через кожные покровы и слизистые оболочки (кожный путь)» [18].

в) Опасные и вредные факторы психофизиологического воздействия:

- «физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса» [18];
- «нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса» [18];
- «статические, связанные с рабочей позой» [18];
- «динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза» [18].

Из идентифицированных опасных факторов на рабочем месте слесаря-ремонтника промышленного оборудования резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» видно, что воздействие основных факторов можно исключить путём качественного проведения обучения (тренировок) персонала, целевого инструктажа, выбора безопасного оборудования или инструмента и подготовки рабочего места.

## 2.4 Уровень производственного травматизма в организации

За 5 календарных лет в АО «Самаранефтегаз» зарегистрировано 6 случаев производственных травм.

Показатели статистики по годам получения производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет представлены на рисунке 2.

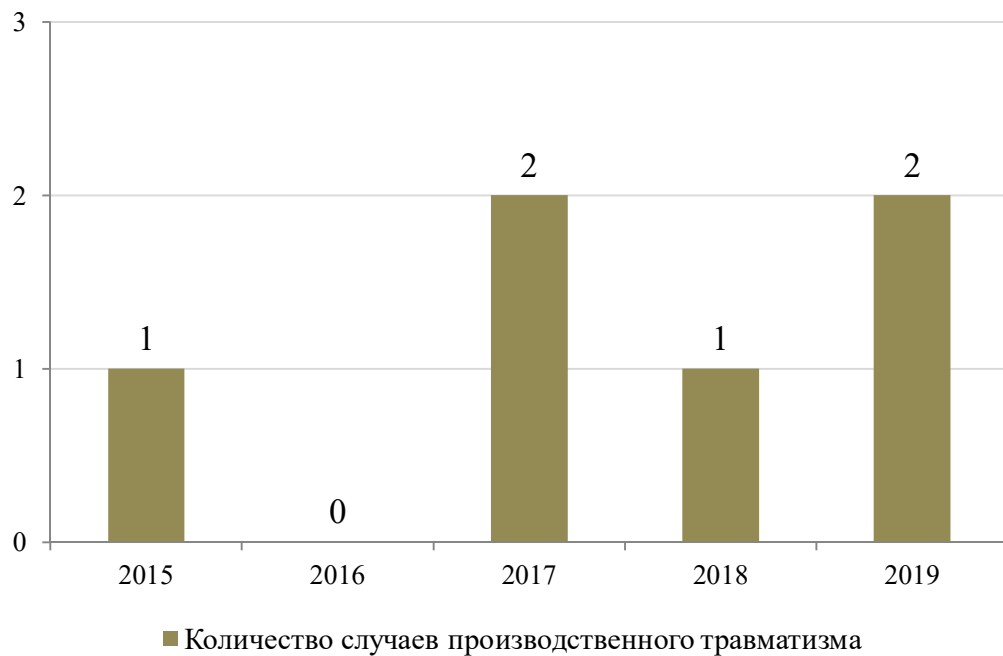


Рисунок 2 – Показатели статистики по годам получения производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет

Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от вида выполняемых работ пострадавшими работниками распределились следующим образом:

- обслуживание и ремонт оборудования – 2 случая получения травм;
- нефтедобыча – 1 случай получения травм;
- электроработы – 1 случай получения травм;
- погрузочно-разгрузочные работы – 1 случай получения травм.

Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от вида выполняемых работ пострадавшими работниками представлены на рисунке 3.

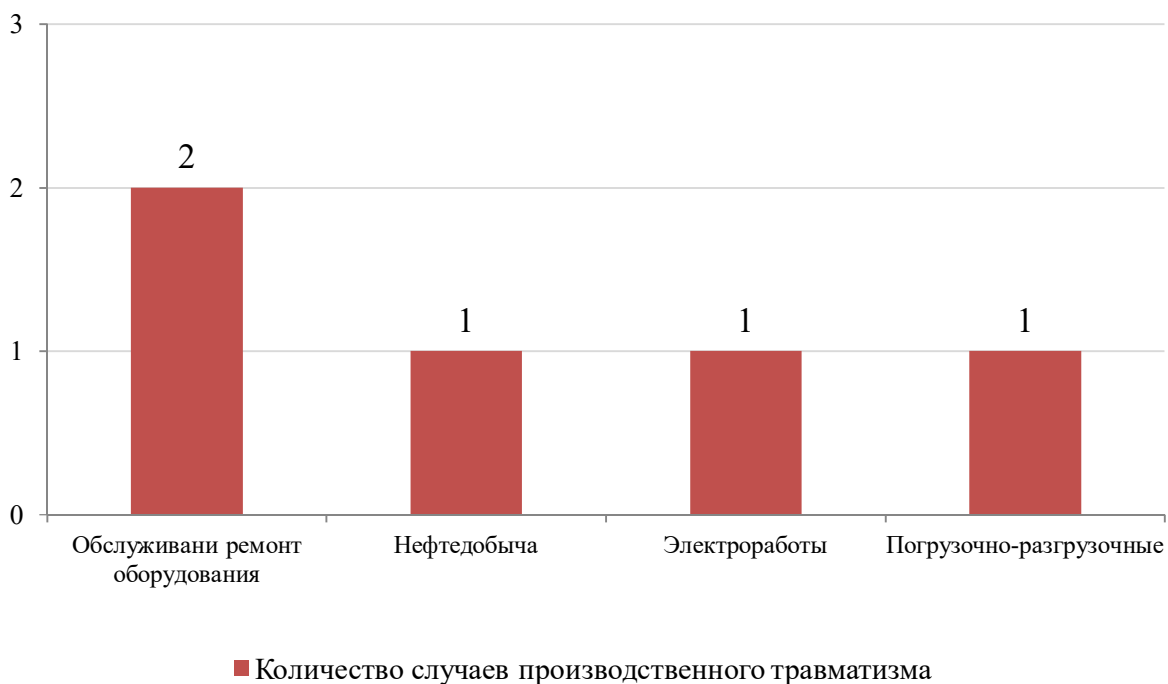


Рисунок 3 – Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от вида выполняемых работ пострадавшими работниками»

Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от причин, повлекших несчастные случаи распределились следующим образом:

- нарушение технологии проведения работ – 3 случая получения травм;
- некачественное проведение инструктажа – 2 случая получения травм;
- нарушение правил охраны труда – 1 случай получения травм.

Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от причин, повлекших несчастные случаи изображены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от причин, повлекших несчастные случаи

Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от стажа работы пострадавшего персонала:

- стаж до 10 лет – 3 случая получения травм;
- стаж от 10 до 20 лет – 1 случай получения травм;
- стаж от 20 до 30 лет – 1 случай получения травм;
- стаж от 30 до 40 лет – 1 случай получения травм;
- стаж свыше 40 лет – 0 случаев.

Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от стажа работы пострадавшего персонала представлены на рисунке 5.

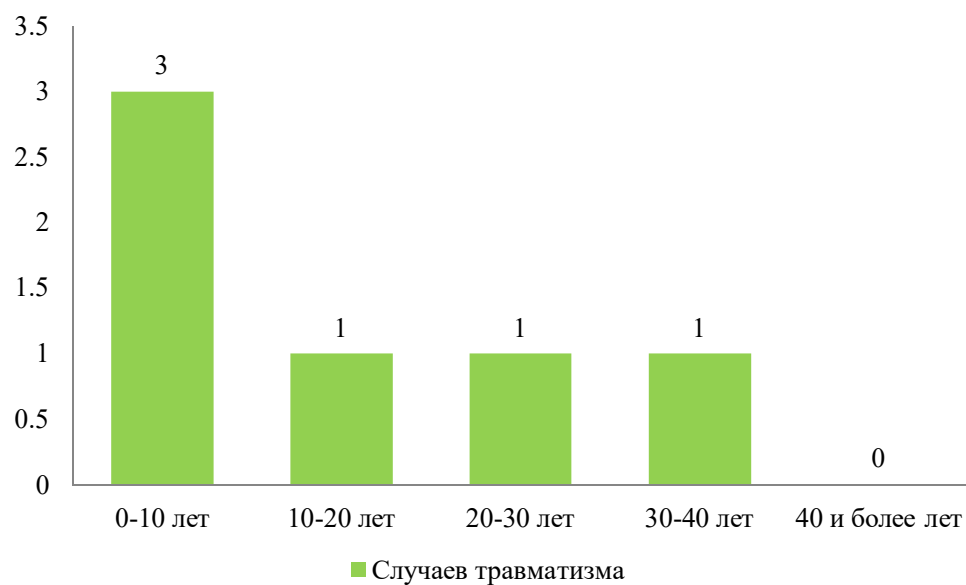


Рисунок 5 – Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от стажа работы пострадавшего персонала

Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от возраста работы пострадавшего персонала представлены на рисунке 6.

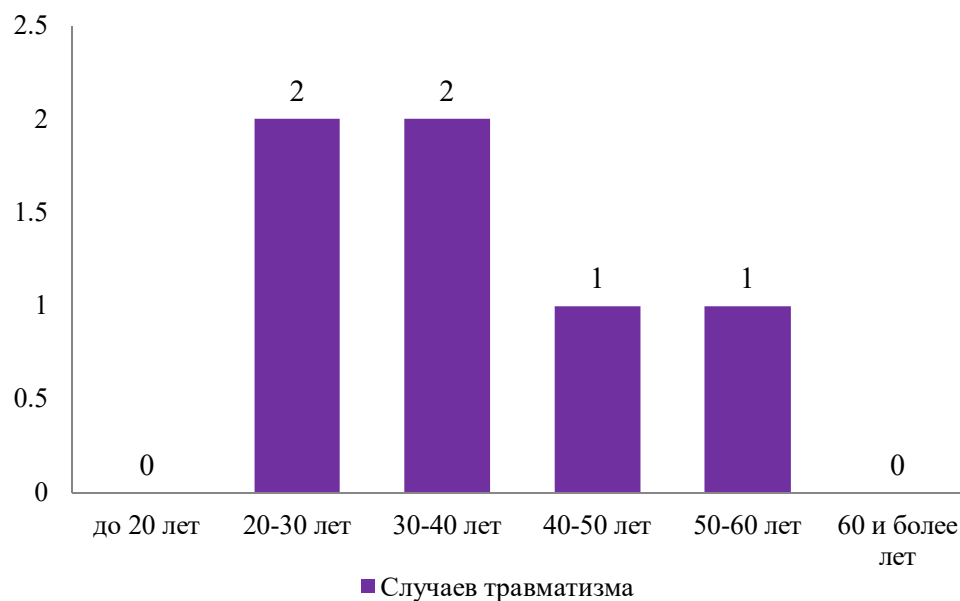


Рисунок 6 – Показатели зависимости количества производственных травм в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет от возраста работы пострадавшего персонала

Проведя анализ уровня производственного травматизма в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет по показателям количества производственных травм было выявлено, что основными причинами травмирования в организации является:

- некачественное проведение обучения (тренировок) персонала и целевого инструктажа;
- выбор небезопасного оборудования или инструмента;
- некачественная подготовка рабочего места.

Огромный риск получения производственных травм среди работников, выполняющих работы по обслуживанию и ремонту оборудования с малым опытом работы в отрасли.

## **2.5 Анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты**

Слесарь-ремонтник промышленного оборудования резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» обеспечивается средствами индивидуальной защиты согласно п. 268 Приказ Минздравсоцразвития России от 09.12.2009 № 970н «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» [7].

Слесарь-ремонтник промышленного оборудования в качестве защитных средств имеет:

- костюм хлопчатобумажный для защиты от нефти и нефтепродуктов;
- белье нательное;
- ботинки кожаные с жестким подноском;

- перчатки с полимерным покрытием;
- каска защитная;
- подшлемник под каску.
- очки защитные;
- вкладыши противозвучные;
- костюм хлопчатобумажный для защиты от нефти и нефтепродуктов на утепляющей прокладке;
- сапоги кожаные утепленные с жестким подноском;
- перчатки с полимерным покрытием, нефтеморозостойкие» [7].

Вывод: слесарь-ремонтник промышленного оборудования резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» обеспечен специальной одеждой, специальной обувью и СИЗ согласно требованиям нормативных документов.

### **3 Выработка рекомендаций по обеспечению безопасности работ в АО «Самаранефтегаз»**

По результатам идентификации опасных и вредных факторов на рабочем месте слесаря-ремонтника промышленного оборудования резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» было выявлено, что воздействие основных факторов можно исключить путём качественного проведения обучения (тренировок) персонала, целевого инструктажа, выбора безопасного оборудования или инструмента и подготовки рабочего места.

На объектах АО «Самаранефтегаз» проводятся учебно-тренировочные занятия с привлечением сил и средств ООО «РН – Пожарная безопасность».

Комплексные учения и командно-штабные тренировки, согласно Постановлению Правительства РФ №613 от 21.08.2000 г. (в редакции от 14.11.2014г.) проводятся не реже одного раза в 2 года, с участием представителей территориальных органов исполнительной власти.

«По оценкам SAP, наравне с блокчейном искусственным интеллектом, огромный потенциал для развития нефтегазовой отрасли имеют технологии дополненной реальности» [3].

В качестве рекомендаций по обеспечению безопасности работ в АО «Самаранефтегаз» путём повышения качества проведения обучения (тренировок) персонала необходимо рассмотреть внедрение в обучающий процесс и процесс проведения инструктажей технологии AR и VR.

«Виртуальная реальность – созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и другие. Виртуальная реальность имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие» [3].

«Дополненная реальность (англ. augmented reality, AR – «расширенная реальность») – технологии, которые дополняют реальный мир, добавляя любые сенсорные данные. Несмотря на название, эти технологии могут как привносить в реальный мир виртуальный данные, так и устранять из него



объекты. Возможности AR ограничиваются лишь возможностями устройств и программ» [3].

«VR блокирует реальный мир и погружает пользователя в цифровую вселенную. AR добавляет элементы цифрового мира в реальный» [3].

«AR-технологии помогают повысить уровень информированности сотрудников «в поле», с помощью визуализации данных об объектах – например, режимах работы скважины или инструкций, при этом значительно снижается количество ошибок и ускоряется принятие решений» [3].

«Чаще всего AR-технологии в промышленности сегодня, в основном, используются для того, чтобы помочь сотрудникам разобраться в промышленных процессах, деталях производства, повысить информированность персонала. Например, при работе «в поле» сотрудники Роснефти используют приложения с поддержкой AR-для получения инструкций, проверки выполненной работы, оценки своих действий» [3].

«В нефтегазовой отрасли существует несколько возможностей для применения технологии виртуальной реальности. Центры виртуальной реальности представляют собой гибкие системы, которые в зависимости от комплектации могут приспособиться к различным функциональным требованиям компаний, размерам помещения и иным условиям» [3].

«В комплексе с технологиями, дополняющими зрение человека, Drillmec использует VR для обеспечения полевых техников аудио- и видеосвязью в режиме реального времени, а также для привлечения экспертов. Таким образом, AR помогает решать полевым работникам текущие задачи, а технология VR дополняет ее и, в случае необходимости, связывает с реальными людьми – опытными консультантами» [3].

«Самый востребованный на сегодня вариант применения VR в промышленности – обучение персонала (операторов и специалистов поддержки). Уровень автоматизации производства требует высоких навыков от сотрудников, умения реагировать на нештатные ситуации» [3].

Рассмотрим варианты интерактивного обучения (тренировок) персонала с использованием дополнительной или виртуальной реальности среди патентов на изобретения в сети INTERNET.

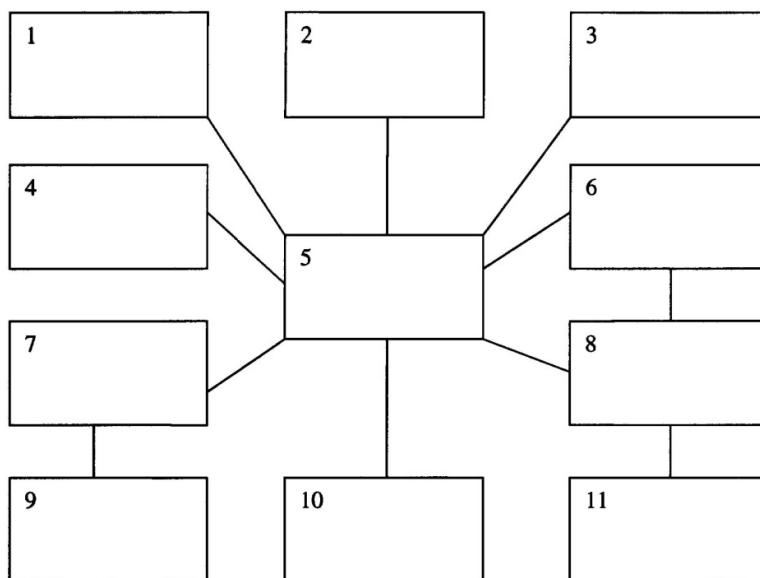
Рассмотрим заявку на изобретение № RU2420811C2 «Система и способ интерактивного обучения» автора Маркелова Виталия Анатольевича (RU), владелец патента: ООО «Газпром трансгаз Томск» (RU), заявка от 19.08.2009, публикация: 10.06.2011 г. [12].

«Изобретение относится к системе и способу обучения и может быть использовано для групповой и/или индивидуальной подготовки и повышения квалификации персонала, эксплуатирующего и обслуживающего сложное техническое оборудование» [12].

«Для решения указанных выше проблем задач, на решение которой направлено заявленное изобретение, является создание интерактивной системы и способа обучения для повышения уровня, качества и эффективности обучения путем отработки практических навыков с использованием полномасштабного действующего оборудования объектов, создания виртуальных объектов и их САУ, централизованного управления, контроля и анализа учебного процесса в реальном режиме времени» [12].

«Поставленная задача решается тем, что система интерактивного обучения, как и прототип, содержит действующие макеты оборудования, имитаторы параметров, комплекс средств телемеханики, систему автоматизированного управления КЦ, АРМ диспетчера предприятия и автоматизированные рабочие места операторов, объединенные высокопроизводительной сетью передачи данных, согласно изобретению в нее дополнительно введено оборудование основных и вспомогательных объектов МГ, система сжатого воздуха, эмуляторы САУ объектов МГ, автоматизированные рабочие места обучаемых и комплекс видеонаблюдения, АРМ преподавателя, которое снабжено аппаратно-программным обеспечением для управления технологическими и учебным процессами и интерпретатором для создания сценариев» [12].

Схема изобретения № RU2420811С2 «Система и способ интерактивного обучения» изображена на рисунке 7.



1 – АРМ обучаемых, 2 – АРМ преподавателя, 3 – АРМ диспетчера, 4 – АРМ операторов, 5 – сервер, 6 – система автоматизированного управления, 7 – блок управления видеонаблюдением, 8 – имитаторы, 9 – камеры видеонаблюдения, 10 – эмуляторы, 11 – действующее оборудование

Рисунок 7 – Схема изобретения № RU2420811С2 «Система и способ интерактивного обучения»

«Видеоархив, создаваемый на комплексе видеонаблюдения, может использоваться преподавателем для контроля и оценки действий слушателя, а также в последующем позволяет проводить анализ его действий, что в конечном счете повышает эффективность обучения и позволяет использовать материалы видеоархива в системе дистанционного обучения» [12].

«Таким образом, применение данной системы и способа интерактивного обучения существенно повышает эффективность и качество обучения слушателей за счет получения и отработки практических навыков обслуживания и эксплуатации производственного оборудования, управления

производственными процессами в штатном и нештатном режимах работы, кроме того, значительно сокращается время обучения» [12].

Данная система и способ интерактивного обучения не имеет блок распознавания и анализа нарушений технологии, а данная система направлена только на обучение безопасности выполнения работ.

Рассмотрим заявку на изобретение № RU2612929C2 «Интерактивная автоматизированная система обучения» автора Сунгатова Рустама Шамилевича (RU), владелец патента: Общество с ограниченной ответственностью «Дайком Консалтинг» (RU), заявка от 17.08.2015, публикация: 13.03.2017 г. [13].

«Изобретение относится к автоматизированным средствам обучения. Интерактивная автоматизированная система обучения состоит из базы данных первичной информации об исследуемом объекте, которая является входом системы, модуля обработки параметрических данных объекта, модуля обработки физических характеристик объекта, модуля механических свойств объекта, модуля моделирования динамических свойств объекта, модуля интегральной оценки и принятия решений, модуля конструктора, модуля производственного инвентаря и модуля визуализации итогового результата, являющегося выходом системы» [13].

«При проведении интерактивного группового обучения можно выделить роли: преподаватель и студент, причем последних может быть несколько. В зависимости от полученного задания от преподавателя студент может выполнять роль члена ремонтной бригады, быть выдающим наряд и отдающим распоряжение, допускающим, производителем работ, наблюдающим, ответственным руководителем работ, сотрудником из числа оперативного персонала на объекте или выполнять согласно действующим нормативным документам несколько ролей. Преподаватель дает студенту или студентам задание на выполнение оперативных переключений в интерактивной среде – компьютерной модели районной понизительной подстанции 110/10 кВ (энергоустановки) по выводу масляного

трансформатора в ремонт и проведение ремонта устройства РПН (регулирования под напряжением), при этом требуется рассмотреть конструктивные особенности и связи составных частей отсеков устройства РПН масляного трансформатора» [13].

«Техническим результатом является обеспечение требуемого качества обучения за счет обеспечения возможности изучения конструкции и внутренних связей между составными частями оборудования в процессе обучения сложным техническим системам, а также за счет достижения навыков у обучающихся по обслуживанию и ремонту электротехнического и технологического оборудования и их составных частей» [13].

Данная интерактивная автоматизированная система обучения имеет недостаточную степень дополненной и виртуализированной реальности.

Рассмотрим заявку на изобретение № RU2697957C1 «Способ автоматизированного обучения» автора Аксененко Дмитрия Александровича (RU), владелец патента: Открытое акционерное общество «Севернефтегазпром» (RU), заявка от 25.06.2018, публикация: 21.08.2019 г. [14].

«Изобретение относится к компьютерным средствам обучения работников. Технический результат заключается в расширении функциональных возможностей» [14].

«Способ автоматизированного обучения, включающий вычислительный сервер для систематизации технологических процессов, снабженный базами знаний, средствами виртуального моделирования процесса, блоком анализа, отличающийся тем, что создают или настраивают технологические процессы с помощью интерфейса инструктора, конструктора технологических процессов и библиотеки технологических единиц, запускают процесс обучения в виртуальной среде и используют генератор нарушений хода процесса для выбора причин и симптомов нарушений из базы знаний посредством интерфейса инструктора, после чего обучаемые управляют процессом при помощи интерфейса и системы

автоматизированного управления исполнительными механизмами в виртуальной среде процесса, с помощью блока анализа хода технологического процесса пополняют базу знаний, при этом оценивают знания и фиксируют действия обучаемых, после чего формируют отчет о результативности их действий» [14].

«Технической задачей, на решение которой направлено заявленное изобретение, является расширение функциональных возможностей способа автоматизированного обучения работников, эксплуатирующих сложное технологическое оборудование» [14].

«Положительный технический результат заключается в повышении квалификации работников любого уровня, включая руководителей, инженерно-технических специалистов, а также сотрудников, непосредственно задействованных при управлении технологическими процессами» [14].

«Обучение предусматривает отработку навыков принятия решений и действий работников при нормальном ходе технологического процесса, а также при возникновении нештатных и аварийных ситуаций, с целью их предупреждения или минимизации последствий аварийных ситуаций в случае их возникновения» [14].

«Указанный технический результат достигается тем, что способ автоматизированного обучения включает в себя использование автоматизированных рабочих мест обучаемых и инструктора и вычислительного сервера с программным обеспечением, обеспечивающим систематизацию технологических процессов, снабженного базами знаний, генератором причин и симптомов нарушений хода технологического процесса, средствами виртуального моделирования технологического процесса, базой анализа хода технологического процесса» [14].

Схема изобретения № RU2697957C1 «Способ автоматизированного обучения» изображена на рисунке 8.

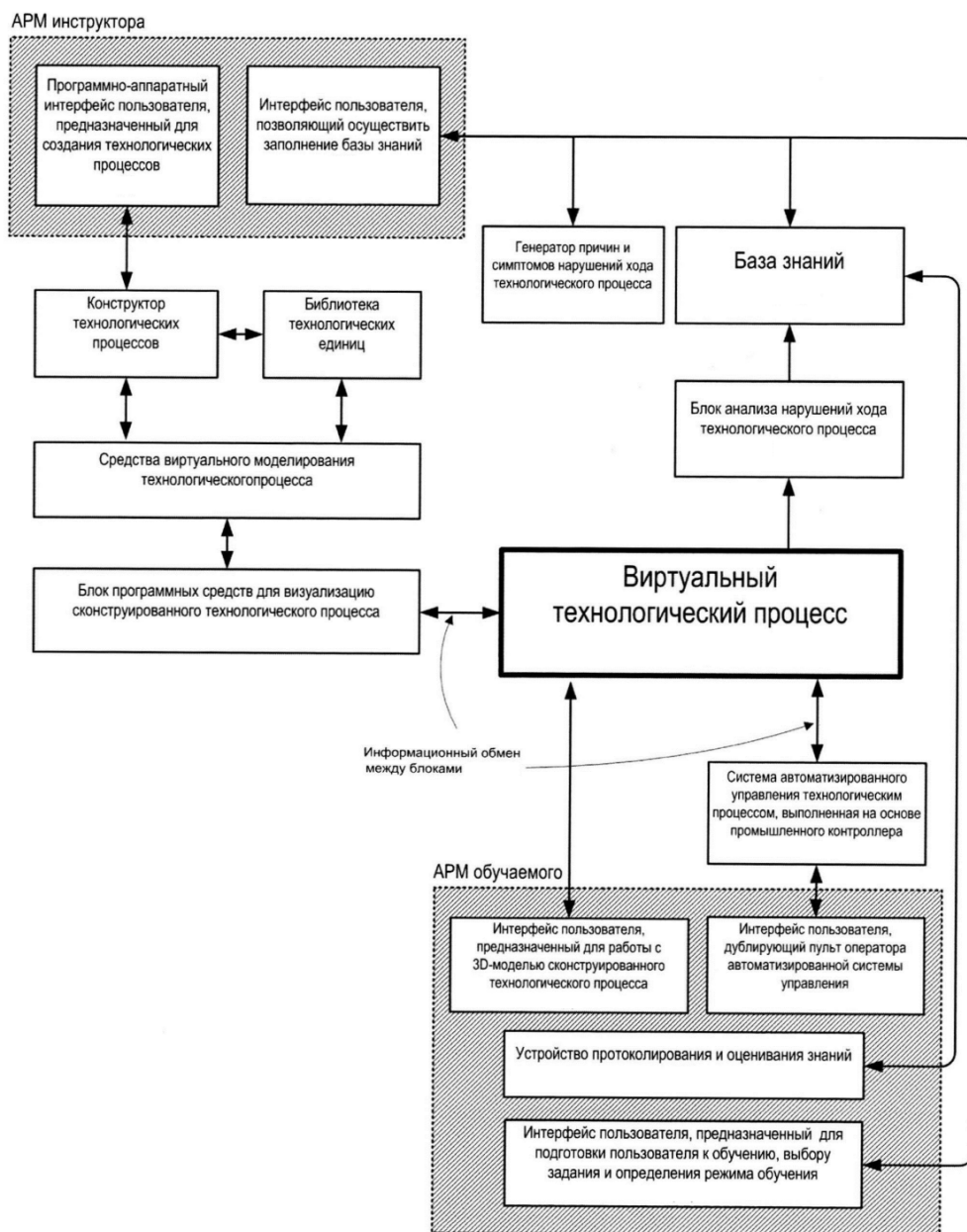


Рисунок 8 – Схема изобретения № RU2420811С2 «Система и способ интерактивного обучения»

«Отличает способ от аналогов то, что с помощью модуля автоматизированного обучения предварительно выполняют конструирование и настройку технологического процесса, применяя для этого программно-аппаратный интерфейс пользователя, конструктор технологических процессов и библиотеку технологических единиц, после чего включают

разработанные сценарии обучения и технологические процессы, инициируют начало обучения путем включения в работу генератора нарушений хода технологического процесса, запускают процесс моделирования развития ситуации на виртуальном технологическом процессе, при этом обучаемые управляют технологическим процессом путем воздействия на исполнительные механизмы в виртуальной среде при помощи системы автоматизированного управления технологическим процессом» [14].

Данный способ автоматизированного обучения имеет генератор причин и блок анализа нарушений, допущенных обучаемым персоналом режимов технологического процесса. Представленный способ автоматизированного обучения использует технологию AR-технологии обучения при помощи автоматизированного рабочего места с персональной вычислительной машиной, а также и VR-визуализацию с использованием VR-экипировки.

Представленный способ автоматизированного обучения с использованием дополнительной и виртуальной реальности обеспечит качественное обучение (тренировки) и проведение целевых инструктажей персонала по безопасным методам проведения работ в АО «Самаранефтегаз».



## 4 Охрана труда

Структура СУПБ представляет собой вертикаль координации и управления, контроля, вертикаль и горизонталь взаимодействия в области ПБ в Обществе, осуществляемая руководителями верхнего звена АО «Самаранефтегаз», руководителями, их заместителями и работниками СП АО «Самаранефтегаз».

СУПБ подразумевает организационно-методическое взаимодействие руководителей верхнего звена АО «Самаранефтегаз», их заместителей и работников с Территориальными управлениями Ростехнадзора.

По АО «Самаранефтегаз» управление осуществляют:

- руководители верхнего звена АО «Самаранефтегаз»;
- руководители СП АО «Самаранефтегаз», их заместители;
- главные специалисты АО «Самаранефтегаз» (главный механик, главный энергетик, главный метролог, заместитель главного инженера по производству нефтехимии и другие), их заместители;
- линейные производственные руководители, механики, технологи СП АО «Самаранефтегаз».

СУПБ в АО «Самаранефтегаз» является составной частью системы обеспечения безопасности производства в АО «Самаранефтегаз» – это комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, скоординированные действия руководителей верхнего звена АО «Самаранефтегаз» и СП АО «Самаранефтегаз», органов государственного и общественного надзора и контроля в области ПБ, профессионального союза, реализующие задачу сохранения жизни и здоровья работников.

В реализации политики организации в области охраны труда важную роль играет планирование мероприятий. Цель планирования – обеспечение производственной безопасности и здоровых условий труда, снижение профессиональных заболеваний работающих.

В рамках СУОТ структурные подразделения Общества разрабатывают мероприятия по улучшению условий и охраны труда, которые должны быть согласованы с техническими отделами (службами) по принадлежности, при необходимости с ЗГД по МТО, транспорту и общим вопросам, ЗГД по экономике и финансам, ЗГД по развитию.

Проект Программы мероприятий утверждается руководителем Общества в срок до 20 января планируемого года. Утвержденный документ – Программа в недельный срок доводится до исполнителей.

Контроль выполнения мероприятий по охране труда различных уровней осуществляется руководителями соответствующего уровня и представителями профсоюза (уполномоченными по охране труда).

Руководители подразделений и служб при составлении оперативных планов работ по направлениям своей деятельности обязаны включать в них мероприятия из соответствующих планов мероприятий по промышленной безопасности и охране труда и «Соглашения».

Общее руководство организацией работ по охране труда возлагается на Генерального директора Общества. Непосредственное руководство организацией работ по обеспечению безопасных условий труда возлагается на главного инженера, в цехах, на участках, в бригадах – на руководителей этих подразделений.

Документация СУОТ анализируется, утверждаются, вводится в действие и изменяется работниками отдела ПБиОТ. Руководитель отдела несет ответственность за ее соответствие требованиям НД, сохранность и своевременную актуализацию. Все документы изменяются уполномоченным персоналом подразделений, которые их разрабатывали и утверждали.

В подразделениях АО «Самаранефтегаз» назначаются ответственные лица, обеспечивающие учет и хранение документации.

Комиссию по рассмотрению результатов производственного контроля возглавляет главный инженер АО «Самаранефтегаз».

Регламентированная процедура производственного контроля опасных производственных объектов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Регламентированная процедура производственного контроля опасных производственных объектов

| Мероприятие  | Ответственное лицо                              | Исполнитель  | Документ на входе  | Документ на выходе   |
|--|---|--|--|--|
| «Разработка плана проведения производственного контроля» [11]        | «Руководитель эксплуатирующей организации» [11] | «Работники организации, на которых возложены обязанности по осуществлению контроля» [11] | «Положение о производственном контроле; Утвержденная программа контроля» [11]  | «План проведения производственного контроля» [11]              |
| «Анализ состояния промышленной безопасности на опасном объекте» [11] | «Руководитель эксплуатирующей организации» [11] | «Работники организации, на которых возложены обязанности по осуществлению контроля» [11] | «План проведения производственного о контроля» [11]  | Отчёт о состоянии промышленной безопасности на опасном объекте |
| «Контроль за соблюдением требований промышленной безопасности» [11]  | «Руководитель эксплуатирующей организации» [11] | «Работники организации, на которых возложены обязанности по осуществлению контроля» [11] | «Положение о производственном контроле; Утвержденная программа контроля» [11]<br>«План проведения производственного о контроля» [11] | Приказ по результатам контроля                                 |

Ответственность за организацию и общее руководство системы производственного контроля промышленной безопасности в АО «Самаранефтегаз» несет Генеральный директор. Ответственность за осуществление производственного контроля в АО «Самаранефтегаз», возложена на начальника УПБОТОС, а также должностных лиц, ответственных за осуществление производственного контроля по приказу. Производственный контроль в АО «Самаранефтегаз» осуществляют служба производственного контроля и должностные лица, назначенные приказом генерального директора.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

АО «Самаранефтегаз» обязано разработать и ввести в действие программу мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территории ОРО и в пределах его воздействия на окружающую среду в соответствии с требованиями Порядка проведения собственниками ОРО, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся ОРО, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях ОРО и в пределах их воздействия на окружающую среду, утвержденного приказом Минприроды России от 04.03.2016 № 66.

Предельное накопление отходов в резервуарном парке УКПН-1 НСП «Отрадный» представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Предельное накопление отходов в резервуарном парке УКПН-1 НСП «Отрадный»

| Отходы  | Сроки вывоза | Предельное накопление |                |
|---|--------------|-----------------------|----------------|
|   |              | т                     | м <sup>3</sup> |
| «Масло моторное отработанное» [8]   | Раз в неделю | 3                     | 3              |
| «Масло трансмиссионное отработанное» [8]                                      |              |                       |                |
| «Обтирочный материал, загрязненный маслами с содержанием масел менее 15%» [8] |              | 0,15                  | 0,3            |
| «Песок, загрязненный маслами с содержанием масел менее 15%» [8]               |              | 0,3                   | 0,55           |
| «Бытовые отходы (исключая крупногабаритный)» [8]                              |              | 0,25                  | 0,75           |

Мониторинг состояния окружающей среды на ОРО и в пределах их воздействия на окружающую среду может осуществляться как собственными силами СП АО «Самаранефтегаз», так и подрядными организациями, имеющими соответствующие разрешения для выполнения данного вида работ:

- аттестат аккредитации испытательной лаборатории с областью аккредитации соответствующей проводимым исследованиям;

- лицензия на осуществление деятельности в области гидрометеорологии и в смежных с ней областях, включающая определение уровня загрязнения атмосферного воздуха, почв, водных объектов.

Объектами мониторинга НВОС отходов на окружающую среду и уровня ее качества являются атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почва, уровень шума в зоне возможного влияния ОРО. По результатам мониторинга состояния окружающей среды на ОРО и в пределах их воздействия на окружающую среду УПБОТОС должно выявлять несоответствия (отклонения) установленным нормам и требованиям природоохранного и санитарно-эпидемиологического законодательства Российской Федерации, разрабатывать, и реализовывать необходимые корректирующие меры по устранению несоответствий.

В качестве рекомендаций методов и средств снижения антропогенного воздействия объекта на окружающую среду в таблице 3 представлены технологии отделения и способы утилизации нефтепродуктов и отходов в резервуарном парке УКПН-1 НСП «Отрадный».

Таблица 3 – Технологии отделения и способы утилизации нефтепродуктов и отходов в резервуарном парке УКПН-1 НСП «Отрадный»

| Тип материала    |                                 | Технологии отделения   | Способы утилизации  |
|------------------|---------------------------------|--|---|
| 1                | 2                               | 3  | 4   |
| Жидкости         | Неэмульгированные нефтепродукты | Гравитационное отделение свободной воды  | Использование собранного нефтепродукта в качестве топлива или для переработки |
|                  | Эмульгированные нефтепродукты   | Разрушение эмульсии для высвобождения воды:<br>1 Тепловая обработка<br>2 Химическое разрушение<br>3 Перемешивание с песком | Использование собранного нефтепродукта в качестве топлива или для переработки |
| Твердые вещества | Смесь нефтепродукта с грунтом   | Сбор жидкого нефтепродукта, отделяющегося из грунта при временном хранении   | Рекультивация   |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2  | 3  | 4   |
|---|--|--|---|
|   | Смесь нефтепродукта с песком                                     | Сбор жидкого нефтепродукта, отделяющегося из песка при временном хранении<br>Выделение нефтепродукта из песка промыванием водой или растворителями<br>Удаление твердых частиц нефтепродукта просеиванием | Использование собранного жидкого нефтепродукта в качестве топлива или для переработки<br>Стабилизация неорганическими материалами<br>Рекультивация                                      |
|   | Смесь нефтепродукта с булыжником, галькой или мелкой галькой     | Сбор жидкого нефтепродукта, отделяющегося с материала при временном хранении<br>Отделение нефтепродукта от берегового материала путем промывки водой или растворителем                                   | Рекультивация   |
|   | Смесь нефтепродукта с деревом, пластиком, растениями, сорбентами | Сбор жидкого нефтепродукта, выделяющегося с мусора при временном хранении<br>Смывание нефтепродукта с мусора водой   | Рекультивация для нефтепродукта, перемешанного с растениями и природными сорбентами.<br>Управляемое сжигание для нефтепродукта, перемешанного с сорбентами искусственного происхождения |
|   | Смоляные шары  | Отделение от песка просеиванием  | Рекультивация.<br>Управляемое сжигание.   |

При разливе нефтепродукта образуются нефтезагрязненные отходы, которые необходимо собрать, транспортировать и обезвредить (утилизировать). Нефтезагрязненные отходы собираются и передаются, на основании договора, на утилизацию специализированной организации, имеющей лицензию на осуществление данного вида деятельности.

## **6 Обеспечение безопасности в чрезвычайных и аварийных ситуациях**

Факторы, характеризующие пожарную опасность резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный»:

- наличие большого количества ЛВЖ, ГЖ Загазованность насосных залов, территории выше допустимой нормы;
- перегрев подшипников магистрального агрегата;
- разгерметизация торцового уплотнения и его перегрев;
- попадание посторонних предметов в насосный агрегат;
- разрыв нефтепровода на всасывающем коллекторе, выкидном коллекторе или утечка нефти через фланцевые соединения трубопровода;
- кратковременное отключение электроэнергии;
- проведение огневых работ в нефтеперекачивающей станции;
- возгорание силового кабеля или кабелей оперативных сетей.

Здания и сооружения резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» в основном 2 степени огнестойкости, поэтому распространение огня в соседние помещения и на другие строения ограничено. Самая большая площадь пожара кроме резервуарного парка может возникнуть в перекачивающей станции и составит 324 м<sup>2</sup>.

Линейная скорость распространения пламени разнообразна: в административных зданиях 1-1,5 м/мин, в гаражах 0,5-1,0 м/мин, в складских помещениях 0,4-1,0 м/мин.

Возможная зона задымления – территория резервуарного парка. При отсутствии или при слабом ветре большая часть тепла при пожаре в резервуарном парке отдается в верхние слои атмосферы. При наличии сильного ветра обстановка усложнится, так как восходящий поток нагретых газов отклонится от вертикали. В этом случае произойдет увеличение температуры по направлению ветра (возможно в сторону соседних

резервуаров), что может привести к развитию пожара.

При сильном ветре – стелющийся дым. Концентрация дыма на пожаре 0,1-1,5 г/м<sup>3</sup>.

Возможная зона теплового воздействия – в радиусе каре обвалования горящего резервуара.

Температура теплового излучения 300-400 °С.

Скорость выгорания нефти – 15 см/час.

Скорость нарастания прогретого слоя – 24 - 40 см/час.

Теплота сгорания нефти – 40 МДж/кг.

Температура пожара 1100 °С.

При развившихся пожарах в насосных огонь распространяется по разлившемуся нефтепродукту, может распространиться и за пределы здания, что может вызвать большое распространения огня.

Наиболее вероятные причины возникновения пожара:

- проведение огневых и ремонтных работ в резервуарных парках, насосных с нарушением правил пожарной безопасности;
- короткое замыкание с последующим возгоранием силовых кабелей или кабелей оперативных цепей.

Наиболее вероятно возникновение пожара: в служебных помещениях, гараже, котельной, насосных перекачивающих станциях.

Наиболее вероятные пути распространения: по сгораемым материалам через входные двери в коридор, через лестничные клетки с этажа на этаж, по разлившемуся нефтепродукту за пределы насосных, по разлившемуся мазуту в котельной на соседние помещения и строения.

При ведении тактических действий по тушению пожара и проведению АСР необходимо:

- установить количество, местонахождение и степень угрозы людям, пути эвакуации и способы спасания;
- установить места складирования ГСМ, баллонов с газом (не имеется);



- организовать через энергослужбу предприятия отключение электроэнергии;
- использовать средства громкоговорящей и диспетчерской связи для согласованности действий подразделений ФПС с персоналом;
- подать стволы одновременно с тушением здания на защиту расположенных рядом, конструкций здания, баллонов со сжиженными газами, производить при необходимости эвакуацию и подачу средств тушения пеной.

При ведении тактических действий необходимо:

- использовать в качестве исходных позиций противопожарные зоны и капитальные стены, обеспечивая сосредоточение там необходимого количества стволов;
- подавать стволы на тушение и защиту в двух направлениях - внутрь здания и на покрытие;
- производить ликвидацию горения снизу - водяными стволами с большим расходом, на покрытии - водяными стволами с большим и малым расходом, одновременно подавать стволы на охлаждение несущих конструкций в зоне пожара;
- учитывать возможность перехода огня, как под противопожарной зоной, так и по кровле;
- создать при необходимости разрывы в покрытии при быстром распространении огня;
- проверить тщательно, по окончании тушения пожара, стеновые и кровельные панели с целью ликвидации скрытых очагов горения внутри них.

Пену средней кратности применяют для локализации и тушения развившихся пожаров в нижней части труднодоступных помещений с интенсивностью 0,05 л/см<sup>2</sup>. Нормативная интенсивность подачи раствора пенообразователя (6 % пенообразователя и 94 % воды) на тушение нефтепродуктов с температурой вспышки 28 С и ниже – 0,08 л/с.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

План мероприятий по улучшению условий труда на рабочих местах резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз» представлен в таблице 4.

Таблица 4 – План мероприятий по улучшению условий труда на рабочих местах резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз»

| Рабочее место   | Мероприятия   | Цель мероприятий  |
|---|---|---|
| Рабочие места резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз» | Реализация способа автоматизированного обучения с использованием дополнительной и виртуальной реальности в процессе обучения (тренировки) и проведении целевых инструктажей персонала АО «Самаранефтегаз» | Обеспечение процесса моделирования и прогнозирования опасных ситуаций технологических процессов |

Реализация предложенного мероприятий по улучшению условий труда на рабочих местах резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз» позволит обеспечить моделирование и прогнозирование опасных ситуаций технологических процессов.

«Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве» [9].

«Данные для расчетов скидок представлены в таблице 5» [9].

Таблица 5 – Данные для расчетов скидок и надбавок

| Показатель                                   | усл. обоз. | ед. изм. | 2017 | 2018 | 2019 |
|--|------------|----------|------|------|------|
| 1  | 2          | 3        | 4    | 5    | 6    |
| «Среднесписочная численность работающих» [9] | N          | чел      | 2500 | 2500 | 2500 |

Продолжение таблицы 5

| 1  | 2   | 3   | 4          | 5          | 6          |
|--|-----|-----|------------|------------|------------|
| «Количество страховых случаев за год» [9]  | К   | шт. | 8          | 7          | 5          |
| «Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [9]                               | С   | шт. | 7          | 5          | 3          |
| «Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [9]                               | Т   | дн  | 300        | 350        | 300        |
| «Сумма обеспечения по страхованию» [9]   | О   | руб | 700 000    | 600 000    | 700 000    |
| «Фонд заработной платы за год» [9]   | ФЗП | руб | 7500000000 | 8000000000 | 7000000000 |
| «Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест по условиям труда» [9]                 | q11 | шт  | 2300       | 2100       | 2400       |
| «Число рабочих мест, подлежащих аттестации по условиям труда» [9]  | q12 | шт. | 2400       | 2400       | 2400       |
| «Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации» [9] | q13 | шт. | 2000       | 2000       | 2000       |
| «Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [9]                                       | q21 | чел | 1850       | 1800       | 1900       |
| «Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [9]                       | q22 | чел | 2000       | 2400       | 2000       |

«Показатель  $a_{стр}$  – отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов» [9].

«Показатель  $a_{стр}$  рассчитывается по следующей формуле» [9]:

$$a_{стр} = \frac{O}{V}, \quad (1)$$

где «О – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.)» [9];

«V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [9]:

$$V = \sum \PhiЗП \times t_{стр} , \quad (2)$$

«где  $t_{стр}$  – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [9].

$$V = \sum \PhiЗП \cdot t_{стр} = 22500000000 \cdot 7,4\% = 1665000000,$$

$$a_{стр} = \frac{2\,000\,000}{1665000000} = 0,0012.$$

«Показатель  $b_{стр}$  – количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [9].

«Показатель  $b_{стр}$  рассчитывается по следующей формуле» [9]:

$$b_{стр} = \frac{K \times 1000}{N}, \quad (3)$$

«где  $K$  – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [9];

« $N$  – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [9];

$$b_{стр} = \frac{20 \cdot 1000}{7500} = 2,67.$$

«Показатель  $c_{стр}$  – количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом» [9].

«Показатель  $c_{стр}$  рассчитывается по следующей формуле» [9]:

$$c_{стр} = \frac{T}{S}, \quad (4)$$

где « $T$  – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему» [9];

«S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [9].

$$c_{\text{стр}} = \frac{950}{15} = 63,33.$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда у страхователя q1» [9].

«Коэффициент q1 рассчитывается по следующей формуле» [9]:

$$q1 = (q11 - q13)/q12, \quad (5)$$

где «q11 – количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке» [9];

«q12 – общее количество рабочих мест» [9];

«q13 – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [9];

$$q1 = \frac{(2400-2000)}{2400} = 0,17.$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя q2» [9].

«Коэффициент q2 рассчитывается по следующей формуле» [9]:

$$q2 = q21/q22, \quad (6)$$

«где q21 – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с

действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года» [9];

«q2 – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [9].

$$q2 = 1900/2000 = 0,95.$$

Рассчитаем скидку на страхование работников:

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left( \frac{a_{cmp} + b_{cmp} + c_{cmp}}{a_{вэд} + b_{вэд} + c_{вэд}} \right)}{3} \right\} \times q1 \times q2 \times 100, \quad (7)$$

$$C(\%) = \{1 - (0,0012 / 0,20 + 2,67 / 2,33 + 63,33 / 102,2) / 3\} \times 0,17 \times 0,95 \times 100 = 6,6$$

«Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки или надбавки» [9]:

$$t_{cmp}^{2020} = t^{2019} - t^{2019} \times C \quad (8)$$

$$t_{cmp}^{2020} = 7,4 - 7,4 \times 0,066 = 6,9$$

«Рассчитываем размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году» [9]:

$$V^{2020} = \Phi З П^{2019} \times t_{cmp}^{2019} \quad (9)$$

$$V^{2019} = 8000000000 \times 0,074 = 592000000 \text{ руб.},$$

$$V^{2020} = 7000000000 \times 0,069 = 483000000 \text{ руб.},$$

«Определяем размер экономии (роста) страховых взносов в следующем году» [9]:

$$\mathcal{E} = V^{2020} - V^{2019} \quad (10)$$

$$\mathcal{E} = 592000000 - 483000000 = 109000000 \text{ руб.},$$

«Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности» [9].

«Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда представлены в таблице 6» [9].

Таблица 6 – Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

| Наименование показателя   | усл.обоз<br>н.           | ед.<br>измер. | Данные |      |
|---|--------------------------|---------------|--------|------|
|   |                          |               | 1      | 2    |
| «численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [9]                          | Ч <sub>і</sub>           | чел.          | 5      | 0    |
| «годовая среднесписочная численность работников» [9]  | ССЧ                      | чел.          | 2500   | 2500 |
| «Число пострадавших от несчастных случаев на производстве» [9]  | Ч <sub>нс</sub>          | чел.          | 5      | 0    |
| «Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями» [9]   | Д <sub>нс</sub>          | дн            | 300    | 0    |
| «Плановый фонд рабочего времени в днях» [9]   | Фплан                    | дни           | 248    | 248  |
| «Ставка рабочего» [9]   | Т <sub>чс</sub>          | руб/час       | 250    | 250  |
| «Коэффициент доплат » [9]   | <i>k<sub>допл.</sub></i> | %             | 8      | 4    |
| «Продолжительность рабочей смены» [9]   | T                        | час           | 8      | 8    |
| «Количество рабочих смен» [9]   | S                        | шт            | 1      | 1    |
| «страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [9] | t <sub>страх</sub>       | %             | 7,4    | 6,6  |

«Уменьшение численности занятых ( $\Delta\text{Ч}$ ), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [9]:

$$\Delta\text{Ч} = \frac{\text{Ч}_1 - \text{Ч}_2}{\text{ССЧ}} \times 100\% \quad (11)$$

«где  $Ч_1, Ч_2$  – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий, чел» [9];

«ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел» [9].

$$\Delta Ч = \frac{5-0}{2500} \times 100\% = 0,2$$

«Коэффициент частоты травматизма» [9]:

$$K_{\text{ч}} = \frac{1000 \times \text{Ч}}{\text{ССЧ}}, \quad (12)$$

«где  $Ч_{\text{нс}}$  – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [9].

«ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел» [9].

$$K_{\text{чб}} = \frac{1000 \times 5}{2500} = 2$$

$$K_{\text{ч.пр}} = \frac{1000 \times 0}{2500} = 0$$

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100 - (0/2) \times 100 = 0 \%$$

$$\Delta K_m = 100 - \frac{K_m^{\text{н}}}{K_m^{\text{б}}} \times 100, \quad (13)$$

где  $K_{\text{т}}^{\text{б}}, K_{\text{т}}^{\text{п}}$  – «коэффициент частоты травматизма до и после проведения мероприятий» [9];

«ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел» [9].

$$\Delta K_m = 100 - \frac{0}{60} \times 100 = 0$$

«Коэффициент тяжести травматизма» [9]:

$$K_m = \frac{Д_{\text{нс}}}{Ч_{\text{нс}}}, \quad (14)$$



«где  $Ч_{нс}$  – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [9].

« $Д_{нс}$  – количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем, дн» [9].

$$K_m^{\delta} = \frac{300}{5} = 60 \text{ чел.},$$

$$K_m^{\delta} = \frac{0}{0} = 0 \text{ чел.}$$

Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год:

$$\text{ВУТ} = \frac{100 \cdot Д_{нс}}{\text{ССЧ}}, \quad (15)$$

$$\text{ВУТ}_1 = \frac{100 \cdot 300}{2500} = 12,$$

$$\text{ВУТ}_2 = \frac{100 \cdot 0}{2500} = 0.$$

Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего:

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{план}} - \text{ВУТ}, \quad (16)$$

$$\Phi_{\text{факт}_1} = 185 - 12 = 173,$$

$$\Phi_{\text{факт}_2} = 185 - 0 = 185.$$

Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда:

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{факт}_2} - \Phi_{\text{факт}_1}, \quad (17)$$

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = 185 - 173 = 12.$$

Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу:

$$\Xi_{\text{ч}} = \frac{\text{ВУТ}_1 - \text{ВУТ}_2}{\Phi_{\text{факт1}}} \cdot \text{Ч}_1, \quad (18)$$

$$\Xi_{\text{ч}} = \frac{12-0}{173} \cdot 5 = 0,35.$$

«Среднедневная заработная плата» [9]:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{днб}} = \frac{T_{\text{чсб}} \times T \times S \times (100 + k_{\text{доп}})}{100} \quad (19)$$

где « $T_{\text{чс}}$  – часовая тарифная ставка, руб/час» [9];

« $k_{\text{доп}}$  – коэффициент доплат за условия труда, %» [9].

« $T$  – продолжительность рабочей смены, час» [9].

« $S$  – количество рабочих смен» [9].

$$\text{ЗПЛ}_{\text{днб}} = \frac{250 \times 8 \times 1 \times (100 + 8)}{100} = 2160 \text{ руб.};$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{днп}} = \frac{250 \times 8 \times 1 \times (100 + 8)}{100} = 2160 \text{ руб.}$$

«Среднегодовая заработная плата» [9]:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}^{\text{осн}} = \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \times \Phi_{\text{пл}}, \quad (20)$$

«где  $\text{ЗПЛ}_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб» [9].

« $\Phi_{\text{план}}$  – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дн» [9].

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год б}}^{\text{осн}} = 2160 \times 248 = 535680 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{год}^{осн} = 2160 \times 248 = 535680 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда» [9]:

$$\mathcal{E}_3 = \Delta Ч_i \times ЗПЛ_{год}^б - Ч_i^п \times ЗПЛ_{год}^п, \quad (21)$$

«где  $ЗПЛ_{дн}$  – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб» [9].

« $\Phi_{план}$  – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дн» [9].

« $ЗПЛ_{год}$  – среднегодовая заработная плата работника, руб» [9].

« $Ч_1, Ч_2$  – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, чел» [9].

$$\mathcal{E}_3 = 5 \times 535680 = 2678400 \text{ руб.}$$

«Общий годовой экономический эффект ( $\mathcal{E}_r$ ) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий» [9]:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{стр} + \mathcal{E}_3 \quad (22)$$

$$\mathcal{E}_r = 109000000 + 2678400 = 111678400 \text{ руб.}$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий» [9].

«Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяется соотношением суммы произведенных затрат к общему годовому экономическому эффекту» [9].

«Коэффициент экономической эффективности – это величина, обратная сроку окупаемости» [9].

$$T_{\text{ед}} = Z_{\text{ед}} / \Delta_{\text{г}} \quad (23)$$

«где  $Z_{\text{ед}}$  – единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб» [9].

$$T_{\text{ед}} = 10000000 / 111678400 = 0,09 \text{ года}$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат» [9]:

$$E = 1 / T_{\text{ед}} \quad (24)$$

«где  $T_{\text{ед}}$  – срок окупаемости единовременных затрат, год» [9].

$$E = 1 / 0,09 = 11,11 \text{ год}^{-1}$$

Вывод: реализация способа автоматизированного обучения с использованием дополнительной и виртуальной реальности в процессе обучения (тренировки) и проведении целевых инструктажей персонала АО «Самаранефтегаз» экономически выгодно для предприятия.

## Заключение

Цель работы – разработка систем и технических средств моделирования и прогнозирования опасных ситуаций технологических процессов в АО «Самаранефтегаз» достигнута.

В ходе выполнения работы было выяснено, что основными технологическими процессами, протекающими в парке УКПН-1 НСП «Отрадный» являются приём, хранение и отпуск нефтепродуктов. По системе трубопроводов осуществляется загрузка резервуара непосредственно с нефтеперерабатывающего завода готовой продукцией, а в случае аварии на соседнем резервуаре содержимое последнего перекачивается в исправный.

Местный контроль осуществляется с помощью технических манометров, термометров, счетчиков; дистанционный – с помощью датчиков электрической ветви ГСП, преобразователей, работающих с вторичными приборами, размещенными на пульте управления.

Уровень автоматизации технологического процесса требует от обслуживающего персонала высокой квалификации и повышенного внимания. Особую опасность представляют ошибки при пуске и остановке оборудования, ведении ремонтных, профилактических и других работ, связанных с неустойчивыми переходными режимами, с освобождением и заполнением цистерн и резервуаров опасными веществами. В случае неправильных действий персонала существует возможность разгерметизации систем и возникновения аварийной ситуации.

Из идентифицированных опасных факторов на рабочем месте слесаря-ремонтника промышленного оборудования резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» видно, что воздействие основных факторов можно исключить путём качественного проведения обучения (тренировок) персонала, целевого инструктажа, выбора безопасного оборудования или инструмента и подготовки рабочего места.

Проведя анализ уровня производственного травматизма в АО «Самаранефтегаз» за 5 лет по показателям количества производственных травм было выявлено, что основными причинами травмирования в организации является:

- некачественное проведение обучения (тренировок) персонала и целевого инструктажа;
- выбор небезопасного оборудования или инструмента;
- некачественная подготовка рабочего места.

Огромный риск получения производственных травм среди работников, выполняющих работы по обслуживанию и ремонту оборудования с малым опытом работы в отрасли.

В качестве рекомендаций по обеспечению безопасности работ в АО «Самаранефтегаз» путём повышения качества проведения обучения (тренировок) персонала необходимо рассмотреть внедрение в обучающий процесс и процесс проведения инструктажей технологии AR и VR.

Предложен способ автоматизированного обучения с использованием дополнительной и виртуальной реальности, который обеспечит качественное обучение (тренировки) и проведение целевых инструктажей персонала по безопасным методам проведения работ в АО «Самаранефтегаз».

Предложен план мероприятий по улучшению условий труда на рабочих местах резервуарного парка УКПН-1 НСП «Отрадный» АО «Самаранефтегаз».

Реализация способа автоматизированного обучения с использованием дополнительной и виртуальной реальности в процессе обучения (тренировки) и проведении целевых инструктажей персонала АО «Самаранефтегаз» экономически выгодно для предприятия.

## Список используемых источников

1. АО «Самаранефтегаз». Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://samneftegaz.ru/> (дата обращения: 16.01.2021).
2. Багаутдинова А. Р. Процесс формирования новой системы управления крупными нефтяными предприятиями Самарской области // Вестник СамГУ. 2013. №8.1 (109). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsess-formirovaniya-novoy-sistemy-upravleniya-krupnymi-neftyanyimi-predpriyatiyami-samarskoj-oblasti> (дата обращения: 17.04.2021).
3. Дополненная реальность для промышленности: эффективность и методы использования [Электронный ресурс]. URL: [https://сферанефтьгаз.рф/upload/articles/pdf/sphereoilandgas\\_2020-2\\_modumlab.pdf](https://сферанефтьгаз.рф/upload/articles/pdf/sphereoilandgas_2020-2_modumlab.pdf) (дата обращения: 12.01.2021).
4. Даниленко Евгений Александрович, Ярушева Светлана Александровна VR-технологии: их потенциал и внедрение в систему обучения и развития персонала компаний // Общество, экономика, управление. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vr-tehnologii-ih-potentsial-i-vnedrenie-v-sistemu-obucheniya-i-razvitiya-personala-kompaniy> (дата обращения: 17.04.2021).
5. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // СРРМ. 2018. №3 (108). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti-vozmozhnosti-i-prepyatstviya-primeneniya> (дата обращения: 17.04.2021).
6. Кузнецов В.А., Руссу Ю.Г., Куприяновский В. П. Об использовании виртуальной и дополненной реальности // International Journal of Open Information Technologies. 2019. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ispolzovanii-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti> (дата обращения: 17.04.2021).

7. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, 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 09.12.2009 № 970н. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902196442> (дата обращения: 27.01.2021).

8. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 года № 242 (с изменениями на 2 ноября 2018 года). URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 20.01.2021).

9. Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 01.08.2012 № 39н. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902363899> (дата обращения: 05.02.2021).

10. Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 28.02.2018 № 74. URL: <http://docs.cntd.ru/document/557014302> (дата обращения: 18.01.2021).

11. Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 18 декабря 2020 г. № 2168. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400020660/> (дата обращения: 18.01.2021).



12. Патент на изобретение № RU2420811C2 «Система и способ интерактивного обучения», заявл. от 19.08.2009 года, автора Маркелова Виталия Анатольевича (RU), заявитель и правообладатель: ООО «Газпром трансгаз Томск» (RU) [Электронный ресурс]: URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2420811C2\\_20110610](https://yandex.ru/patents/doc/RU2420811C2_20110610) (дата обращения: 04.03.2021).

13. Патент на изобретение № RU2612929C2 «Интерактивная автоматизированная система обучения», заявл. от 17.08.2015 года, автора Сунгатова Рустама Шамилевича (RU), заявитель и правообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Дайком Консалтинг» (RU) [Электронный ресурс]: URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2612929C2\\_20170313](https://yandex.ru/patents/doc/RU2612929C2_20170313) (дата обращения: 04.03.2021).

14. Патент на изобретение № RU2697957C1 «Способ автоматизированного обучения», заявл. от 25.06.2018 года, автора Аксененко Дмитрия Александровича (RU), заявитель и правообладатель: Открытое акционерное общество «Севернефтегазпром» (RU) [Электронный ресурс]: URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2697957C1\\_20190821](https://yandex.ru/patents/doc/RU2697957C1_20190821) (дата обращения: 04.03.2021).

15. Правила по охране труда при эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов (ПОТ РО 112-002-98) [Электронный ресурс] : Приказ Минтопэнерго РФ от 16.06.1998 № 208. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200037517> (дата обращения: 09.01.2021).

16. Правила по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 16.12.2020 № 915н. URL: <https://beta.docs.cntd.ru/document/573275587/titles/3ES4QKI> (дата обращения: 28.01.2021).

17. Сарник К.А., Чуланова О.Л. ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ VR //

Материалы Афанасьевских чтений. 2021. №1 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proramma-obucheniya-personala-organizatsii-s-primeneniem-tehnologiy-vr> (дата обращения: 17.04.2021).

18. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 14.01.2021).

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 21.01.2021).

20. Чуланова Оксана Леонидовна, Фомина Елизавета Вячеславовна Применение игровых технологий и искусственного интеллекта в обучении производственного персонала на предприятиях энергокомплекса // Вестник евразийской науки. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniie-igrovyyh-tehnologiy-i-iskusstvennogo-intellekta-v-obuchenii-proizvodstvennogo-personala-na-predpriyatiyah-energokompleksa> (дата обращения: 17.04.2021).

21. API Occupational Safety and Health Standards [electronic resource]. URL: <https://www.api.org/oil-and-natural-gas/health-and-safety/worker-and-worksite-safety-resources/api-osh-standards> (date of application: 17.01.2021).

22. ISHN eBook Oil And Gas [electronic resource]. URL: [https://www.ishn.com/ext/resources/Resources/ebooks/ISHNeBook\\_OilAndGas\\_FINAL.pdf](https://www.ishn.com/ext/resources/Resources/ebooks/ISHNeBook_OilAndGas_FINAL.pdf) (date of application: 17.01.2021).

23. Safety and the environment [electronic resource]. URL: <https://www.britannica.com/technology/petroleum-production/Safety-and-the-environment> (date of application: 18.01.2021).

24. The Importance of Safety Production and Humanistic Management in Petroleum Project [electronic resource]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/316640685\\_The\\_Importance\\_of\\_Safety\\_Production\\_and\\_Humanistic\\_Management\\_in\\_Petroleum\\_Project](https://www.researchgate.net/publication/316640685_The_Importance_of_Safety_Production_and_Humanistic_Management_in_Petroleum_Project) (date of application: 19.01.2021).

25. Health and Safety in Oil and Gas Extraction [electronic resource]. URL: <https://www.americangeosciences.org/geoscience-currents/health-and-safety-oil-and-gas-extraction> (date of application: 19.01.2021).