

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Применение современных технологий в процессе обучения
технологической безопасности

Обучающийся

Н.Ю. Валяева

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.х.н., И.А. Сумарченкова

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2025

Аннотация

Тема: «Применение современных технологий в процессе обучения технологической безопасности».

В разделе «Характеристика объекта исследования» представлены общие сведения об объекте.

В разделе «Анализ современных технологий, используемых для обучения технологической безопасности» представлен анализ современных технологий, используемых для обучения технологической безопасности.

В разделе «Разработка мероприятий по повышению эффективности обучения производственной безопасности с использованием современных технологий» определены основные технологии, повышающие обучение требованиям производственной безопасности.

В разделе «Охрана труда» производится оценка уровней профессионального риска на рабочих местах предприятия.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка предприятия на окружающую среду и оформлены результаты производственного экологического контроля по предприятию.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» представлен паспорт безопасности.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнена оценка эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Количественная характеристика: объем работы составляет 65 страниц, 1 рисунок, 16 таблиц.

Содержание

Введение	4
Термины и определения.....	6
1 Характеристика объекта исследования.....	7
2 Анализ современных технологий, используемых для обучения технологической безопасности.....	13
3 Разработка мероприятий по повышению эффективности обучения производственной безопасности с использованием современных технологий.....	24
4 Охрана труда.....	30
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	36
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	45
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	53
Заключение	60
Список используемых источников.....	63
Приложение А Паспорт безопасности	66

Введение

Цифровые инструменты предлагают ценные возможности обучения и моделирования для операторов и сотрудников, работающих на опасных химических производствах.

С помощью виртуальных сред люди могут практиковать процедуры реагирования на чрезвычайные ситуации и знакомиться с операциями и протоколами безопасности химического предприятия.

Виртуальное обучение повышает их готовность и компетентность, сводя к минимуму риски, связанные со сценариями обучения в реальном времени.

Используя цифровые инструменты для обучения и моделирования, операторы и сотрудники предприятия могут улучшить свои навыки и знания, что приведет к более безопасной и эффективной работе опасного производственного объекта.

Кроме того, технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) предлагают реалистичные учебные симуляции, позволяя персоналу проходить иммерсивное и практическое обучение охране труда и возможным сценариям чрезвычайных ситуаций, повышая их готовность справляться с критическими ситуациями.

Цель исследования – повышение эффективности обучения требованиям производственной безопасности за счёт внедрения в процесс обучения современных технологий.

Задачи:

- изучить общие сведения об объекте;
- описать схему технологического процесса,
- привести основные технические характеристики используемого оборудования,
- провести анализ опасных и вредных производственных факторов, возникающие при эксплуатации оборудования и воздействующих на работников организации;

- провести анализ безопасности используемого оборудования и пожарной безопасности;
- провести анализ основных причин профессиональных заболеваний на объекте (в отрасли);
- изучить современные технологии для данной отрасли, используемых для обучения технологической безопасности;
- определить основные технологии, повышающие обучение требованиям производственной безопасности.
- произвести оценку профессиональных рисков;
- произвести оценку антропогенного воздействия;
- разработать паспорт безопасности;
- произвести оценку экономической эффективности.

Термины и определения

Загрязнение окружающей среды – «поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду» [9].

Наружная установка – комплекс аппаратов и технологического оборудования, расположенных вне зданий, сооружений и строений.

Оценка воздействия на окружающую среду – «вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления» [9].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [19].

1 Характеристика объекта исследования

В качестве объекта исследования принято производство метанола в АО «Метафракс Кемикалс».

«АО «Метафракс Кемикалс» – один из крупнейших российских производителей метанола и его производных» [3].

Расположение: Пермский край, город Губаха.

В качестве системы управления организацией в АО «Метафракс Кемикалс» применена дивизионная структура управления по отделениям. Функции управления разделены по предназначению и выполняемым задачам. Одним из отделов дивизионной структуры управления является отдел по охране труда и промышленной безопасности, который возглавляет руководитель отдела, в подчинении у которого один ведущий инженер, 6 инженеров по охране труда, 2 инженера по пожарной безопасности и 4 инженера по промышленной безопасности.

Технология производства метанола SynCOR ТМ включает в себя производство метанола из синтез-газа, генерируемого паровым риформингом в кислородном автотермическом реакторе риформинга, работающем при низком соотношении пара и углерода.

Процессы сероочистки природного газа, предварительного риформинга, риформинга, синтеза метанола проводятся в присутствии катализаторов. В реакторном оборудовании предусматривается применение катализаторов фирмы «Haldor Topsoe».

Исходным сырьём для производства метанола является природный газ, кислород, а также вода для системы парообразования.

Схема технологического процесса: технологический процесс получения метанола методом адиабатическо-парового и автотермического риформинга включает следующие основные стадии:

- а) компримирование природного газа до 4,83 МПа;
- б) сероочистка:

- 1) «каталитическая сероочистка газовой смеси – гидрирование,
 - 2) абсорбция сернистых соединений;
- в) риформинг:
- 1) предварительный риформинг углеводородов природного газа под давлением 4,08 МПа при температуре 440 °С в присутствии катализатора (предриформинг),
 - 2) подогрев технологического газа до температуры 440 °С в нагревателе газа перед поступлением в установку предриформинга,
 - 3) подогрев технологического газа до температуры 650 °С в нагревателе газа перед поступлением в установку автотермического риформинга,
 - 4) компримирование технологического газа до 9,0 МПа,
 - 5) охлаждение технологического газа до 35 °С,
 - 6) синтез метанола на катализаторе на основе меди, алюминия, цинка под давлением 8,8 МПа при температуре 252 °С,
 - 7) сбор метанола-сырца в резервуар метанола-сырца» [3];
- г) последовательная дистилляция метанола-сырца в трёх колоннах (стабилизационная колонна, колонны дистилляции низкого и среднего давления) для получения продукционного метанола требуемого качества;
- д) сбор продукционного метанола в резервуар склада метанола;
- е) хранение и отгрузка продукционного метанола;
- ж) отпарка технологического конденсата [16].

Перегретый пар ВД с температурой 319 °С и избыточным давлением 10,98 МПа на технологические нужды является продуктом собственной выработки производства.

Перегретый насыщенный пар с температурой 229 °С и избыточным давлением 2,65 МПа на технологические нужды является продуктом собственной выработки производства.

Для сжатия природного газа, поступающего на технологию, до давления 4,83 МПа, предусматривается установка компрессора, с приводом от паровой турбины 01-КТ-0101.

Компрессор поставляется в полной заводской готовности. Система антипомпажной защиты поставляется комплектно.

Компрессор состоит из «двух ступеней сжатия, предназначенных для последовательного сжатия природного газа:

- от 0,88 МПа до 2,29 МПа первая ступень сжатия;
- от 2,29 МПа до 4,83 МПа вторая ступень сжатия» [3].

Привод компрессора – паровая конденсационная турбина с промежуточным отбором пара СД.

В объём комплектной поставки компрессорной установки входит следующее оборудование:

- компрессор;
- паровая турбина;
- поверхностный конденсатор;
- система эжекторов;
- система смазки компрессора;
- системы сухих газовых уплотнений;
- КИП компрессора, блок управления антипомпажной защитой компрессора, антипомпажные клапаны и системы автоматического регулирования работы турбины, маслоснабжения, систем «сухих» газовых уплотнений.

Конденсация отработанного пара турбины предусматривается обратной водой.

Паровой турбинный конденсат направляется в отделение подготовки деминерализованной воды.

Для защиты трубопроводов и оборудования от превышения давления устанавливаются предохранительные клапаны.

Межступенчатое теплообменное и сепарационное оборудование

компрессоров размещается на наружной площадке.

Охлаждение технологического газа. Технологический газ из узла риформинга охлаждается в три этапа:

- на первом этапе охлаждение достигается за счет генерации пара в «котле-утилизаторе и в подогревателе котловой питательной воды. Эти два аппарата вырабатывают пар и предварительно нагревают котловую питательную воду, поступающую в паровой барабан;
- на втором этапе тепло технологического газа используется для узла дистилляции метанола, в испарителе стабилизационной колонны;
- дальнейшее охлаждение происходит в подогревателе деминерализованной воды и охладителе технологического газа» [3].

«Перед подачей синтез-газа в отделение синтеза метанола технологический конденсат отделяется от синтеза газа» [3] в трех сепараторах. Технологический конденсат, отделенный в сепараторах насосами собирается в общий коллектор и подается в узел отпарки технологического конденсата в отпарную колонну технологического конденсата. Таким образом в отделении охлаждения технологического газа происходит рекуперация высокопотенциального тепла технологического газа на собственные нужды производства метанола.

«Реакторы синтеза метанола поставляются фирмой-лицензиаром «Haldor Topsøe». Реакторы работают параллельно» [3].

Водород, оксид углерода и диоксид углерода в реакторах превращаются в метанол по следующим реакционным схемам: $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \sim \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \sim \text{CO}_2 + \text{H}_2$.

«При температурах, превышающих 280 °С, катализатор имеет тенденцию к дезактивации, что приводит:

- к снижению селективности катализатора за счет повышения скорости образования побочных продуктов и парафинов;
- к уменьшению срока эксплуатации катализатора» [3].

«При нагреве катализатора выше 300 °С происходит потеря активности.

Синтез-газ, выходящий из реактора, охлаждается в теплообменнике, а затем охлаждается и конденсируется в холодильнике воздушном и в охладителе синтез-газа. Выделение метанола-сырца предусматривается в сепараторе ВД при давлении 8,55 МПа и температуре 38 °С. Подпиточный газ содержит небольшое количество инертных газов: Ar, N₂, He и CH₄. Для предотвращения скопления этих газов в стадии синтеза, предусмотрено удаление определенного количества газа. Продувка отводится после сепаратора высокого давления, где концентрация инертного газа самая высокая» [3].

Продувочный газ, образующийся при синтезе метанола, содержит небольшое количество метанола, который восстанавливается путем промывки газа деминерализованной водой в скруббере продувочного газа.

Очищенный продувочный газ, выходящий из верхней части скруббера для продувочного газа, очищается в установке рекуперации водорода с использованием мембранной технологии. Назначение – восстановление водорода, содержащегося в продувочном газе, для его рециркуляции в синтез метанола, тем самым оптимизируя рабочие условия узла синтеза метанола и повышая эффективность установки.

Метанол-сырец, частично дегазируемый в сепараторе низкого давления, подается в резервуар метанола-сырца.

Для повышения энергоэффективности производства в нормальном технологическом режиме предусматривается использование продувочных газов на следующие нужды производства:

- в качестве водородсодержащего газа для гидрирования соединений серы, содержащихся в природном газе;
- в качестве топлива на горелках.

Тепло реакции отводится подачей питательной воды в межтрубное пространство реакторов с выработкой насыщенного пара с избыточным давлением 2,65 МПа для технологических нужд производства.

Для отделения пара предусматривается паросборник.

Одним из наиболее опасных рабочих мест является рабочее место

лаборанта химического анализа, так как данные работники проводят отбор проб для проведения анализов в местах пробоотборников практически на всех стадиях и оборудовании производства метанола.

Вывод по разделу.

В разделе в качестве объекта исследования принято производство метанола в АО «Метафракс Кемикалс».

В качестве системы управления производством в АО «Метафракс Кемикалс» применена дивизионная структура управления по отделениям. Функции управления разделены по предназначению и выполняемым задачам. Одним из отделов дивизионной структуры управления является отдел по охране труда и промышленной безопасности, который возглавляет руководитель отдела, в подчинении у которого один ведущий инженер, 6 инженеров по охране труда, 2 инженера по пожарной безопасности и 4 инженера по промышленной безопасности.

Технология производства метанола SynCOR ТМ включает в себя производство метанола из синтез-газа, генерируемого паровым риформингом в кислородном автотермическом реакторе риформинга, работающем при низком соотношении пара и углерода.

2 Анализ современных технологий, используемых для обучения технологической безопасности

В предыдущем разделе определено, что одним из наиболее опасных рабочих мест является рабочее место лаборанта химического анализа, так как данные работники проводят отбор проб для проведения анализов в местах пробоотборников практически на всех стадиях и оборудовании производства метанола.

Рассмотрим требования к рабочему месту лаборанта химического анализа.

«К работе в качестве лаборанта химического анализа могут быть допущены лица старше 18 лет:

- прошедшие медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья;
- прошедшие обучение по специальной программе и имеющие квалификационное удостоверение лаборанта химического анализа;
- прошедшие обязательный при поступлении на работу вводный инструктаж по охране труда, пожаробезопасности и газобезопасности;
- прошедшие первичный инструктаж на основном рабочем месте;
- прошедшие обученные по 20-ти часовой программе безопасным методам и приёмам выполнения основных работ, проверку знаний по теоретической и практической подготовке;
- прошедшие стажировку на основном рабочем месте не менее 7-ми смен, получившие допуск к самостоятельной работе» [3].

«Использование и обращение в рассматриваемом производстве формалина, метанола, серной кислоты и едкого натра, являющихся опасными химическими веществами, представляет значительную потенциальную токсическую опасность условий труда лаборанта химического анализа» [17].

Опасные и вредные производственные факторы, воздействующие на

работника, находящегося в санитарной лаборатории:

- загазованность воздуха рабочей зоны вредными и опасными парообразными или газообразными веществами;
- повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещённость рабочей зоны;
- оборудование, инструмент, в результате неправильной эксплуатации или неисправности;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли, пола;
- физические перегрузки;
- химические факторы: пары отравляющих веществ, кислоты и щёлочи, органические растворители.

«Пары углеводов – при лёгких отравлениях сначала наблюдается период возбуждения, характеризуемый болтливостью, беспричинной весёлостью, затем наступает головная боль, сонливость, головокружение, усиленное сердцебиение, тошнота. При тяжёлых отравлениях наступает потеря сознания, судороги, ослабления дыхания. Предельно допустимая концентрация 900 мг/м³» [15].

«Кислоты и щёлочи раздражающе действуют на дыхательные пути и глаза: попадая на кожу, причиняют ожоги, а при попадании в глаза могут

вызвать потерю зрения. Представляют опасность для жизни, вызывая токсический отёк лёгких, проявляющийся через 6-12 часов, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать меры предосторожности. При контакте с горючими материалами могут вызвать их воспламенение. При пожаре образуются опасные пары» [2].

«Органические растворители обладают летучестью и воспламеняются, образуют с воздухом взрывчатые смеси и оказывают вредное воздействие на организм человека. Отравление может произойти при вдыхании паров и попадании внутрь через рот. К таким растворителям относятся ацетон, хлороформ и др. В здании лаборатории разрешается хранить запас таких веществ, не превышающий суточной потребности» [2].

«Обязательным требованием для всех работников лаборатории является знание свойств указанных выше веществ и умелое обращение с ними. Неумелое, неаккуратное обращение с химическими веществами может привести к несчастным случаям, пожару, различного рода химическому, тепловому, механическому травматизму в виде отравлений, ожогов, порезов» [2].

Среди работников часто регистрируются такие заболевания как астма и респираторные заболевания острого характера развития.

Исследуемой документацией АО «Метафракс Кемикалс» предусматривается проведение обучения работников в «процессе их трудовой деятельности. Обучение по охране труда включает в себя:

- проведение инструктажей по охране труда;
- назначение стажировки на рабочем месте;
- обучение и проверка знаний по охране труда» [16].

«Обучение работников проектируемого комплекса обслуживания обогатительной фабрики безопасным методам работы предполагается проводить по следующему плану:

- вводный инструктаж;
- первичный инструктаж, проводится на рабочем месте до начала

производственной деятельности;

- повторный инструктаж;
- внеплановый инструктаж;
- целевой инструктаж» [16].

«На объекте предусматривается разработка инструкций по охране труда для всех видов работ» [16].

Вводный инструктаж по безопасности труда проводят со всеми вновь принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности. О проведении вводного инструктажа делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего, а также в документе о приеме на работу.

Первичный инструктаж на рабочем месте до начала производственной деятельности проводят:

- со всеми вновь принятыми работниками на предприятие, или переводимыми из одного подразделения в другое;
- с работниками, выполняющими новую для них работу, командированными, временными работниками.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят с каждым работником индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов труда. Первичный инструктаж возможен с группой лиц, обслуживающих однотипное оборудование, и в пределах общего рабочего места. Все рабочие после первичного инструктажа на рабочем месте должны в течение первых 2-14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) пройти стажировку под руководством лиц, назначенных приказом по цеху.

Повторный инструктаж проходят все рабочие независимо от квалификации, образования, стажа, характера выполняемой работы не реже одного раза в полугодие.

Повторный инструктаж проводят индивидуально или с группой

работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места, по программе первичного инструктажа на рабочем месте в полном объеме.

Внеплановый инструктаж проводят:

- при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;
- при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- при нарушении работающими и учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;
- при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляют дополнительные (повышенные) требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ – 60 дней;
- по предписанию должностных лиц территориальных органов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору при выполнении ими должностных обязанностей.

Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяют в каждом конкретном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

Целевой инструктаж проводят при:

- выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия, цеха);
- ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;
- производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и другие документы;

- проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися (экскурсии, походы, спортивные соревнования).

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой проводит непосредственный руководитель работ (мастер, инструктор производственного обучения, преподаватель). Инструктажи на рабочем месте завершаются проверкой знаний устным опросом или с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы. Знания проверяет работник, проводивший инструктаж. Лица, показавшие неудовлетворительные знания, к самостоятельной работе или практическим занятиям не допускаются и обязаны вновь пройти инструктаж. О проведении первичного инструктажа на рабочем месте, повторного, внепланового, стажировки и допуске к работе работник, проводивший инструктаж, делает запись в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте или в личной карточке с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. При регистрации внепланового инструктажа указывают причину его проведения.

Целевой инструктаж с работниками, проводящими работы по наряду-допуску, разрешению, фиксируется в наряде-допуске или другой документации, разрешающей производство работ.

В организации разрабатываются и утверждаются производственные инструкции и/или инструкции для конкретных профессий. Указанные инструкции находятся на рабочих местах и выдаются под роспись рабочим, для которых обязательно знание этих инструкций. Перед допуском к самостоятельной работе, после инструктажа по безопасности рабочие проходят проверку знаний инструкций.

Противоаварийная подготовка персонала. Основными документами, регулирующим порядок действий обслуживающего персонала декларируемого объекта при нештатных ситуациях, являются «Планы мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на объектах

АО «Метафракс Кемикалс». В указанном документе предусмотрены все возможные ситуации, которые могут возникнуть на производстве.

Для приобретения практических навыков безопасного ведения работ, предупреждения аварий и локализации их последствий на декларируемом объекте весь персонал, непосредственно занятый ведением технологических процессов и эксплуатацией оборудования, проходит специальный курс подготовки, в ходе которого отрабатываются навыки:

- оповещения о ЧС согласно существующей схеме;
- оценки обстановки, прогнозирование развития ЧС;
- локализации и ликвидации последствий ЧС;
- оказания первой медицинской помощи.

В соответствии с действующими документами реализованы следующие мероприятия по обучению способам защиты и действий при авариях:

- тренировки с персоналом, непосредственно занятым ведением технологических процессов и эксплуатацией оборудования, проводятся по графику согласно ПМЛЛПА 1 раз в месяц на каждой установке с каждой бригадой по определенной теме тренировочного занятия;
- учения по отработке взаимодействия со специализированными подразделениями (ПСЧ, ГСО) проводятся по графику ежеквартально не реже одного раза в год на каждой установке «Площадки производства по переработке нефти и нефтепродуктов».

«Знание ПМЛЛПА проверяется комиссией при допуске рабочих, специалистов и инженерно-технических работников к самостоятельной работе, а также при периодической проверке знаний» [16].

При проведении учебных тревог проверяется готовность организации к действиям по спасению людей, локализации и ликвидации последствий аварии.

Готовность организации к действиям по спасению людей, локализации и ликвидации последствий аварии определяется комиссией по проведению

учебной тревоги (далее – комиссия) под председательством технического руководителя (главного инженера) организации. Комиссия формируется в соответствии с распорядительным актом руководителя организации.

При проведении учебных тревог проверяются:

- возможность осуществления в организации мероприятий по спасению людей, локализации аварии и ликвидации ее последствий;
- знание работников организации своих действий при авариях и инцидентах;
- состояние систем связи, оповещения и определения местоположения людей, застигнутых аварией [13].

Учебная тревога в организации проводится не реже одного раза в год на каждой установке «Площадки производства метанола» АО «Метафракс Кемикалс». Учебная тревога в организации проводится по графику, утвержденному техническим руководителем (главным инженером) организации и согласованному с командиром подразделения ПСЧ, обслуживающего организацию.

При проведении учебной тревоги проверяются:

- порядок и время оповещения людей, застигнутых аварией;
- порядок оповещения руководителей и специалистов организации в соответствии с ПМЛЛПА;
- действия горного диспетчера (ответственного руководителя по ликвидации аварии);
- время вызова и время прибытия подразделений ПЧ в организацию и к месту аварии;
- время, вызова и время прибытия руководителей и специалистов организации;
- порядок выполнения мероприятий по локализации и ликвидации аварии, предусмотренных ПМЛЛПА;
- время, затраченное на выход (вывод) людей из аварийного и угрожаемых участков в выработки со свежей струей воздуха, и время

- выхода (вывода) людей из подземных выработок на поверхность;
- знания руководителями и специалистами организации своих действий, предусмотренных ПМЛЛПА;
 - возможность организовать подачу воды к месту тушения пожара с расчетными параметрами;
 - умение рабочих и специалистов организации пользоваться средствами индивидуальной защиты органов дыхания;
 - записи телефонных разговоров горного диспетчера (ответственного руководителя работ по ликвидации аварии);
 - знание рабочими и специалистами организации маршрутов следования по запасным выходам.

Программы профессионального обучения для рабочих основных профессий разрабатываются организациями (учреждениями), реализующими эти программы, в соответствии с квалификационными требованиями для каждого разряда конкретной профессии и установленным сроком обучения. Программы профессионального обучения предусматривают теоретическое и производственное обучение. Программы профессионального обучения согласуются с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору или ее территориальными органами.

Производственное обучение проводится на учебно-материальной базе, под руководством преподавателя, мастера производственного обучения или высококвалифицированного рабочего. По окончании обучения проводится итоговый экзамен по проверке теоретических знаний и практических навыков обучающихся. По результатам экзамена, на основании протокола квалификационной комиссии, обучаемому присваивается квалификация, разряд и выдается свидетельство.

Применяемые технологии обучения соответствуют требованиям нормативно-технической документации по технологической безопасности. Применение современного оборудования на исследуемом объекте требует высокого профессионализма рабочих и служащих, соответствующей

подготовки работающего персонала. Рабочие должны иметь более глубокие знания в области техники, технологии, электроники, приближающиеся по уровню к инженерным знаниям.

Профессиональное образование рабочих на производстве носит непрерывный характер и проводится в течение всей трудовой деятельности.

Для повышения пожарной безопасности зданий и эффективности спасательных операций была создана структура, которая объединяет интернет вещей (IoT) на основе датчиков, информационные технологии зданий (BIM), виртуальную реальность (VR) и дополненную реальность (AR) [1]. BIM обеспечивает трехмерную архитектурную компоновку, так что при интеграции с различными датчиками, поддерживаемыми IoT, информация, связанная с состоянием пожара и окружающей средой, может быть известна, и, в соответствии с этим, мы можем выполнять поиск и спасательные работы эффективно. Информационные технологии зданий (BIM) и виртуальную реальность (VR) можно объединить для создания крупномасштабной, сложной учебной среды, облегчающей выполнение высокорисковых учебных занятий, которые могут быть применены к реальным сценариям чрезвычайных ситуаций.

Применение ИИ в области охраны труда и обучения технике безопасности может трансформировать рабочую среду за счет минимизации опасностей, прогнозирования несчастных случаев и предоставления реалистичных условий обучения. Несмотря на то, что есть проблемы, которые необходимо преодолеть, преимущества ИИ в создании более безопасных и лучше подготовленных рабочих мест очевидны. Продолжение исследований и разработок в области ИИ для технологий безопасности будет иметь важное значение для удовлетворения меняющихся потребностей отрасли и содействия более безопасным условиям труда во всем мире [4].

В заключение следует отметить, что интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в программы обучения по охране труда и технике безопасности обеспечивает существенные достижения в повышении

безопасности на рабочем месте и готовности сотрудников. Системы прогнозной аналитики и мониторинга в реальном времени на основе ИИ позволяют организациям заблаговременно выявлять и смягчать потенциальные опасности, тем самым снижая частоту несчастных случаев на рабочем месте (Park et al., 2022). Кроме того, инструменты обучения на основе ИИ, такие как виртуальная реальность (VR) и адаптивные обучающие платформы, обеспечивают иммерсивный и персонализированный опыт обучения, значительно улучшая навыки распознавания опасностей и принятия решений среди сотрудников.

Вывод по разделу.

В разделе установлено, что все работники независимо от квалификации и стажа работы проходят обучение и периодическую проверку знаний по промышленной безопасности.

В заключение следует отметить, что применение ИИ в области охраны труда и обучения технике безопасности оказывается преобразующим, предлагая проактивные решения, которые повышают безопасность на рабочем месте и улучшают готовность сотрудников. Использование предиктивной аналитики на основе ИИ позволяет организациям предвидеть потенциальные опасности, снижая вероятность несчастных случаев путем выявления рисков до того, как они материализуются. Кроме того, программы обучения VR и AR с использованием ИИ предоставляют сотрудникам захватывающий практический опыт обучения, который позволяет безопасно практиковать опасные сценарии, тем самым способствуя лучшему распознаванию опасностей и навыкам принятия решений.

3 Разработка мероприятий по повышению эффективности обучения производственной безопасности с использованием современных технологий

Рассмотрим интерактивные 3D-приложения для обучения и технологии VR для проведения обучения производственной безопасности работников.

Куцан [5] «обосновывает важность использования современных цифровых технологий для повышения квалификации специалистов энергетической отрасли, в том числе оперативно-диспетчерского персонала. В исследовании обоснована необходимость создания учебно-методической базы, структуры и функций виртуального учебно-научного центра для подготовки кадров в АО «Метафракс Кемикалс», включая контроль знаний, обучение и критические компетенции. Рассмотрены преимущества использования распределенной среды для организации обучения и коучинга оперативного персонала» [16] с помощью моделирования режимов работы в виртуальном центре. Для повышения квалификации кадров в АО «Метафракс Кемикалс» предлагается спроектировать виртуальный учебно-научный центр. Кроме того, разработать и реализовать полнофункциональный режим веб-симулятора.

Одна из основных задач имитационного обучения – «сократить время на отработку компетенций, максимально эффективно передать каждому сотруднику навыки высокого уровня. С помощью VR сотрудники погружаются в эпицентр событий для получения необходимых навыков управления и обслуживания оборудования. Технология VR дает преимущества как для изучения отдельного образца оборудования, так и для всего предприятия, особенно при использовании высокореалистичного трехмерного моделирования процесса. Одни и те же 3D-модели могут использоваться в различных сценариях в зависимости от дополнительных требований к обучению» [4].

«Интерактивные 3D-приложения позволяют организовать обучение для

удаленных или опасных объектов. 3D-модель производственной схемы АО «Метафракс Кемикалс» исключает необходимость посещения объекта для обучения: можно обучаться в офисе; персонал сможет не только виртуально исследовать объект, но и вместе с инструктором проигрывать различные сценарии развития производственного процесса» [5].

«Реалистичная и детализированная среда обучения VR помогает узнать предприятие и его работу задолго до того, как новые работники впервые увидят его вживую. 3D-графика и звук дают пользователям полное ощущение погружения в виртуальный мир. Устройства цифрового моделирования и технологии VR обеспечивают аналогичный игровой опыт (это привлекает молодое поколение) и позволяют лучше усваивать информацию» [4].

Во многих исследованиях [4] говорится, что «технологии виртуальной реальности хорошо подходят для обучения, поскольку они обеспечивают погружение, лучшую память и являются экономически эффективными. Главным преимуществом обучения на основе симуляции является то, что процесс обучения реализуется в непрерывном или длительно повторяющемся режиме с обеспечением безопасности предприятия и обучаемых (инструктируемых)» [4].

«Промышленные предприятия являются опасной средой, и они постоянно эксплуатируются. Этот факт резко усложняет организацию обучения на реальном оборудовании, особенно при подготовке к чрезвычайным ситуациям. Лучше подготовленные работники помогают снизить количество несчастных случаев, расходы на несчастные случаи и простои» [16].

«Инвестирование в системы обучения с погружением на ранней стадии жизненного цикла оборудования может максимизировать возврат инвестиций» [5].

Центр по обслуживанию установок химического предприятия, входящий в состав Пекинского научно-исследовательского института, выпустил интерактивное руководство с интерфейсом виртуальной реальности

для работы с технологическими установками. Надев подключенный шлем виртуальной реальности и запустив программу, пользователь попадает в среду обучения, в которой доступны четыре режима [4]:

- инструкция – запущен анимационный видеоролик, в котором показан порядок производства работ;
- произвольный режим – можно вытаскивать и устанавливать на место узлы и агрегаты;
- мастерская – пользователь разбирает и собирает агрегат с помощью подсказок, программа поочередно подсвечивает узлы;
- тест – доступны только текстовые инструкции.

«Кроме того, пара ручных манипуляторов используется для управления действиями с виртуальным технологическим оборудованием» [16].

«Специалисты из НИИ впервые протестировали программу. Энергетическая компания Dominion Energy получила этот симулятор, протестировала его на трех своих АЭС и дала высокую оценку. Виртуальный симулятор, который проще, дешевле, безопаснее и интереснее традиционного, должен заинтересовать молодежь в работе на опасных производственных объектах и улучшить кадровую ситуацию» [4] .

«Используя технологии виртуальной реальности для строительства химических производств, можно управлять (поддерживать) структуру предприятия, проводить обучение персонала» [16], презентовать проект реконструкции и ремонта, внедрения нового оборудования в технологический процесс. Для обучения персонала в комплекс виртуальной реальности включена система интерактивного взаимодействия (трекинга), которая отслеживает движение человека, одетого в тот или иной костюм. «Специальные VR-перчатки позволяют пользователям отрабатывать процессы монтажа на виртуальных объектах, проверять уровень сборки конструкций и взаимозаменяемость их частей» [4] .

Пример симулятора представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Пример симулятора

Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательных целях. Образовательные учреждения применяют технологии виртуальной и дополненной реальности в образовательных целях. Однако в основном они это делают для обучения технических специальностей. Активно ведутся исследования по обучению с использованием виртуальной и дополненной реальности для подготовки специалистов различных направлений. Через несколько лет будут доступны экспериментальные данные и результаты таких исследований.

Примеры и направления применения технологий VR и AR для различных отраслей.

Анализируя международный опыт использования этих технологий, отмечаем, что мощные компании и крупные предприятия давно используют VR и AR в тех отраслях, в которых они работают.

В «настоящее время разработкой учебного оборудования для химических производств и других предприятий комплекса занимаются различные специализированные фирмы и организации. Одной из них является НПП «Учебные технологии», являющееся научно-производственным предприятием, имеющим большой опыт разработки и производства

компонентов современных высокотехнологичных образовательных сред для различных отраслей промышленности. Учебное оборудование в совокупности с цифровыми технологиями призвано комплексно поддерживать все формы образовательного процесса. Стенды и их информационное обеспечение разработаны в соответствии с учебными планами, программами и образовательными стандартами. Новое поколение интерактивного учебного оборудования (эмуляторов) за счет виртуального лабораторного практикума обеспечивает практико-ориентированную подготовку специалистов химической отрасли. Специально для обеспечения образовательного процесса по подготовке будущих специалистов в области химического производства были разработаны тренажеры, учебные стенды, наглядные пособия, эмуляторы, макеты традиционного оборудования и интерактивное мультимедийное оборудование для виртуальных лабораторий по дисциплинам «Термодинамика и теплопередача», «Гидравлика», «Химия», «Электротехника и основы электроники» [4].

Переход химической отрасли на более высокий технологический уклад обусловил необходимость создания высокотехнологичных «средств обучения в профессиональном образовании: тренажеров, имитаторов (тренажеров производства), которые являются наиболее эффективными инструментами формирования профессиональных компетенций будущих работников предприятия. Такие интерактивные средства обучения и наглядности позволяют с минимальными материальными и ресурсными затратами выявлять и закреплять у учащихся причинно-следственные связи в изучаемых объектах, явлениях и процессах» [4] .

Мы считаем, что необходимо применять комплексный подход в обучении и повышении квалификации персонала АО «Метафракс Кемикалс», а именно технологии виртуальной и дополненной реальности в платформах дистанционного обучения. Для того, чтобы работники АО «Метафракс Кемикалс» имели возможность планировать свое обучение.

Экономическая эффективность использования виртуальной и

дополненной реальности для предприятий достигается за счет исключения ошибок проектирования до начала этапа строительства, сокращения времени и затрат на командировки персонала для повышения квалификации, повышения уровня промышленной безопасности и повышения эффективности управления. Особенности применения технологий виртуальной и дополненной реальности для подготовки будущих специалистов и повышения квалификации персонала АО «Метафракс Кемикалс». К подготовке персонала АО «Метафракс Кемикалс» предъявляются самые высокие требования, так как эти станции являются объектами критической инфраструктуры и должны работать надежно и безопасно. Использование технологий виртуальной и дополненной реальности позволяет организовать обучение персонала и проводить повышение квалификации в условиях, приближенных к реальным, безопасных для участников и оборудования.

Выводы по разделу.

В разделе определено, что предыдущие исследования изучали использование виртуальной реальности (VR) для визуализации VE в рамках программ обучения технике безопасности. Устройства VR использовались в ряде ситуаций обучения действиям в чрезвычайных ситуациях, чтобы помочь лучше проинструктировать людей о том, как реагировать на указанные ситуации, не создавая при этом реальной опасности для человека. Такое обучение может лучше подготовить людей к действиям в чрезвычайной ситуации, поскольку позволяет воссоздать сценарии, включая здания и маршруты эвакуации. Это исследование показало, что этот тип обучения может быть эффективным при подготовке работников АО «Метафракс Кемикалс» к этим событиям.

4 Охрана труда

Административное руководство осуществляет директор производства.

Персонал производства состоит из:

- руководителей и специалистов;
- основного производственного персонала;
- вспомогательного производственного персонала.

Начальник смены руководит сменным персоналом и технологическим процессом, осуществляет допуск ремонтного персонала для проведения ремонтных работ.

Режим работы производства – непрерывный, 340 дней в году.

Годовой фонд рабочего времени принят – 8 160 часов в год.

Организация работы производства – круглосуточная, двухсменная по 12 часов с 4-х бригадным графиком.

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [10] произведём оценку профессиональных рисков [11].

Реестр опасностей на рабочем месте оператора технологических установок в производственном здании представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Реестр опасностей на рабочем месте оператора технологических установок

Опасность	ID	Опасное событие
9. «Воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ» [10]	9.3	«Заболевания кожи (дерматиты)» [10]
12. «Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)» [10]	12.5	«Воздействие на органы дыхания воздушных взвесей, содержащих чистящие и обезжиривающие вещества» [10]

Реестр опасностей аппаратчика представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Реестр опасностей на рабочем месте аппаратчика

Опасность	ID	Опасное событие
2.1 «Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [10]	2.1	«Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ» [10]
12. «Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)» [10]	12.5	«Воздействие на органы дыхания воздушных взвесей, содержащих чистящие и обезжиривающие вещества» [10]
24. «Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания» [10]	24.4.	«Психоэмоциональные перегрузки» [10]

Реестр опасностей лаборанта представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Реестр опасностей на рабочем месте лаборанта

Опасность	ID	Опасное событие
2. «Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [10]	2.1	«Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ» [10]
9. «Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [10]	9.1	«Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [10]
10. «Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву» [10]	10.1	«Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва» [10]
13. «Энергия открытого пламени, выплесков металлов, искр и брызг расплавленного металла и металлической окалины» [10]	13.7	«Ожог вследствие воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей или газов, имеющих высокую температуру» [10]

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле 1:

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

где А – «коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий» [11].

Оценка вероятности представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	Практически исключено. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	1
2	Маловероятно	Сложно представить, однако может произойти. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	2
3	Возможно	Иногда может произойти. Зависит от обучения (квалификации). Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая.	3
4	Вероятно	Зависит от случая, высокая степень возможности реализации. Часто слышим о подобных фактах. Периодически наблюдаемое событие.	4
5	Весьма вероятно	Обязательно произойдет. Практически несомненно. Регулярно наблюдаемое событие.	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек). Несчастный случай на производстве со смертельным исходом. Авария. Пожар.	5
4	Крупная	Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней). Профессиональное заболевание. Инцидент.	4
3	Значительная	Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней. Инцидент.	3

Продолжение таблицы 5

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
2	Незначительная	Незначительная травма – микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. Инцидент. Быстро потушенное загорание.	2
1	Приемлемая	Без травмы или заболевания. Незначительный, быстроустраняемый ущерб.	1

Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий).

Анкета рисков оператора технологических установок представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Анкета рисков оператора технологических установок

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, A	Коэффициент, A	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Оператор технологических установок	9	9.3	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	12	12.5	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний

Анкета рисков аппаратчика представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Анкета рисков аппаратчика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, A	Коэффициент, A	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Аппаратчик	7	2.1	Маловероятно	2	Катастрофическая	5	10	Средний

Продолжение таблицы 7

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Аппаратчик	15	12.5	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	22	24.4	Вероятно	4	Значительная	3	8	Низкий

Анкета рисков лаборанта представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Анкета рисков лаборанта

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Лаборант	2	2.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	7	7.1	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
	22	22.1	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
	23	23.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний

Безопасность производственного процесса достигается упреждением аварийных ситуаций, и в течение всего срока эксплуатации опасного оборудования должна быть обеспечена соблюдением следующих мероприятий:

- соблюдением регламентов режима работы и «обслуживания производственного оборудования;
- применением производственного оборудования, не являющегося источником травматизма и профессиональных заболеваний;
- применением надежно действующих и регулярно проверяемых контрольно-измерительных приборов, устройств противоаварийной защиты, средств получения, переработки и передачи информации;

- обучением работающих, проверкой их знаний;
- применением средств защиты работающих, соответствующих характеру проявления возможных опасных и вредных производственных факторов» [16].

Вывод по разделу.

В разделе с целью снижения рисков предложены мероприятия:

- соблюдением регламентов режима работы и обслуживания производственного оборудования;
- применением производственного оборудования, не являющегося источником травматизма и профессиональных заболеваний;
- применением надежно действующих и регулярно проверяемых контрольно-измерительных приборов, устройств противоаварийной защиты, средств получения, переработки и передачи информации;
- обучением работающих, проверкой их знаний;
- применением средств защиты работающих, соответствующих характеру проявления возможных опасных и вредных производственных факторов.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Оценка антропогенной нагрузки АО «Метафракс Кемикалс» на окружающую среду представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Антропогенная нагрузка АО «Метафракс Кемикалс» на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы (перечислить виды отходов)
АО «Метафракс Кемикалс»	Отделение производства метанола	Газообразные	Производственные стоки	ТКО
Количество в год		0,735788 т	250000 м ³	45,82 т

Определим, соответствуют ли технологии наилучшим доступным. Результаты анализа технологии на производстве представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты соответствия технологий на производстве [14]

Структурное подразделение		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
номер	наименование		
1	Отделение производства метанола	Очистка выбросов	Нет

Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень загрязняющих веществ

Номер	Наименование загрязняющего вещества
1	Оксиды азота
2	Сера диоксид
3	Углерод оксид

Результаты производственного экологического контроля представлены в таблицах 12-14.

Таблица 12 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
номер	наименование	номер	наименование							
1	Отделение производства метанола	3,4	Котёл	Оксиды азота	400,00	305,05	-	-	-	-
				Сера диоксид	300,00	205,50	-	-	-	-
				Углерод оксид	500,00	450,45				
				Всего	1200,00	480,55	-	-	-	-

Таблица 13 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м ³ /сут.; тыс. м ³ /год			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эффективность очистки сточных вод, %	
			проектный	допустимый, в соответствии с разрешительным документом на право пользования водным объектом	фактический			проектное	допустимое, в соответствии и с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	фактическое	проектная	фактическая
Очистные сооружения	2019	Усреднитель объемом 500 м ³ . Резервуар очистки вод объемом 500 м ³ . Участок обеззараживания	1200; 438	1500; 500	600; 250	Нефтепродукты	25.04.2023	0,5	0,2	0,1	-	95

Таблица 14 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления

№ стр оки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацион ному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образова но отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизиро вано отходов, тонн	Обезврежен о отходов, тонн
				хранение	накопление				
1	«Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства)» [12]	4 71 101 01 52 1	1	0	0	0,001	0	0	0,001
2	Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	919 201 02 39 4	4	0	0	0,1	0	0,1	0
3	Шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов	9 11 200 02 39 3	3	0	0	1,5	0	1,5	0
4	Мусор и смет помещений малоопасный	733 210 01 72 4	4	0	0	0,50	0	0,50	0

Продолжение таблицы 14

№ стр ок и	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						
	всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	
	11	12	13	14	15	16	
1	0,001	0	0	0	0	0,001	
2	0,1	0	0	0	0	0,05	
3	1,5	0	0	0	0	0,05	
4	0,50	0	0	0	0	1,00	
№ стр ок и	Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
	всего	хранение на собственных объектах размещения отходов, далее – ОРО	захоронение на собственных ОРО	хранение на сторонних ОРО	захоронение на сторонних ОРО	хранение	накопление
	17	18	19	20	21	22	23
1	0,001	0	0	0	0,001	0	0
2	0,1	0	0	0	0,1	0	0
3	1,5	0	0	0	1,5	0	0
4	0,50	0	0	0	0,50	0	0

В штатном режиме работы производства недостающее количество пара высокого давления вырабатывается паровым котлом. Образующиеся при этом дымовые газы, содержат в своём составе ЗВ: оксиды азота, сера диоксид и углерод оксид, через дымовые трубы поступают в атмосферу на рассеивание (ИЗА №№ 3, 4).

В процессе эксплуатации проектируемого производства предполагается использование оборотной воды в качестве теплоносителя в теплообменном оборудовании. Для охлаждения нагретой воды и организации циркуляции в системе охлаждения запроектирована открытая система оборотного водоснабжения с применением испарительной вентиляционной градирни со сбросом части воды в виде продувки. Работа проектируемого водооборотного цикла (ВОЦ) организована по двум контурам.

Максимальная (проектная) производительность ВОЦ – $22400 \text{ м}^3/\text{ч}$, расчётная производительность системы «по воде» – $18138 \text{ м}^3/\text{ч}$.

На подпитку водооборотного цикла потребляется $592,3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Потери воды в ВОЦ (испарение, капельный унос) составляют $298,3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расход продувочной воды – $284,8 \text{ м}^3/\text{ч}$.

При промывке бокового фильтра образуется отработанная вода – $9,2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Заполнение водооборотной системы предусматривается речной водой, без какой-либо предварительной обработки. Для восполнения потерь воды, возникающих в процессе работы градирни, будет использоваться вода речная. Кроме того, на подпитку ВОЦ будет поступать сточная вода от продувки паровой системы ($3,1 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Общее количество свежей воды, потребляемой в проектируемом производстве в штатном режиме с учётом хозяйственно-питьевых нужд составит $5120,713 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$.

Из существующей сети речной воды АО «Метафракс Кемикалс» предусматривается отбирать воду «технического» качества, часть которой без дополнительной обработки будет использоваться для подпитки

водооборотной системы и для пожаротушения проектируемого производства, и частично будет очищаться на проектируемой Установке подготовки деминерализованной воды до требуемого качества.

Система водоподготовки (установка подготовки деминерализованной воды) включает первичную и глубокую очистку воды.

В целях повышения энергоэффективности исследуемого производства и снижения потребления речной воды предусматривается возврат технологического и парового конденсатов от основного производства метанола на установку подготовки деминерализованной воды. Таким образом, сырьем для установки подготовки деминерализованной воды являются речная фильтрованная вода, паровой и технологический конденсаты основного производства, а также паровой и турбинный конденсаты поступающие от системы производства пара, турбин производства метанола и из системы сбора конденсата всего производства.

В штатном режиме установка потребляет:

- речной воды фильтрованной воды – 37,78 м³/час;
- парового и технологического конденсатов – 66,1 м³/ч;
- турбинного и парового конденсатов – 234,8 м³/ч.

Деминерализованная вода используется для:

- системы парообразования основного производства метанола;
- вспомогательного котла;
- установки разделения воздуха;
- на лабораторные нужды.

Мероприятия по уменьшению выбросов ЗВ в атмосферный воздух исследуемого производства предусмотрены в нескольких направлениях и имеют своей целью сокращение объёмов выбросов и снижение их приземных концентраций.

Планировочные мероприятия направлены на уменьшение воздействия выбросов на жилые зоны, и включают:

- размещение объектов производства с учётом господствующих

направлений ветра в приземном слое;

- размещение объектов производств с учётом естественного проветривания площадки и обеспечения нормативов ПДК на границе СЗЗ объекта и жилой зоне.

Технологические мероприятия включают:

- использование промывной колонны для очистки, перед выбросом в атмосферу, газовоздушной смеси от резервуара метанола – сырца;
- использование промывной колонны при наливе в железнодорожную цистерну, для очистки ГВС от метанола;
- использование продувочного газа синтеза метанола и газовоздушной смеси от стабилизационной колонны в качестве топливного газа, что исключает их поступление в атмосферу;
- использование факельной системы для обеспечения безопасности сбросов ГВС в периоды пуска производства и/или возможной аварийной ситуации с их последующим сжиганием.

Для снижения акустического воздействия исследуемого производства метанола на ОС предусмотрены следующие виды мероприятий:

- конструктивные и объёмно-планировочные – размещение технологического оборудования в «укрытиях, зданиях и сооружениях;
- инженерно-технические – предусмотренное к применению оборудование соответствует требованиям нормативных документов, уровень шума, создаваемый оборудованием, соответствует требованиям;
- технологические мероприятия – при организации технологических процессов» [16], сопровождающихся эмиссией шума, применяются средства и методы, позволяющие обеспечить снижение шума в источнике его возникновения и на пути распространения (использование оборудования в блочно-модульном исполнении);
- организационные – проведение планового и предупредительного

ремонта, а также периодических эксплуатационных проверок вентиляционного, инженерно-технологического оборудования, контроль над соблюдением правил и условий эксплуатации согласно нормативно-технической документации.

Вывод по разделу.

В разделе в целях повышения энергоэффективности исследуемого производства и снижения потребления речной воды предусматривается возврат технологического и парового конденсатов от основного производства метанола на установку подготовки деминерализованной воды. Таким образом, сырьем для установки подготовки деминерализованной воды являются речная фильтрованная вода, паровой и технологический конденсаты основного производства, а также паровой и турбинный конденсаты поступающие от системы производства пара, турбин производства метанола и из системы сбора конденсата всего производства.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

После поступления сигнала ГО передача сигнала ГО осуществляется по плану ГО эксплуатирующей организации с использованием существующей системы оповещения [6].

АО «Метафракс Кемикалс» определена система сбора и передачи информации о ЧС через ЦИТС (центральная инженерно-технологическая служба) – круглосуточная дежурно-диспетчерская служба, а также порядок оповещения и сбора руководящего и личного состава при возникновении ЧС.

В АО «Метафракс Кемикалс» создана комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности (КЧС и ОПБ).

По плану ликвидации аварий проводятся регулярные занятия с персоналом. Для персонала аварийно-восстановительного отряда разрабатывается график противоаварийных тренировок. Утверждаются темы противоаварийных тренировок.

С личным составом отряда службы регулярно организуются занятия и проверка знаний. По результатам проверки готовится протокол, где указывается оценка проверяемого и стаж его работы.

Кроме того, проверяется готовность к действиям личного состава службы, а по результатам оценки готовности составляется акт. В акте отражается укомплектованность подразделений, система организации дежурства, перечень инструмента и оборудования, находящегося на вооружении, состояние оперативной связи и сигнализации, порядок оповещения и сбора, состояние противопожарного оборудования и отрабатываемая аварийная ситуация [7].

Для решения задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на предприятии создается Комиссия по чрезвычайным ситуациям (КЧС).

В комиссии по чрезвычайным ситуациям осуществляется распределение обязанностей между должностными лицами, участвующими в ликвидации

аварий или чрезвычайных ситуаций, а также порядок действий должностных лиц и подразделений.

Ликвидация аварий, аварийных утечек нефтепродуктов и их последствий на объекте выполняется силами и средствами специализированной службы по ликвидации аварийных разливов опасных веществ АО «Метафракс Кемикалс», с привлечением, при необходимости (по решению КЧС), сил и средств сторонних организаций [8].

Для тушения пожаров, ликвидации аварий и их последствий АО «Метафракс Кемикалс» имеет договоры с организациями, обладающими необходимыми подразделениями, соответствующей техникой.

Для передачи сигналов ГО эксплуатирующая организация имеет следующие виды связи:

- радиосвязь (переносные радиостанции «Motorola»);
- сотовая телефонная связь.

После поступления сигнала ГО, доведение сигналов ГО до обслуживающего персонала, который может находиться в это время на проектируемом объекте, осуществляется средствами связи централизованного оповещения населения, а также по плану ГО эксплуатирующей организации, с помощью радиосвязи и телефонной (сотовой) связи, имеющейся у персонала.

В период производства работ связь между строительными подразделениями на участке работ и участка работ с диспетчером управления предусмотрена имеющимися в наличии у строительной организации и Заказчика мобильными системами связи.

Для своевременного оповещения персонала, находящегося на исследуемом объекте необходимо предусмотреть средства оперативного информирования (переносные радиостанции). Порядок оповещения и действий по сигналам ГО персонала конкретизируется в Плане гражданской обороны эксплуатирующей организации.

Система оповещения является единой системой передачи команд и руководящих указаний для персонала, как в нормальных эксплуатационных

условиях, так и в аварийных ситуациях и в условиях военного времени и осуществляется вне всякой очереди с использованием всех имеющихся в распоряжении средств связи и оповещения в соответствии с заранее разработанной схемой оповещения и сбора.

Информация об аварии на объекте может поступить:

- от первого увидевшего (оператора, постового охраны); - по каналам пожарной сигнализации, выведенной на щит операторной;
- от оператора, нарушившего технологический режим.

Каждый исполнитель при обнаружении критических неисправностей, утечек, разгерметизации оборудования и разрывов трубопроводов во время технического обслуживания и ремонта, должен выполнить следующее:

- незамедлительно сообщить начальнику смены о месторасположении и характере неисправности;
- выставить на безопасном расстоянии вокруг повреждённого оборудования предупредительные знаки, а при имеющейся возможности, организовать постоянное дежурство.

При получении информации от сторонних организаций или частных лиц о каких-либо происшествиях исполнители работ должны принять меры по осмотру места и характера неисправности и действовать в установленном порядке.

При получении сигнала о возникновении чрезвычайной ситуации руководитель УДНГ оповещает дежурного диспетчера и немедленно приступает к локализации или ликвидации аварийной ситуации.

При получении сигнала об аварии или обнаружении утечки или дефекта дежурный диспетчер обязан убедиться в достоверности полученного сигнала и известить согласно «Схемы оповещения...» руководство АО «Метафракс Кемикалс» (директора, главного инженера) и управление ОТиПБ.

При необходимости производится экстренная эвакуация персонала, за исключением сил, участвующих в ликвидации аварии из зоны возможного поражения, с учетом направления движения воздуха.

Во всех случаях передачи информации диспетчером, информация должна быть: достоверной, краткой, содержать порядок действий в чрезвычайной ситуации персонала предприятия, содержать требования по поведению персонала предприятия и использованию средств индивидуальной защиты, выходу из зоны возможного поражения.

После оповещения весь персонал предприятия обязан собраться в установленном месте для прослушивания экстренного сообщения. Речевая информация передается четко в течение 5 минут.

Информация, передаваемая на территории предприятия, должна содержать:

- место аварии, её характер;
- название опасного вещества;
- перечисление участков, попадающих в зону действия поражающих факторов;
- рекомендации по использованию средств защиты;
- направление и маршруты выхода из зоны возможного поражения;
- информацию о полной или частичной остановке объекта.

Ликвидацию аварий и их последствий на месторождении осуществляют собственные и привлекаемые извне аварийно-спасательные формирования:

- добровольные пожарные дружины (ДПД);
- пожарные части.

Основными задачами ДПД являются:

- осуществление контроля за соблюдением рабочими, ИТР и служащими «установленного для данного предприятия противопожарного режима;
- проведение разъяснительной работы по соблюдению мер пожарной безопасности на объекте;
- осуществление надзора за наличием первичных средств пожаротушения, исправным содержанием средств противопожарной защиты» [16] и систем водоснабжения, имеющихся на предприятии,

и готовностью их к действию;

- осуществление контроля за безопасным проведением огневых и пожароопасных работ на объекте;
- вызов подразделений пожарной охраны в случае возникновения пожара, принятие необходимых мер по спасению людей, имущества и ликвидации пожара имеющимися на объекте средствами пожаротушения;
- выполнение боевых действий на пожаре по указанию прибывшего на пожар оперативного должностного лица пожарной охраны;
- участие в общественных смотрах противопожарного состояния объектов и тренировках боеготовности пожарной охраны предприятия.

С «получением сигнала оповещения (соответствующей информации, предупреждения) об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации начальник производства вводит режим повышенной готовности» [16].

«Исходя из сложившейся обстановки организуется проведение следующих мероприятий:

- в течение 30 минут организовать проведение оповещения работников предприятия, формирований об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации, собрать руководящий состав и поставить ему конкретные задачи;
- через 30 минут организовать наблюдение и разведку на территории предприятия;
- организовать круглосуточное дежурство руководящего состава;
- в течение 3 часов организовать проведение в готовность без прекращения производственной деятельности формирований общей готовности;
- в течение 2 часов уточнить план действий объекта по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное время» [16];

- для оказания медицинской помощи пострадавшим привести в готовность санитарные посты;
- организовать подготовку к выдаче работникам предприятия средств индивидуальной защиты;
- «организовать приведение в готовность автотранспорта для эвакуации людей;
- организовать проведение мероприятий по медицинской и противоэпидемиологической защите работников;
- организовать проведение профилактических противопожарных мероприятий и подготовку к безаварийной остановке производства» [16].

На территории исследуемого производства запроектирована автономная система противопожарного водоснабжения.

Система запроектирована таким образом, чтобы обеспечить максимальную расчётную потребность в воде для одного пожара (площадь в границах проектирования составляет 22,63 га) [18].

Проектируемая система противопожарного водоснабжения обслуживает следующие зоны:

- производственная;
- складская зона (склад метанола);
- «зона вспомогательных установок, зданий и сооружений;
- наливная эстакада;
- причал (разрабатывается в другой проектной документации);
- зона установки разделения воздуха (разрабатывается в другой проектной документации)» [16].

«Предусматривается подача воды:

- на пожаротушение и противопожарную защиту объектов проектируемого производства (зданий, сооружений, оборудования)» [16];

- на приготовление пенных растворов для ликвидации возгораний на Складе метанола (в резервуарах-хранилищах, внутри обвалований и в поддонах) и на Наливной эстакаде;
- на приготовление пенных растворов для локализации аварийных ситуаций – для покрытия пенным раствором проливов метанола, с целью предотвращения испарения метанола и для предупреждения возгорания пролива.

В зоне производства и для вспомогательных зданий вода является основным огнетушащим веществом.

«Система противопожарного водоснабжения включает в себя следующее:

- пожарные резервуары;
- насосную пожаротушения;
- корпус 01-У-АФ-Б47;
- водоводы» [16].

Объект оборудован комплексом технических средств охраны, в состав которых входят: а) основные системы:

- система охранной сигнализации периметра (СОСП);
- система охранная телевизионная (СОТ);
- система контроля и управления доступом (СКУД существующая).

Объект оборудован обеспечивающими системами, в том числе:

- система электропитания;
- система охранного освещения;
- систему кабельных коммуникаций (СКК).

Паспорт безопасности представлен в Приложении А.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что на исследуемом предприятии проводятся мероприятия, направленные на защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

По плану ликвидации аварий проводятся регулярные занятия с

персоналом. Для персонала аварийно-восстановительного отряда разрабатывается график противоаварийных тренировок. Утверждаются темы противоаварийных тренировок.

С личным составом отряда службы регулярно организуются занятия и проверка знаний. По результатам проверки готовится протокол, где указывается оценка проверяемого и стаж его работы.

Для своевременного оповещения персонала, находящегося на исследуемом объекте необходимо предусмотреть средства оперативного информирования (переносные радиостанции).

При получении сигнала об аварии или обнаружении утечки или дефекта дежурный диспетчер обязан убедиться в достоверности полученного сигнала и известить согласно «Схемы оповещения...» руководство АО «Метафракс Кемикалс» (директора, главного инженера) и управление ОТиПБ.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В третьем разделе определено, что предыдущие исследования изучали использование виртуальной реальности (VR) для визуализации VE в рамках программ обучения технике безопасности.

Устройства VR использовались в ряде ситуаций обучения действиям в чрезвычайных ситуациях, чтобы помочь лучше проинструктировать людей о том, как реагировать на указанные ситуации, не создавая при этом реальной опасности для человека.

План мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 15.

Таблица 15 – План реализации мероприятий

Мероприятия	Цель мероприятий	Срок исполнения	Ответственное лицо	Стоимость, руб.	Источник финансирования
Проектирование помещения виртуального обучения	Обеспечение эффективности обучения персонала	Август 2025 г.	Проектная организация	50000	Бюджет АО «Метафракс Кемикалс»
Закупка оборудования		Август 2025 г.	Отдел снабжения	750000	Бюджет АО «Метафракс Кемикалс»
Установка оборудования в центре виртуального обучения		Сентябрь 2025 г.	Отдел обучения	5000	Бюджет АО «Метафракс Кемикалс»

Интерактивные 3D-приложения позволяют организовать обучение для удаленных или опасных объектов. Лучше подготовленные работники помогают снизить количество несчастных случаев, расходы на несчастные случаи и простои.

Рассчитаем величину скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию для АО «Метафракс Кемикалс» на 2026 г.

Данные для расчетов скидок и надбавок для АО «Метафракс Кемикалс» представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Данные для расчетов скидок и надбавок

Показатель	Обозначение	Измерение	2022	2023	2024
«Среднесписочная численность работающих» [20]	N	чел	3500	3500	3500
«Количество страховых случаев за год» [20]	K	шт.	1	2	0
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [20]	S	шт.	1	2	0
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [20]	T	дн.	50	75	0
«Сумма обеспечения по страхованию» [20]	O	руб.	100000	200000	0
«Фонд заработной платы за год» [20]	ФЗП	руб.	2000000000	2000000000	2000000000
«Число рабочих мест, на которых проведена оценка условий труда» [20]	q ₁₁	шт	-	3500	-
«Число рабочих мест, подлежащих специальной оценке условий труда» [20]	q ₁₂	шт.	-	3500	-
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации» [20]	q ₁₃	шт.	-	1200	-
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [20]	q ₂₁	чел.	3500	3500	3500
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [20]	q ₂₂	чел.	3500	3500	3500

Рассчитаем скидку на страхование работников по формуле 2:

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{a_{стр}}{a_{зд}} + \frac{b_{стр}}{b_{зд}} + \frac{c_{стр}}{c_{зд}} \right)}{3} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100, \quad (2)$$

«Показатель $a_{стр}$ – отношение суммы обеспечения по страхованию в

связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов» [20].

Показатель $a_{стр}$ рассчитывается по следующей формуле 3:

$$a_{стр} = \frac{O}{V}, \quad (3)$$

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

V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [20]:

$$V = \sum \Phi 3П t_{стр}, \quad (4)$$

где $t_{стр}$ – «страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [20].

$$V = \sum 6000000000 \cdot 0,007 = 42000000 \text{ руб}$$

$$a_{стр} = \frac{300000}{42000000} = 0,007$$

Показатель $b_{стр}$ рассчитывается по формуле 5:

$$b_{стр} = \frac{K \cdot 1000}{N}, \quad (5)$$

где K – «количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему;

N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [20];

$$b_{стр} = \frac{3 \cdot 1000}{3500} = 0,85$$

«Показатель $c_{стр}$ – количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом» [20].

Показатель $c_{стр}$ рассчитывается по следующей формуле 6:

$$c_{стр} = \frac{T}{S}, \quad (6)$$

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

S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [20].

$$c_{стр} = \frac{125}{3} = 41,7$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда у страхователя q_1 » [20].

Коэффициент q_1 рассчитывается по следующей формуле 7:

$$q_1 = \frac{(q_{11} - q_{13})}{q_{12}}, \quad (7)$$

где q_{11} – «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;

q_{12} – общее количество рабочих мест;

q_{13} – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения

специальной оценки условий труда» [20].

$$q_1 = \frac{3500-1200}{3500} = 0,66$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя q_2 » [20].

Коэффициент q_2 рассчитывается по следующей формуле 8:

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}}, \quad (8)$$

где q_{21} – «число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года;

q_{22} – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [20].

$$q_2 = \frac{3500}{3500} = 1$$

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{0,007}{0,12} + \frac{0,85}{0,94} + \frac{41,7}{85,73} \right)}{3} \right\} \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 100 = 34$$

Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки или надбавки по формуле 9:

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

$$t_{стр}^{след} = 0,7 - 0,7 \cdot 0,34 = 0,46$$

Рассчитываем размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году по формуле 10:

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

$$V^{2022} = 20000000000 \cdot 0,007 = 14000000 \text{ руб.}$$

$$V^{2022} = 20000000000 \cdot 0,0046 = 9200000 \text{ руб.}$$

Определяем размер экономии (роста) страховых взносов в следующем году по формуле 11:

$$\mathcal{Э} = V^{тек} - V^{след} \quad (11)$$

$$\mathcal{Э} = 14000000 - 9200000 = 4800000 \text{ руб.}$$

Далее выполним расчет экономического эффекта для АО «Метафракс Кемикалс» от снижения воздействия опасностей.

Оценка экономического эффекта определяется по формуле 12:

$$\mathcal{Э}_e = \mathcal{Э} - \mathcal{З}_{ед} \quad (12)$$

где $\mathcal{З}_{ед}$ – «единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб» [20].

$$\mathcal{Э}_r = 4800000 - 805000 = 3995000 \text{ руб.}$$

«Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяется соотношением суммы произведенных затрат к общему годовому экономическому эффекту» [20].

$$T_{ed} = \frac{3_{ed}}{\vartheta_e} \quad (13)$$

$$T_{ed} = \frac{805000}{3995000} = 0,2 \text{ года}$$

Вывод по разделу.

В разделе определено, что интерактивные 3D-приложения позволяют организовать обучение для удаленных или опасных объектов. Лучше подготовленные работники помогают снизить количество несчастных случаев, расходы на несчастные случаи и простои.

Рассчитана величину скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию для АО «Метафракс Кемикалс» на 2026 г.

За счёт снижения производственного травматизма на рабочих местах АО «Метафракс Кемикалс» сможет сэкономить на уплате взносов на страхование работников от производственного травматизма 3995000 руб.

Заключение

В первом разделе в качестве объекта исследования принято производство метанола в АО «Метафракс Кемикалс».

В качестве системы управления производством в АО «Метафракс Кемикалс» применена дивизионная структура управления по отделениям. Функции управления разделены по предназначению и выполняемым задачам. Одним из отделов дивизионной структуры управления является отдел по охране труда и промышленной безопасности, который возглавляет руководитель отдела, в подчинении у которого один ведущий инженер, 6 инженеров по охране труда, 2 инженера по пожарной безопасности и 4 инженера по промышленной безопасности.

Технология производства метанола SynCOR ТМ включает в себя производство метанола из синтез-газа, генерируемого паровым риформингом в кислородном автотермическом реакторе риформинга, работающем при низком соотношении пара и углерода.

Во втором разделе установлено, что все работники независимо от квалификации и стажа работы проходят обучение и периодическую проверку знаний по промышленной безопасности.

В заключение следует отметить, что применение ИИ в области охраны труда и обучения технике безопасности оказывается преобразующим, предлагая проактивные решения, которые повышают безопасность на рабочем месте и улучшают готовность сотрудников. Использование предиктивной аналитики на основе ИИ позволяет организациям предвидеть потенциальные опасности, снижая вероятность несчастных случаев путем выявления рисков до того, как они материализуются. Кроме того, программы обучения VR и AR с использованием ИИ предоставляют сотрудникам захватывающий практический опыт обучения, который позволяет безопасно практиковать опасные сценарии, тем самым способствуя лучшему распознаванию опасностей и навыкам принятия решений.

В третьем разделе определено, что предыдущие исследования изучали использование виртуальной реальности (VR) для визуализации ВЕ в рамках программ обучения технике безопасности. Устройства VR использовались в ряде ситуаций обучения действиям в чрезвычайных ситуациях, чтобы помочь лучше проинструктировать людей о том, как реагировать на указанные ситуации, не создавая при этом реальной опасности для человека. Такое обучение может лучше подготовить людей к действиям в чрезвычайной ситуации, поскольку позволяет воссоздать сценарии, включая здания и маршруты эвакуации. Это исследование показало, что этот тип обучения может быть эффективным при подготовке работников АО «Метафракс Кемикалс» к этим событиям.

В четвёртом разделе с целью снижения рисков предложены мероприятия: соблюдением регламентов режима работы.

В пятом разделе в целях повышения энергоэффективности исследуемого производства и снижения потребления речной воды предусматривается возврат технологического и парового конденсатов от основного производства метанола на установку подготовки деминерализованной воды. Таким образом, сырьем для установки подготовки деминерализованной воды являются речная фильтрованная вода, паровой и технологический конденсаты основного производства, а также паровой и турбинный конденсаты поступающие от системы производства пара, турбин производства метанола и из системы сбора конденсата всего производства.

В шестом разделе определено, что на исследуемом предприятии проводятся мероприятия, направленные на защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

По плану ликвидации аварий проводятся регулярные занятия с персоналом. Для персонала аварийно-восстановительного отряда разрабатывается график противоаварийных тренировок. Утверждаются темы противоаварийных тренировок.

С личным составом отряда службы регулярно организуются занятия и

проверка знаний. По результатам проверки готовится протокол, где указывается оценка проверяемого и стаж его работы.

Для своевременного оповещения персонала, находящегося на исследуемом объекте необходимо предусмотреть средства оперативного информирования (переносные радиостанции).

В седьмом разделе определено, что интерактивные 3D-приложения позволяют организовать обучение для удаленных или опасных объектов. Лучше подготовленные работники помогают снизить количество несчастных случаев, расходы на несчастные случаи и простои.

Рассчитана величину скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию для АО «Метафракс Кемикалс» на 2026 г.

За счёт снижения производственного травматизма на рабочих местах АО «Метафракс Кемикалс» сможет сэкономить на уплате взносов на страхование работников от производственного травматизма 3995000 руб.

Список используемых источников

1. Ватулин Я. С., Полякова Л. Ф., Афанасенко А. С., Коровина М. С. Виртуальная реальность в технологиях дистанционного обучения // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2010. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-v-tehnologiyah-distantionnogo-obucheniya> (дата обращения: 28.09.2024).
2. Вентиляция химических лабораторий [Электронный ресурс]. URL: <https://ventkomplex.ru/montage/ventilyaciya-himicheskoy-laboratorii?ysclid=llv3b3sgzv980097095> (дата обращения: 19.09.2024).
3. Войко Д. В., Берг А. Г. Оценка инвестиционной привлекательности реализации проекта по производству метанола в России // Вестник ГУУ. 2020. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-investitsionnoy-privlekatelnosti-realizatsii-proekta-po-proizvodstvu-metanola-v-rossii> (дата обращения: 28.09.2024).
4. Купцов А. И., Купцов С. А., Хайруллин Р. З., Богач В. В. Разработка и использование технологий виртуальной реальности в процессах обучения // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-ispolzovanie-tehnologiy-virtualnoy-realnosti-v-protsessah-obucheniya> (дата обращения: 28.09.2024).
5. Луценко Н. А., Бортенко К. В. Виртуальная реальность как средство и технология обучения // Теория и практика современной науки. 2019. №6 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-kak-sredstvo-i-tehnologiya-obucheniya> (дата обращения: 28.09.2024).
6. О гражданской обороне [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 12.02.1998г. № 28-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901701041?ysclid=ld8o366cez263882703> (дата обращения: 27.09.2024).
7. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : Постановление

Правительства РФ от 30.12.2003 № 794. URL: <https://base.garant.ru/186620/?ysclid=ld8lsnhwip819330648> (дата обращения: 27.09.2024).

8. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ. URL: <https://sudrf.cntd.ru/document/9009935> (дата обращения: 27.09.2024)/

9. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 27.09.2024).

10. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=ld8jp94kat939272210> (дата обращения: 27.10.2024).

11. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=ld8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 05.10.2024).

12. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 27.10.2024).

13. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 7 декабря 2020 г. № 500. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=390929> (дата обращения: 27.10.2024).

14. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 15.03.2024 № 173. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=472325> (дата обращения: 15.10.2024).

15. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс]. URL: <https://www.trudohrana.ru/article/104644-24-7m-pdk-vrednyh-veshchestv-v-vozduhe-rabochey-zony?ysclid=m7rixili8q744188420> (дата обращения: 27.10.2024).

16. Пушкарев А. Г., Хасанов А. Г., Шкодич В. Ф., Кочнев А. М. Синтез и структурный анализ стабильных карбамидоформальдегидных олигомеров с низким содержанием формальдегида // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-i-strukturnyy-analiz-stabilnyh-karbamidoformaldegidnyh-oligomero-v-s-nizkim-soderzhaniem-formaldegida> (дата обращения: 28.09.2024).

17. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.005-88. URL: <about:blank> (дата обращения: 27.10.2024).

18. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 10.09.2024).

19. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 27.10.2024).

20. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности / Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.

Приложение А
Паспорт безопасности

АО «Метафракс Кемикалс»
(наименование объекта (территории))

город Губаха
(наименование населенного пункта)

2025 г.

I. Общие сведения об объекте (территории)

Министерство промышленности, торговли и развития предпринимательства
Пермского края

(наименование органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), адрес, телефон, факс, адрес электронной почты)

618250, Пермский Край, г Губаха

(адрес объекта (территории), телефон, факс, адрес, электронной почты)

Производство прочих основных органических химических веществ

(основной вид деятельности органа (организации), в ведении которого находится объект (территория))

Первая категория

(категория объекта (территории))

98000 м²

(общая площадь объекта (территории), кв. метров, протяженность периметра, метров)

-

(сведения о государственной регистрации права на объект недвижимого имущества)

Худайбирдин Альберт Флюрович

(ф.и.о. должностного лица, осуществляющего непосредственное руководство деятельностью работников на объекте (территории), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

-

(ф.и.о. руководителя органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

II. Сведения о работниках (сотрудниках) объекта (территории) и иных лицах, находящихся на объекте (территории)

1. Режим работы объекта (территории)

ежедневно с 08:00 до 22:00

(продолжительность, начало и окончание рабочего дня)

Продолжение Приложения А

2. Общее количество работников (сотрудников) объекта (территории) 3500 (человек)

3. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в течение рабочего дня работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 1050. (человек)

4. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в нерабочее время, ночью, в выходные и праздничные дни работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 58. (человек)

5. Сведения об арендаторах и иных лицах, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории)

Арендаторы отсутствуют

(полное и сокращенное наименование организации, основной вид деятельности, общее количество работников (сотрудников), расположение рабочих мест на объекте (территории), занимаемая площадь (кв. метров), режим работы, ф.и.о., номера телефонов (служебного, мобильного) руководителя организации, срок действия аренды и (или) иные условия нахождения (размещения) на объекте (территории))

III. Сведения о потенциально опасных участках и (или) критических элементах объекта (территории)

1. Потенциально опасные участки объекта (территории) (при наличии)

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Здания управления	250 человек	5200	Захват заложников	Взрыв, гибель, ранения заложников

2. Критические элементы объекта (территории) (при наличии)

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Товарно-сырьевое хозяйство	29	1580	Теракт	Разрушение ёмкостей и трубопроводов

Продолжение Приложения А

3. Возможные места и способы проникновения на объект (территорию)

Периметр территории, КПП

4. Наиболее вероятные средства поражения, которые могут применяться при совершении террористического акта

Взрывные устройства, ЛВЖ и ГЖ

IV. Прогноз последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

1. Предполагаемые модели действий нарушителей

Взятие заложников, поджог

(краткое описание основных угроз совершения террористического акта на объекте (территории), возможность размещения на объекте (территории) взрывных устройств, захват заложников из числа работников и иных лиц, находящихся на объекте (территории), наличие рисков химического, биологического и радиационного заражения (загрязнения))

2. Возможные последствия совершения террористического акта на объекте (территории)

Площадь возможной зоны разрушения (заражения) в случае совершения террористического акта составит 1580 м²

(площадь возможной зоны разрушения (заражения) в случае совершения террористического акта, кв. метров, иные ситуации в результате совершения террористического акта)

3. Оценка социально-экономических последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

Возможные людские потери, человек	Возможные нарушения инфраструктуры	Возможный экономический ущерб, рублей
До 250 человек	Разрушение зданий, разрушение систем жизнеобеспечения	До 350 млн. рублей

V. Силы и средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

1. Силы, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Физическая охрана объекта осуществляется сотрудниками ЧОП в количестве 40 чел.

Продолжение Приложения А

2. Средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Специальные средства и вооружение (гражданское и служебное оружие)

VI. Меры по инженерно-технической, физической защите и пожарной безопасности объекта (территории)

1. Меры по инженерно-технической защите объекта (территории):

а) объектовые и локальные системы оповещения

Носимые радиостанции Motorola и Baofeng DR-1801UV

(наличие, марка, характеристика)

б) резервные источники электро-, тепло-, газо- и водоснабжения, систем связи

Резервное электропитание

(наличие, количество, характеристика)

в) технические системы обнаружения несанкционированного проникновения на объект (территорию), оповещения о несанкционированном проникновении на объект (территорию) или системы физической защиты

Система охранной сигнализации

(наличие, марка, количество)

г) стационарные и ручные металлоискатели

Стационарные ручные металлоискатели – 6 шт.

Ручные металлоискатели – 13 шт.

(наличие, марка, количество)

д) телевизионные системы охраны

COT на базе Bolid

(наличие, марка, количество)

е) системы охранного освещения

Видеонаблюдение при помощи 40 видеокамер.

(наличие, марка, количество)

2. Меры по физической защите объекта (территории):

а) количество контрольно-пропускных пунктов (для прохода людей и проезда транспортных средств)

Количество постов – 3; проходные – 2

Продолжение Приложения А

б) количество эвакуационных выходов (для выхода людей и выезда транспортных средств)

4 эвакуационных выхода

в) электронная система пропуска

СКУД

(наличие, тип установленного оборудования)

г) укомплектованность личным составом нештатных аварийно-спасательных формирований (по видам подразделений)

Нет

(человек, процентов)

3. Меры по обеспечению пожарной безопасности объекта (территории):

а) наружное противопожарное водоснабжение

Система противопожарного наружного водоснабжения (кольцевая) диаметром 250 мм

(наличие, тип, характеристика)

б) внутреннее противопожарное водоснабжение

Внутренний пожарный водопровод, совмещенный с хозяйственно-питьевым водопроводом.

(наличие, тип, характеристика)

в) автоматическая установка пожарной сигнализации

Адресная АПС «Сигнал-20» – обнаружение пожара

(наличие, тип, характеристика)

г) автоматическая установка пожаротушения

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

д) система противодымной защиты

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

е) система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

СОУЭ второго типа

(наличие, тип, характеристика)

Продолжение Приложения А

ж) противопожарное состояние путей эвакуации и эвакуационных выходов

Эвакуационные пути и выходы соответствуют требованиям

(количество, параметры)

4. План взаимодействия с территориальными органами безопасности, территориальными органами МВД России и территориальными органами Росгвардии по защите объекта (территории) от террористических угроз

Отсутствует

(наличие, реквизиты документа)

VII. Выводы и рекомендации

-

VIII. Дополнительная информация с учетом особенностей объекта (территории)

-

(наличие на объекте (территории) режимно-секретного органа, его численность (штатная и фактическая), количество сотрудников объекта (территории), допущенных к работе со сведениями, составляющими государственную тайну, меры по обеспечению режима секретности и сохранности секретных сведений)

-

(наличие на объекте (территории) локальных зон безопасности)

-

(другие сведения)