

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Анализ риска возникновения чрезвычайных ситуаций при производстве полиэтилена	
УДК 614.8:665.65.013	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Живаев Владимир Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Юрий Викторович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

Томск – 2022 г.

Планируемые результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности
ОПК(У)-4	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ОПК(У)-5	Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе
ДОПК(У)-1	Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-9	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики
ПК(У)-10	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК(У)-11	Способность организовать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ПК(У)-12	Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения объектов защиты
ПК(У)-14	Способность определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду
ПК(У)-15	Способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации
ПК(У)-16	Способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов
ПК(У)-17	Способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска
ПК(У)-18	Готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.03.01 Техносферная безопасность
_____ А.Н. Вторушина
04.02.2022 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1E81	Живаев Владимир Александрович

Тема работы:

Анализ риска возникновения чрезвычайных ситуаций при производстве полиэтилена

Утверждена приказом директора (дата, номер)

12.01.2022 №12-30/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

02.06.2022 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования является оценка риска возникновения потенциально-возможных аварийных ситуаций на площадке производства полиэтилена.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i>	Обзор литературы; Анализ аварийных ситуаций на опасном производственном объекте; Расчет параметров и радиусов ударной волны облака ГВС, оценка риска возникновения аварийной ситуации.

<i>работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Таблицы, рисунки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Профессор ОСТН Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Юрий Викторович	к.т.н., доцент		04.02.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Живаев Владимир Александрович		04.02.2022 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11.03.2022	Обзор литературы; сбор, анализ, систематизации информации по ВКР	20
1.04.2022	Изучение методик анализа риска возникновения аварийной ситуации	10
12.04.2022	Проведение расчетов	15
25.04.2022	Обработка полученных результатов	15
13.05.2022	Анализ результатов расчета	10
23.05.2022	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
07.06.2021 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Юрий Викторович	к.т.н., доцент		04.02.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2022

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1E81	Живаев Владимир Александрович

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и диагностики	Отделение школы (НОЦ)	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 46800 руб. Оклад студента – 13650 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премимальный коэффициент руководителя 30%; Премимальный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 1,3%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ разработанной стратегии
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работы. Расчет трудоемкости выполнения работ. Подсчет бюджета исследования
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	4.03.2022
---	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Живаев Владимир Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1Е81		Живаев Владимир Александрович	
Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	Контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Анализ риска возникновения чрезвычайных ситуаций при производстве полиэтилена	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение	<p><i>Объект исследования:</i> установка полимеризации этилена <i>Область применения:</i> полимеризация этилена <i>Рабочая зона:</i> производственное помещение <i>Размеры зоны:</i> 750*600м. <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> Узел бустерного компрессора, узел дозирования пропана, узел компрессора II каскада, блок реактора со станцией горячей воды, подготовки и дозирования инициатора, сепаратор продукта НД и блок газа рециркуляции НД, блок газа рециркуляции ВД с системой внутреннего охлаждения, узел дозирования пропионового альдегида <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> компримирование этилена до давления реакции, дозирование инициатора, дозирование модификатора, полимеризация этилена, разделение полиэтилена и непрореагировавшего этилена, конфекционирование.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения	<p>Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 N 52-ФЗ; СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда; ТК РФ Статья 100. Режим рабочего времени; ТК РФ Статья 108. Перерывы для отдыха и питания; ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Федеральный закон РФ от 21.07.97 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места</p>
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения	<p>Опасные факторы: 1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; 2. Короткое замыкание; 3. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов; 4. Повышенная температура поверхностей, оборудования, материалов. 5. Оборудование, работающее под избыточным давлением</p> <p>Вредные факторы:</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень общей вибрации; 2. Повышенный уровень шума 3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего. 5. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса; 6. Выброс вредных веществ. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: архитектурно-планировочные изменения расположения оборудования, защита расстоянием, использование устройств звукоизоляции, установка на оборудование шумоглушающих коробов, щитов, кожухов, размещение искусственных источников света непосредственно над рабочим местом работающего.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: химическое заражение территории при аварии Размер СЗЗ: 1000 метров от границы территории промышленной площадки по всем направлениям. Воздействие на литосферу: твердые бытовые отходы Воздействие на гидросферу: продукты жизнедеятельности персонала Воздействие на атмосферу: выбросы из вентиляционных систем, содержащие низкие концентрации химических веществ; тепловое испарение вследствие испарения части охлаждающей воды</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</p>	<p>Возможные ЧС: Техногенные аварии (отказ систем безопасности; пожар пролива горючих жидкостей в помещении; выброс опасных веществ; образование ТВС (ГВС, ПВС) и взрыв на открытом пространстве или в помещении, взрыв внутри оборудования) Наиболее типичная ЧС: пожар в следствии взрыва оборудования</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику 01.03.2021</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Живаев Владимир Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему: «Анализ риска возникновения чрезвычайных ситуаций при производстве полиэтилена» состоит из текстового документа, выполненного на 75 страницах, содержит 3 рисунка, 23 таблицы и 25 источников.

Ключевые слова: опасный производственный объект, технологический процесс, этилен, полиэтилен, аварийная ситуация на нефтеперерабатывающем предприятии.

Цель работы – оценка аварийных рисков при производстве полиэтилена и предложение организационных мероприятий для их снижения.

В процессе исследования проводились: анализ литературных источников, содержащих информацию о методах исследования аварийных ситуаций, способах их предупреждения и ликвидации, а также расчеты риска и параметров облака ГВС.

В результате исследования были выявлены одни из наиболее вероятных опасностей, связанных с возникновением аварийных ситуаций, был рассмотрен сценарий аварийной ситуации на площадке производства полиэтилена, а также произведен расчет параметров и радиусов ударной волны образовавшегося облака ГВС, произведена оценка риска возникновения аварийной ситуации и рассмотрены способы и средства, направленные на предупреждение аварийной ситуации.

Степень внедрения: полученные в работе результаты могут быть использованы в разработке инженерно-технических мероприятий, направленных на предупреждение аварийных ситуаций на площадке производства полиэтилена.

Область применения: объекты нефтеперерабатывающей отрасли.

ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ОПО – опасный производственный объект;

ГВС – газо-воздушная смесь;

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;

ПАЗ – система противоаварийной защиты;

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	15
1.1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	15
2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	19
2.1 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	19
2.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	19
2.3 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	20
2.4 АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЪЕКТА	25
2.5 АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВАРИИ.....	28
2.6 СЦЕНАРИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВАРИИ.....	30
3. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....	33
3.1 ОЦЕНКА РИСКА	33
3.2 ОПИСАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ.....	34
3.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЛАКА ГВС.....	35
3.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСОВ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ОБРАЗОВАВШЕГОСЯ ОБЛАКА ГВС	36
3.5 МЕРОПРИЯТИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ	39
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	41
4.1 ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	41
4.2 АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....	42
4.3 SWOT-АНАЛИЗ	44
4.4 ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.....	46
4.4.1 СТРУКТУРА РАБОТ В РАМКАХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ....	46
4.4.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ	48
4.4.3 РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	48
4.5 БЮДЖЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	51
4.5.1 РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НТИ.....	52
4.5.2 РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	52

4.5.3 ОСНОВНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА ИСПОЛНИТЕЛЯ ТЕМЫ.....	53
4.5.4 РАСЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ	55
4.5.5 ОТЧИСЛЕНИЯ ВО ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ.....	56
4.5.6 НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ.....	56
4.5.7 ФОРМИРОВАНИЕ БЮДЖЕТА ЗАТРАТ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА.....	57
4.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	57
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	59
5.1 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	59
5.2 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	61
5.2.1 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ	62
5.2.2 ВИБРАЦИЯ	63
5.2.3 ШУМ	64
5.2.4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНОГО МИКРОКЛИМАТА	65
5.2.5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ	66
5.2.6 ПСИХОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ.....	67
5.2.7 МЕХАНИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ.....	67
5.2.8 ВЫБРОС ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ	68
5.2.9 ОБОРУДОВАНИЕ, РАБОТАЮЩЕЕ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ.....	69
5.3 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	70
5.4 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	74

ВВЕДЕНИЕ

Деятельность по увеличению производственной (промышленной) безопасности сегодня является необходимой задачей, направленной на обеспечение эксплуатируемых опасных производственных объектов, по понижению риска аварийных ситуаций. Наиболее распространенными причинами многих несчастных случаев на производстве являются: незнание или нарушение правил безопасности в организации работ. Таким образом, наиболее опасным в технологическом процессе является человек и его действия. Увеличение уровня безопасности на производстве будет достигаться при соблюдении норм и правил в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется различные оборудование.

Контроль за соблюдением промышленной безопасности осуществляется Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, основными функциями которой являются:

1) выработка и реализация государственной политики и нормативно правовое регулированию в установленной сфере деятельности;

2) контроль и надзор в сфере промышленной безопасности, безопасности электрических и тепловых установок и сетей, безопасности гидротехнических сооружений, безопасности производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения;

специальные функции в области государственной безопасности в указанной сфере.

Чтобы повысить уровень безопасности на производстве, необходимо провести анализ опасностей и предложить мероприятия по улучшению уровня безопасности

Актуальность работы связана с обеспечением промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

Объектом исследования данной работы является ООО «Томскнефтехим», а именно, площадка производства полиэтилена

Цель работы – оценка аварийных рисков при производстве полиэтилена и предложение организационных мероприятий для их снижения.

Для выполнения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Анализ возникновения аварийных ситуаций на предприятиях нефтехимической отрасли;
- 2) Построение сценария развития аварийной ситуации с указанием основных причин ее возникновения;
- 3) Оценка риска возникновения аварийной ситуации
- 4) Предложение мер, направленных на предупреждение аварийной ситуации.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Производства нефтехимической отрасли являются наиболее пожароопасными объектами, так как в их технологическом процессе обращается большой объем опасных веществ.

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», к категории опасных производственных объектов относятся те, на которых:

1) получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества: воспламеняющиеся газы; окисляющие вещества; горючие вещества; взрывчатые вещества; токсичные вещества; высокотоксичные вещества; вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды в количествах, превышающих нормы, установленные этим законом;

2) используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С;

3) используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы.

На производстве аварийная ситуация может произойти в результате событий природного (землетрясение, ураган) или техногенного (ошибки персонала, износ оборудования) характера, последствиями которых будут являться пожары, взрывы, нанесение ущерба людям, окружающей среде и экономике предприятия.

При оценке риска необходимо выявить причины, которые послужили возникновению аварийной ситуации. После чего можно будет сделать вывод о приемлемости риска. Чтобы оценить частоту возникновения события, проводят анализ уже произошедших аварий.

В таблице 1 представлена статистика аварий, которые произошли за 2010-2022 гг. на производствах нефтеперерабатывающей отрасли [1]. Видно, что в течение 10 лет количество погибших людей уменьшается, но показатели все же неутешительны.

Таблица 1 – Статистика чрезвычайных ситуаций за 2010-2020 гг. на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности в РФ

Год	Вид и количество чрезвычайных происшествий						Всего
	Взрыв	%	Пожар	%	Выброс	%	
2010	9	56	4	25	3	19	16
2011	16	80	1	5	3	15	20
2012	6	33	5	28	7	39	18
2013	3	21	6	43	5	28	14
2014	5	26	8	42	6	32	19
2015	6	32	11	58	2	10	19
2016	8	44	3	17	7	39	18
2017	6	32	9	47	4	21	19
2018	2	17	9	75	1	8	12
2019	3	17	12	66	3	17	18
2020	3	33	2	22	4	45	9
Итого	67	36	70	39	45	25	182

В таблице 2 представлены данные по несчастным случаям со смертельным исходом в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности в РФ за последние 10 лет.

Таблица 2 – Статистика смертельных случаев в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности в РФ

Причина поражения	Количество смертельных исходов	%
Термическое воздействие	68	70,1
Отравление вредными выбросами	4	4,1
Взрывная волна	1	1,0
Падение с высоты	4	4,1
Разрушение технических устройств	7	7,2
Недостаток кислорода	12	12,4
Прочее	1	1,0
Всего	97	100,0

Всего за период с 2010 по 2020 гг. произошло 182 аварийных ситуаций, в которых зафиксировано 97 со смертельными исходами. Основными поражающими факторами в рассмотренных смертельных случаях оказались ожоги, которые составили 70,1 %. Второй наиболее вероятной причиной гибели стал недостаток кислорода – 12 %. 4 человек погибли при падении с высоты (4,1 %), 1 % людей погибли при взрыве, 4,1% от отравления вредными выбросами, 7,2% от разрушения технических устройств и от прочих причин 1 %.

На основе анализа причин произошедших опасных событий, можно сделать вывод, что в большинстве случаев фактором возникновения аварий являются нарушения технологического режима, брак при изготовлении и ремонте, низкая конструктивная прочность. Также большую роль играет человеческий фактор – нарушение правил безопасности, технологического процесса.

В результате анализа причин аварий за 2010-2020 гг. можно сделать вывод о том, основной причиной является неудовлетворительное состояние технологического оборудования. Также частой причиной аварии является нарушение правил техники безопасности. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Анализ основных причин аварий на предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности в РФ

Причины аварий	Года	2020	2019	2018	2017	2016
Неудовлетворительное состояние технологического оборудования		67%	43%	71%	50%	45%
Нарушение правил техники безопасности		17%	29%	25%	17%	19%
Недостаточно качественные уплотнения на коммуникациях		16%	28%	4%	33%	36%

Снижение количества плановых и внеплановых проверок соблюдения требований промышленной безопасности обусловлено отменой проверочных мероприятий постановлениями Правительства Российской Федерации от 3 апреля

2020 г. № 438 «Об особенностях осуществления в 2020 году государственного контроля (надзора), муниципального контроля и о внесении изменения в пункт 7 Правил подготовки органами государственного контроля (надзора) и органами муниципального контроля ежегодных планов проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей» и от 2 апреля 2020 года № 440 «О продлении действия разрешений и иных особенностях в отношении разрешительной деятельности в 2020 г.» в связи с пандемией новой коронавирусной инфекции COVID-19.

Характерными нарушениями требований промышленной безопасности в 2020 году явились: отсутствие систем управления технологическими процессами и противоаварийной автоматической защиты; неудовлетворительная организация и проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования, зданий и сооружений, в том числе работ повышенной опасности; несвоевременное проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств, а также их эксплуатация при отклонении регламентированных параметров ведения технологических процессов; отсутствие аттестации в области промышленной безопасности руководящего состава и инженерно-технического персонала; неудовлетворительное ведение и оформление эксплуатационной документации (после ремонтов и испытаний); неудовлетворительная организация и осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах.

Таким образом, обеспечение промышленной безопасности на опасном производственном объекте определенно является актуальной задачей.

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

ООО «Томскнефтехим» занимается производством полимеров.

В состав предприятия входит производство мономеров - этилена и пропилена, полностью обеспечивающее сырьем производства полимеров: полипропилена и полиэтилена высокого давления.

Производственная инфраструктура включает в себя современный товарно-сырьевой парк, разгрузо-погрузочный комплекс, предназначенный для работы с крупнотоннажными контейнерами, и систему паллетирования сырья и готовой продукции.

Основное направление деятельности «Томскнефтехим» – производство полимеров.

2.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Объектом исследования является установка полимеризации этилена на площадке производства полиэтилена на основе технического углерода, схема технологических потоков которого представлена на рисунке 1.

В состав установки полимеризации этилена входят следующие узлы [2]:

- 1) узел приема этилена;
- 2) узел приема, хранения и дозирования пропилена;
- 3) узел дозирования кислорода;
- 4) узел дозирования пропионового альдегида (ПАЛ);
- 5) узел компрессоров 1 каскада;
- 6) узел компрессоров 2 каскада;
- 7) узел бустерного компрессора;
- 8) узел приема и раздачи масел;
- 9) реакторный узел;
- 10) узел первичной грануляции;

- 11) узел охлаждения и очистки возвратного газа;
- 12) узел приготовления и дозирования перекисных инициаторов;
- 13) станция горячей воды;
- 14) узел замкнутого контура охлаждения;
- 15) гидравлические системы;
- 16) узел общих вводов.

Один из узлов мы будем рассматривать в данной работе более подробно, а именно: узел компрессоров 1 каскада, на котором обрабатывается этилен (C_2H_4).

Этилен – это бесцветный горючий газ, взрывоопасный в смеси с кислородом и воздухом. Он обладает сладким запахом, его вдыхание оказывает наркотическое действие на человека. Воспламеняется при нагревании до $540\text{ }^{\circ}C$. Газ хорошо горит, пламя светящееся, со слабой копотью. Округленная молярная масса вещества — 28 г/моль .

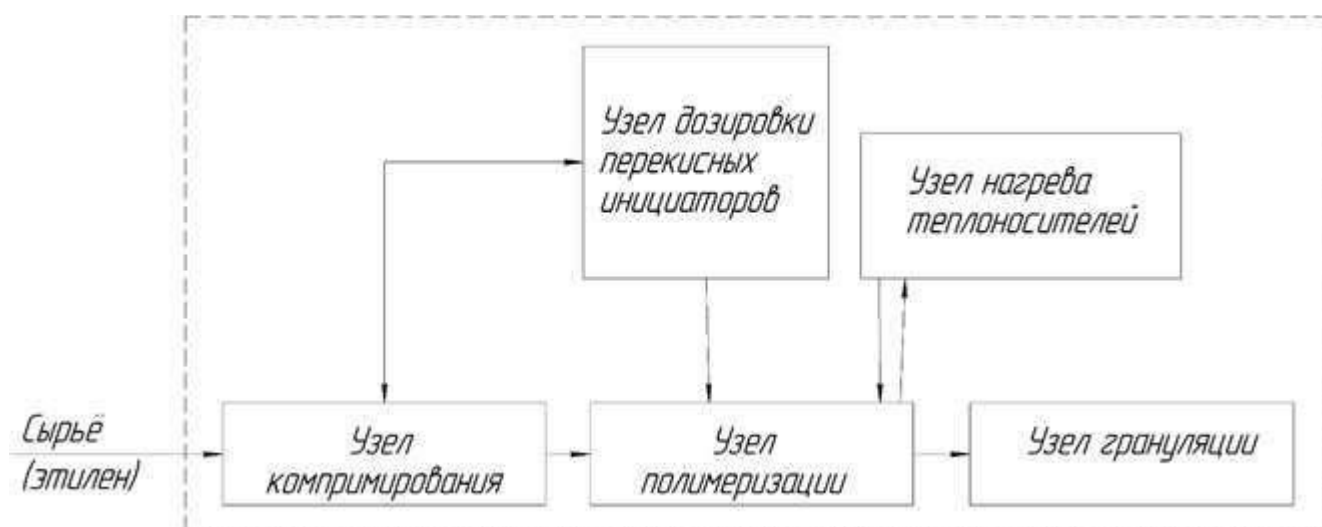


Рисунок 1 – Схема технологических потоков

2.3 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выбранного опасного события проводилась качественная и количественная оценка возможных последствий.

Взрыв облаков газоздушных смесей

Для расчета параметров взрывных волн при детонации облаков использовались данные по обработке экспериментальных результатов взрывов газовых облаков, полученных различными авторами [9].

$$\Delta P = \frac{80,8}{R} + \frac{222}{R^2} + \frac{121}{R^3}, \quad (1)$$

где ΔP – избыточное давление во фронте ударной волны, кПа;

R – безразмерное расстояние от эпицентра взрыва до заданной точки, определяемое по формуле:

$$R = \frac{r}{C_m^{1/3}}, \quad (2)$$

где r – расстояние от эпицентра взрыва до заданной точки, м;

C_m – тротильный эквивалент, кг, определяемый по формуле:

$$C_m = m \cdot \frac{q_1}{q_m}, \quad (3)$$

где m – масса вещества, участвующая во взрыве, кг;

q_1 и q_m – удельная теплота сгорания горючего компонента парогазовой среды и удельная энергия взрыва тротила, кДж/кг.

При оценке величины m принимается, что она, как правило, равно 0,1 от массы выброса парогазовой фазы (МПГФ).

Для вычисленных параметров ударной волны возможность разрушения объектов различного назначения и конструкций определяется по их устойчивости к создаваемым нагрузкам. Предельные параметры для возможности поражения людей при взрывах определены так же из [10].

Оценка риска

В настоящее время одним из эффективных способов исследования риска возникновения аварийных ситуаций является анализ и его дальнейшая оценка.

Рассматривая производственные опасности, которые могут привести к аварийной ситуации, можно оценить возможные последствия аварий, а вследствие этого разработать план мероприятий, направленный на уменьшение полученного ущерба и ликвидацию данных последствий.

Риск аварии – это уровень опасности, характеризующий возможность возникновения аварийной ситуации на опасном производственном объекте и тяжесть последствий данной ситуации. Основными количественными показателями риска аварии являются [11]:

1) технический риск – вероятность отказа технических устройств с определенными последствиями за определенный период функционирования опасного производственного объекта;

2) индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия на него различных исследуемых факторов опасности аварийных ситуаций;

3) потенциальный территориальный риск – частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке территории;

4) коллективный риск – предполагаемое количество пострадавших в результате возникновения возможных аварий за определенный период времени;

5) социальный риск – зависимость частоты возникновения событий F , в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N . Характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей;

6) ожидаемый ущерб – математическое ожидание величины ущерба от возникновения возможной аварии за определенный период времени.

Анализ риска аварий на опасных производственных объектах является неотъемлемой частью управления промышленной безопасностью, он заключается в систематическом использовании всей доступной информации касающейся производства, для выявления опасностей и оценки риска возникновения возможных аварийных ситуаций. Согласно приказу Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».

Анализ опасностей и оценки риска аварий на ОПО представляют собой совокупность научно-технических методов исследования опасностей

возникновения, развития и последствий возможных аварий, включающую планирование работ, идентификацию опасностей аварий, оценку риска аварий, установление степени опасности возможных аварий, а также разработку и своевременную корректировку мероприятий по снижению риска аварий [12].

Процесс проведения анализа риска включает следующие основные этапы [12]:

- 1) определение частоты возникновения аварийных и всех нежелательных событий;
- 2) оценка возможных последствий возникновения аварийных и иных нежелательных событий;
- 3) обобщение оценок риска.

Для определения частоты нежелательных событий рекомендуется использовать:

- 1) статистические данные по аварийности и надежности технологической системы, соответствующие специфике опасного производственного объекта или виду деятельности;
- 2) логические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий в система «человекмашина»;
- 3) экспертные оценки путем учета мнения специалистов в данной области.

Основные задачи этапа идентификации опасностей – выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей (сценариев) их реализации. Это ответственный этап анализа, так как не выявленные на этом этапе опасности не подвергаются дальнейшему рассмотрению и исчезают из поля зрения. Основными задачами этапа оценки риска являются [12]:

- определение частоты возникновения аварийных и всех нежелательных событий;
- оценка возможных последствий возникновения аварийных и иных нежелательных событий;
- обобщение оценок риска.

Для определения частоты нежелательных событий рекомендуется использовать:

статистические данные по аварийности и надежности технологической системы, соответствующие специфике опасного производственного объекта или виду деятельности;

логические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий в система «человекмашина»; экспертные оценки путем учета мнения специалистов в данной области.

Оценка последствий включает анализ возможных воздействий на людей, имущество и окружающую природную среду. Для оценки последствий необходимо оценить физические эффекты нежелательных событий (отказы, разрушение технических устройств, зданий, сооружений, пожары, взрывы, выбросы токсичных веществ), уточнить объекты, которые могут быть подвергнуты опасности.

Обобщенная оценка риска (или степень риска) аварий должна отражать состояние промышленной безопасности с учетом показателей риска от всех нежелательных событий, которые могут произойти на опасном производственном объекте.

Разработка рекомендаций по уменьшению риска является заключительным этапом анализа риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценок риска.

По окончании анализа риска, полученные результаты анализа используются при декларировании промышленной безопасности опасных производственных объектов, экспертизе промышленной безопасности, обосновании технических решений по обеспечению безопасности, страховании гражданской ответственности за причинение вреда в результате аварии или инцидента, оценке воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и при других процедурах, связанных с анализом безопасности.

2.4 АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЪЕКТА

Аварии, инциденты, имевшие место на рассматриваемом производстве [2]

26.11.2002 г. произошло возгорание полиэтилена в секции бункера промежуточного хранения полиэтилена из-за разряда статического электричества и недостаточной продувки воздухом бункера.

20.09.2005 г. произвели остановку экструдера из-за перегрева подшипника противодействия.

02.03.2006 г. произвели остановку экструдера из-за разрушения зубьев входных и выходных валов, зубчатых колес балансиров основного редуктора.

16.01.2007 г. произошло срезание зубьев шестерен понижающего редуктора (в период обкатки) на экструдере поз. 2300.4.

Анализ известных аварий на подобных местах.

Перечень аварий, имевших место на аналогичных объектах, и их описание представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень аварий, имевших место на аналогичных объектах

Дата и место происшествия	Вид аварии (инцидента)	Описание аварии и основные причины
09.12.1970 г. г. Порт-Хадсон	Взрыв пропана	На продуктопроводе произошел механический разрыв трубопровода диаметром 0,2 м с жидким пропаном под давлением 6 МПа, что привело к выбросу 60 т пропана и взрыву парогазового облака, размером - (500 × 16-20 × 4-7) м. От момента разрыва трубы до возгорания облака прошло 20 мин., что позволило эвакуировать жителей из этого малонаселенного района. Как полагают, источником воспламенения послужил искровой разряд термостата при проникновении пара в здание с оборудованием для глубокого охлаждения и находившегося в 300 м от места утечки по направлению ветра. Причина – механический разрыв трубопровода.
18.04.1982 г. г. Эдмонт (Канада)	Взрыв этилена в помещении компрессорной	В здании компрессорной на одном из предприятий имела место утечка 220-500 кг этилена из-за разрыва в арматуре прибора для измерения давления. Утечка продолжалась в течение нескольких минут. Причина. Усталость металла в арматуре прибора для измерения давления.
13.04.1984 г. ПО «Оргсинтез», г. Казань.	Воспламенение этилена	На производстве этилена низкого давления Казанского ПО «Оргсинтез» произошло разуплотнение фланцевого соединения фильтра на циркуляционном этиленовом компрессоре. При истечении этилен самовоспламенился. Причина. Разуплотнение фланцевого соединения.
03.01.1986 г. Волгоградский НПЗ Установка деасфальтизации	Взрыв пропана	Произошла разгерметизация сальникового уплотнения насоса по перекачке жидкого пропана, из-за взрыва из корпуса насоса одной из 2-х шпилек. Образовалось облако пропана, которое распространилось в сторону установки ЭЛОУ-АВТ-5, с последующим взрывом
13.06.1985 г.	Взрыв облака	Из-за разрушения графитовой втулки заднего торцевого

Новокуйбышевское НХК.	угле-водородных газов С3-С4	уплотнения насоса, произошел интенсивный выброс углеводородных газов С3-С4, что привело к образованию взрывоопасного облака газа, которое достигло блока печей и воспламенилось, в результате чего произошел взрыв облака на открытой площадке. Причина. Разгерметизация торцевого уплотнения насоса.
19.02.2009 ОАО «Уфимский НПЗ»	Взрыв	В корпусе, где находятся компрессорные установки произошел взрыв, в результате которого произошло факельное горение. Следствием чего стало частичное разрушение перекрытия помещения.
15.12.2011 г. Буденновск, завод по производству пластмассы «Ставролен», ОАО «Лукойл»	Взрыв с последующим возгоранием	Причиной аварии стал взрыв теплообменного аппарата. Затем произошло возгорание в цехе №1. Через несколько часов возгорание было локализовано. Пожар был полностью ликвидирован через сутки. При пожаре пострадали 9 человек, были госпитализированы 3 человека. Ущерб предприятия 25 млн. долларов.

Аварии на предприятиях нефтехимической отрасли могут произойти в результате разгерметизации технологического оборудования, выбросов через предохранительные клапана, преднамеренных действий и др. [3].

Анализ обстоятельств возникновения и развития аварий, имевших место на других аналогичных объектах в разный период времени показывает, что утечки опасных веществ из технологических систем их обращения могут происходить по ряду следующих основных причин:

Организационные причины:

- 1) дефекты изготовления, монтажа и сборки и некачественный ремонт оборудования;
- 2) выход параметров технологического процесса за критические значения
- 3) механическое повреждение или неисправности элементов технологического оборудования и трубопроводов, износ, коррозия, усталость металла;
- 4) прекращение подачи энергоресурсов;
- 5) прекращение подачи вспомогательных продуктов;
- 6) нарушения в системе промышленной канализации и вентиляции;
- 7) некачественная молниезащита и др.

В ряде случаев аварии могут возникать по совокупности разных причин.

2.5 АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВАРИИ

Технологический процесс производства полиэтилена высокого давления осуществляется по непрерывной схеме и преимущественно в герметичных аппаратах.

При соблюдении правил эксплуатации процесс не обладает возможностью взрыва внутри технологической аппаратуры [4].

К основным факторам, определяющим опасность объекта, относятся:

- 1) применение, обращение и получение взрывопожароопасных веществ
- 2) параметры технологического процесса – температура (до 330 °С) и давление (до 250 МПа);
- 3) наличие взрывопожароопасных веществ в аппаратах в значительном количестве;
- 4) сложность технологической системы;
- 5) наличие электрических устройств высокого напряжения.

В зависимости от характера разгерметизации, особенностей размещения оборудования, а также погодных и других условий, аварийные ситуации могут реализовываться в следующих видах [5]:

- 1) врыв облака ГВС;
- 2) пожар пролива горючей жидкости;
- 3) пожар-вспышка – сгорание облака предварительно перемешанной газопаровоздушной смеси без возникновения волн давления, опасных для людей и окружающих объектов;
- 4) горение струи – факельное горение – диффузионное горение газовых и парогазовых смесей;
- 5) «огненный шар».

К причинам, способствующим возникновению аварийной ситуации можно отнести:

- 1) Опасности, связанные с технологическим процессом;
- 2) Износ, повреждения, деформация, коррозия оборудования;
- 3) Ошибочные действия рабочих;
- 4) Прекращение подачи энергоресурсов.

Все нарушения (отклонения), связанные с вышеперечисленными причинами, могут вызвать отказ оборудования, разгерметизацию технологического блока (аппаратов, трубопроводов) и выброс опасных веществ в атмосферу.

Поскольку в данной работе будет идти речь об узле компрессоров 1 каскада, то необходимо рассмотреть опасности, связанные с основными (типовыми) процессами.

Гидродинамические процессы

Гидродинамические процессы на установке протекают при перекачивании продуктов насосами, перемещении газов паров и жидкостей по трубопроводам, компримировании этилена.

Основные опасности, связанные с данного вида процессами, связаны с возможностью различного рода разуплотнений насосного и компрессорного оборудования и выброса значительных количеств опасных веществ в окружающую среду вследствие высоких расходов перекачиваемых сред. Аварийная остановка насосов и компрессоров может привести к нарушениям гидравлического и теплового режима системы и разрушению оборудования. При попадании жидкости на прием компрессора возможно его разрушение в результате гидроудара.

При разгерметизации насосного оборудования, трубопроводов, уплотняющих устройств, вследствие отказов оборудования, отказов систем сигнализации и блокировок, вибрации трубопроводов, ошибок ремонтного и обслуживающего персонала возможен выброс жидких или газообразных продуктов с образованием очагов пролива, зон загазованности с опасностью возникновения взрыва или пожара [6].

2.6 СЦЕНАРИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВАРИИ

Под сценарием понимается полное и формализованное описание следующих событий: фазы инициирования аварии, инициирующего события аварии, аварийного процесса и чрезвычайной ситуации, потерь при аварии, включая специфические количественные характеристики событий аварии, их пространственно-временные параметры и причинные связи [7].

Фаза инициирования аварии – это период времени, в течение которого происходит накопление отказов оборудования (например,

накопление скрытых дефектов, появление усталостных трещин, раковин, неисправность предохранительных устройств, низкое качество проводимых ремонтных работ), отклонений от технологического регламента (например, скачкообразное повышение давления, возникновение неконтролируемых химических реакций), ошибок персонала (например, нарушение правил безопасной эксплуатации) и внешних воздействий (например, отключение электроэнергии, механическое воздействие), совокупность которых приводит к возникновению инициирующего события аварии [8].

Иницирующие событие аварии состоит в разгерметизации системы хранения и/или переработки, отпуска опасных веществ.

Аварийный процесс – процесс, при котором сырье, промежуточные продукты, продукция предприятия и отходы производства, установленное на промышленной площадке оборудование вовлекаются в результате возникновения инициирующего события аварии в не предусмотренные технологическим регламентом процессы (прежде всего физико-химические) взрывы, пожары, токсические выбросы, разливы и т.д.; и создают поражающие факторы ударные, осколочные, тепловые и токсические нагрузки для персонала объекта, населения и окружающей среды, а также самого промышленного предприятия [8].

Каждая аварийная ситуация, при сочетании определенных условий может быть, как приостановлена, так и перейти в следующую стадию развития или на более высокий уровень.

Характер возникающих на объекте аварий с точки зрения возможности их развития, связан с выбросами из технологического оборудования опасных веществ, в конечном счете определяется их физическими свойствами и количествами.

С целью анализа сценария, отражающего наиболее опасные события на исследуемом объекте, рассмотрены последствия аварии с полной разгерметизацией оборудования.

В соответствии с принятой МЧС РФ концепцией безопасности населения и производственного персонала максимальная гипотетическая авария (МГА) сопровождается [7]:

- 1) полным аварийным раскрытием блока технологической установки;
- 2) выбросом в атмосферу всего содержимого блока;

Исходя из вышеперечисленного и, принимая во внимание «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах», утвержденное приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144, приведем пример возможного сценария развития аварии в узле компрессоров 1 каскада:

Полная разгерметизация компрессора 1-го каскада → выброс этилена без мгновенного воспламенения → образование облака ГВС взрывоопасной концентрации + источник зажигания → взрыв облака ГВС → барическое поражение людей, оборудования, зданий и сооружений.

Для установки, как правило, составляется таблица, в которой рассчитываются и учитываются количество опасного вещества, участвующего в аварии и создании поражающих факторов. Далее происходит расчет вероятных зон действия поражающих факторов для сценария аварии. Данные заносятся в таблицу и хранятся в проектной документации производства и отдела по охране труда, промышленной безопасности и пожарной безопасности.

3. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 ОЦЕНКА РИСКА

Любой сценарий начинается с инициирующего события, которое может возникнуть с некоторой частотой. Возможные причины и факторы, способствующие возникновению и развитию аварий на исследуемом объекте приведены выше (п.2.4-2.5).

Для оценки частоты возникновения аварийных ситуаций применим вероятностный подход, основанный на статистических данных по оценке частоты отказа оборудования.

Рекомендуемая среднестатистическая частота разгерметизации компрессора (в соответствии с Приложением №1 к пункту 15 Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах) составляет $1 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹.

Вероятности реализации сценариев аварийных ситуаций рассчитывались методом мультипликативной свертки вероятности разгерметизации оборудования и вероятностей возникновения негативных факторов.

При расчете вероятностей реализации сценариев использовалось «дерево событий» приведенное на рисунке 2.

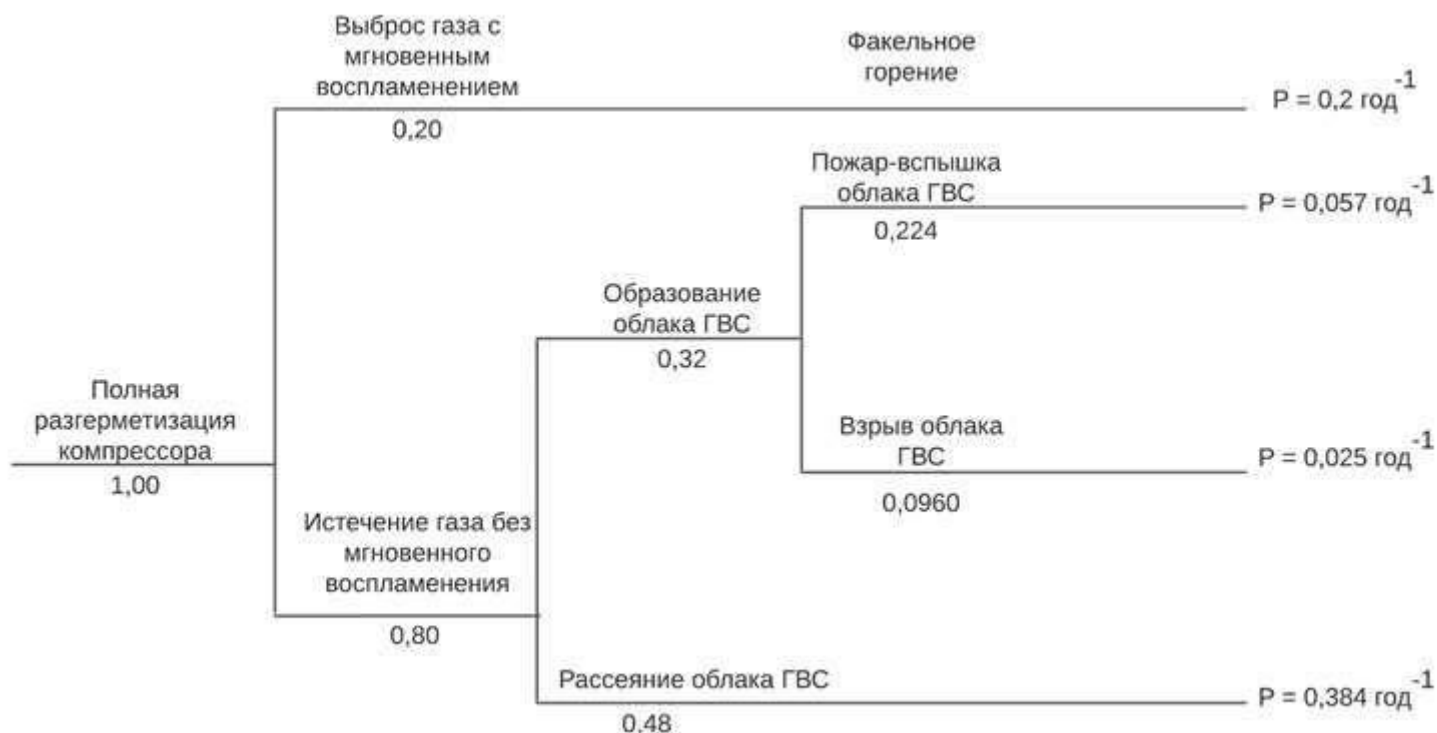


Рисунок 2 – «Дерево событий при полной разгерметизации компрессора

Таким образом, при полной разгерметизации компрессора 1 каскада, взрыв облака ГВС ($P = 2,5 \cdot 10^{-6}$) является наименее вероятным событием.

3.2 ОПИСАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

Чтобы смоделировать аварийную ситуацию, необходимо рассмотреть погодные условия на исследуемой территории.

Вероятность образования облака ГВС в Томской области крайне низка. Причиной этому служат регулярные ветра. Но штилевая безветренная погода все же присутствует. Поэтому для возникновения проектируемой аварийной ситуации будем считать, что облако ГВС образовалось в безветренную, жаркую погоду.

Характеристики метеорологической обстановки при рассматриваемой аварийной ситуации:

Месяц: июнь

Температура воздуха: 25 °С

Направление ветра: С-З

Время: 13:00

3.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЛАКА ГВС

В данной работе полагается, что в образовании облака ГВС участвует горючее вещество одного вида, в противном случае (для смеси нескольких горючих веществ) характеристики ГВС, используемые при расчетах параметров ударных волн, определяются отдельно.

Масса газовых веществ (кг), участвовавших во взрыве, определяется произведением:

$$m = z \cdot m, \quad (4)$$

где z – доля приведенной массы парогазовых веществ, участвующих во взрыве.

В соответствии с Приложением 3 ФНиП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», для производственных помещений (зданий) и других замкнутых объемов значения z принималось равной 0,3.

Таким образом, согласно паспортным данным установки, масса газовых веществ составит 1260 кг.

Определение объема и плотности газа в облаке:

На основании уравнений Клайперона, плотность любого газа при температуре может быть рассчитана по формуле:

$$\rho_{\Gamma} = \rho_0 \cdot \frac{T_p \cdot p}{T \cdot p_0} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273 \cdot p}{T \cdot p_0}, \quad (5)$$

где M – молярная масса газа, образующего облако ГВС (28 кг/моль)

$p_0 = p = 10^5$ – атмосферное давление, кПа;

T – температура окружающей среды (25 °С = 298 °К)

Таким образом: $\rho_r = 1,15 \text{ кг/м}^3$

Зная плотность и массу вещества, выделившуюся при полной разгерметизации оборудования, можно определить объем газового облака:

$$V = \frac{m}{\rho_r} = \frac{1260}{1,15} = 1095,65 \text{ м}^3$$

Размеры облака при максимальном выбросе достаточно велики, чтобы оно было «поглощено» воздухозаборной трубой системы приточной вентиляции помещения. Поэтому, при наличии источника зажигания, произойдет взрыв.

3.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСОВ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ОБРАЗОВАВШЕГОСЯ ОБЛАКА ГВС

Так как температура самовоспламенения веществ, образующих облако ГВС, слишком высока для реализации этого процесса при нормальных условиях, для возникновения аварийной ситуации необходим контакт с источником зажигания.

Предполагаемые источники зажигания:

Ошибка персонала

Не редко серьезные аварийные ситуации возникают в следствие халатности или небрежного отношения рабочего персонала к технологическому процессу и правилам промышленной безопасности.

Сбой автоматики

Еще чаще нештатные ситуации на объектах возникают в результате перебоев в работе электроники и автоматики, обеспечивающей работу установок.

Разряд статического электричества.

Опасность статического электричества давно доказана, для детонации облака ГВС достаточно даже небольшого потенциала (например, с тела человека).

Определение режима взрывного превращения облака ГВС

Основную массу облака ГВС, согласно паспорту установки, составляет этилен. Он относится ко 2 классу взрывоопасных веществ [13].

Определяем режим взрывного превращения облака ГВС по таблице 5.

Таблица 5 – Режимы взрывного превращения облака ГВС

Класс топлива	Класс окружающего пространства			
	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	4	5
4	3	4	5	6

Класс взрывного превращения – 2.

Определение радиусов зон разрушений от ударной волны

По Таблице 6 определим вспомогательные коэффициенты (а) для различных степеней разрушения промышленных зданий.

Таблица 6 – Вспомогательные коэффициенты (а) для определения размеров зон разрушений и растрекления промышленных зданий от ударной воздушной волны при авариях на пожаровзрывоопасных объектах

Степень разрушения	Режим взрывного превращения					
	1	2	3	4	5	6
Полная	1,71	1,66	1,58	1,52	1,42	1,32
Сильная	2,06	1,96	1,82	1,77	1,67	1,57
Средняя	2,26	2,21	2,02	1,97	1,82	1,77
Слабая	2,53	2,46	2,42	2,32	2,22	2,17
Расстрекление	2,91	2,76	2,66	2,62	2,6	2,51

Радиусы зон разрушений определяем по формуле:

$$R_i = 10^{(0,321 \cdot \lg M + a)}, \quad (6)$$

где R_i – радиус зоны разрушения (полной, сильной, средней, слабой) или зоны расстекления, м;

a – вспомогательный коэффициент;

M – масса топлива, участвующая в реакции, т

Таким образом:

$$R_{\text{полн.}} = 10^{(0,321 \cdot \lg 1,26 + 1,66)} = 49,23 \text{ м};$$

$$R_{\text{сильн.}} = 10^{(0,321 \cdot \lg 1,26 + 1,96)} = 98,22 \text{ м};$$

$$R_{\text{средн.}} = 10^{(0,321 \cdot \lg 1,26 + 2,21)} = 174,67 \text{ м};$$

$$R_{\text{слаб.}} = 10^{(0,321 \cdot \lg 1,26 + 2,46)} = 310,61 \text{ м}.$$

Схема радиусов воздействия ударной волны представлена на рисунке 3. Видно, что в эти области не попадают административные здания, в которых присутствует основная концентрация рабочего персонала, поэтому условными погибшими можем принять обслуживающий персонал.

Однако, несмотря на то, что административные здания от ударной волны не пострадают, в область разрушений попадают значительное количество технологических установок, которое в следствие смогут повлечь более катастрофические последствия.

Избыточное давление на фронте ударной волны в условной точке определяем по формулам (1-3).

Таким образом, на границе области полных разрушений, избыточное давление будет равно $\Delta P_{\text{полн.}} = 120,1$ кПа, и для остальных границ зон: $\Delta P_{\text{сильн.}} = 71,2$ кПа, $\Delta P_{\text{средн.}} = 30,4$ кПа, $\Delta P_{\text{слаб.}} = 14,6$ кПа.

Очевидно, что последствия взрыва станут иницирующим событием более серьезной аварии ввиду попадания в эти области значительного количества технологического оборудования и прямой угрозой для жизни человека.

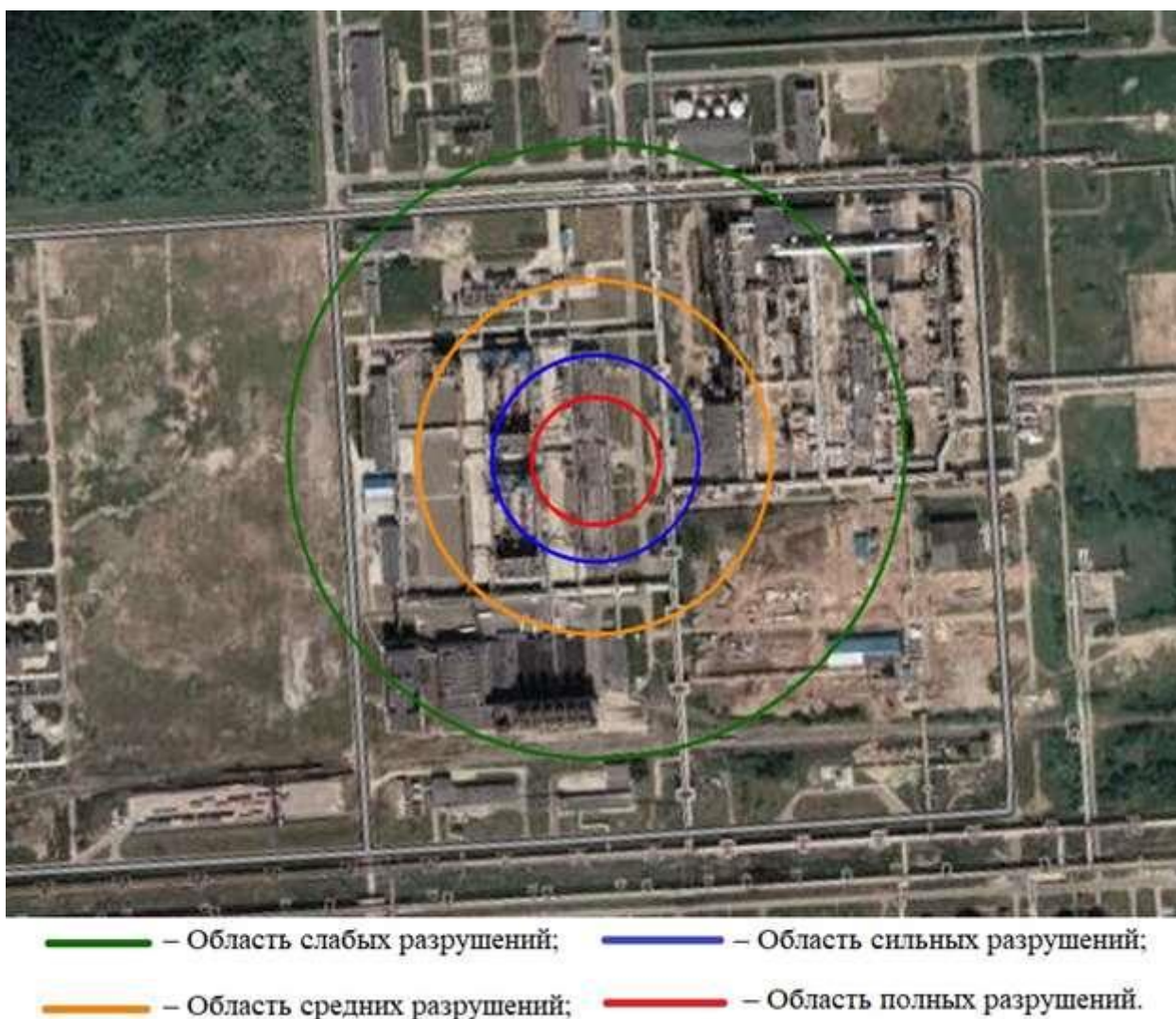


Рисунок 3 – Схема радиусов воздействия ударной волны

3.5 МЕРОПРИЯТИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

Основными причинами разгерметизации компрессоров, способствующие возникновению аварийной ситуации являются:

- 1) Повышение давления в системе;
- 2) Трещины сварных соединений компрессоров, возникающие в следствие коррозии или ремонта;
- 3) Не плотность запорно-регулирующей арматуры;
- 4) Износ уплотнений насосов и др.

Общими организационно-техническими мероприятиями, направленными на уменьшение риска разгерметизации компрессоров являются:

- 1) Система предохранительных клапанов;
- 2) Внедрение комплексной программы контроля за технологическими параметрами процесса с выводом информации, характеризующей безопасную работу оборудования, на операторское место
- 3) Осуществление контроля за общим комплексом мероприятий по повышению технологической дисциплины и увеличения ресурса работы оборудования;
- 4) Совершенствование мероприятий по профессиональной и противоаварийной подготовке производственного персонала, обучение способам защиты и действиям в аварийных ситуациях;
- 5) Обеспечение автоматического контроля за состоянием воздушной среды, установка газоанализатора на этилен.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Тема: «Анализ риска возникновения чрезвычайных ситуаций при производстве полиэтилена»

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель данного раздела – определение перспективности и успешности НИ, оценка его эффективности. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Выявить потенциальных потребителей результатов исследования;
- 2) Сделать анализ конкурентных технических решений;
- 3) Провести SWOT-анализ;
- 4) Распланировать структуру работы в рамках научного исследования;
- 5) Определить трудоемкость работ;
- 6) Разработать графика проведения научного исследования;
- 7) Рассчитать бюджет научно-технического исследования;
- 8) Выявить эффективность исследования.

Целью НИР является разработка мероприятий, направленных на предупреждение и ликвидацию аварийных ситуаций на площадке производства полиэтилена.

4.1 ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Технологическое оборудование, предназначенное для производства полиэтилена, представляет собой сложный комплекс аппаратов и агрегатов, которые эксплуатируются на регулярной основе. Соответственно, всегда присутствует риск возникновения аварийной ситуации в любом виде оборудования.

Необходимость проведения анализа возникновения чрезвычайных ситуаций на площадке производства полиэтилена обусловлена принадлежностью данного вида производства к опасным производственным объектам (ФЗ-116), потенциальным риском для жизни и здоровья персонала и чрезвычайной дороговизной восстановления зданий, сооружений и оборудования в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Потенциальным потребителем результатов проведенного исследования «Анализ риска возникновения чрезвычайных ситуаций при производстве полиэтилена» являются все предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической отрасли, строительство, а также научно-исследовательские институты, занимающиеся исследованием в области промышленной безопасности.

Для анализа потенциальных потребителей результатов проведенного исследования проанализирован целевой рынок и проведено его сегментирования. Результаты представлены в таблице 7

Таблица 7 – Карта сегментирования рынка в области пожаробезопасности

	Область применения		
	Разработка промышленной безопасности	Повышение безопасности	Совершенствование технологического оборудования
Нефтехимические предприятия	++	++	+
НИИ	+	+	+
Строительство	+		

Анализ сегментов рынка показывает, что исследования в области промышленной безопасности могут проводиться любым предприятием.

Примером предприятия потребителя является компания ООО «Томскнефтехим» г. Томск.

4.2 АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		БЕ	БИ	БВ	КЕ	КИ	КВ
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Универсальность метода	0,15	4	3	3	0,6	0,45	0,45
2. Безопасность метода	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
3. Снижение воздействия на соседние объекты при аварии	0,25	4	4	4	0,8	0,65	0,7
4. Надежность технологического процесса	0,1	5	4	4	0,9	0,5	0,6
5. Безопасность обслуживания установок	0,15	4	5	4	0,85	0,7	0,45
Экономические критерии оценки эффективности							
6. Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
7. Экономическая эффективность оценки риска	0,1	4	4	3	0,4	0,3	0,25
Итого	1	31	29	26	4,8	3,75	3,5

Где Б_Е–измерение толщины электроемкостным методом контроля;

Б_И– измерение толщины индуктивным методом контроля;

Б_В– измерение толщины вихретоковым методом контроля.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i \quad (7)$$

где K – конкурентоспособность вида;

V_i – вес критерия (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

По данным оценочной карты можно увидеть, что для повышения конкурентоспособности с минимальными издержками более эффективно использовать электроемкостной метод контроля для оценки риска возникновения аварийной ситуации на площадке производства полиэтилена.

4.3 SWOT-АНАЛИЗ

Произведем также в данном разделе SWOT – анализ НИ, позволяющий оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

На первом этапе SWOT анализа в таблице 9 были описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НИ.

Таблица 9 – Матрица SWOT анализа

Сильные стороны	Возможности
<p>С1. Прогрессивное и всестороннее законодательство в сфере промышленной безопасности;</p> <p>С2. Успешные мероприятия по обеспечению безопасности на опасном производственном объекте;</p> <p>С3. Выполнение работ согласно инструкциям и регламенту;</p> <p>С4. Стаж, возраст и высокая квалификация сотрудников.</p>	<p>В1. Спрос на полученные результаты исследования;</p> <p>В2. Эффективное выполнение законов в области промышленной безопасности;</p> <p>В3. Эффективное использование методов исследования для обеспечения безопасности на опасном производственном объекте.</p>
Слабые стороны	Угрозы
<p>Сл1. Отсутствие у сотрудников интереса к выполнению обязанностей по промышленной безопасности;</p> <p>Сл2. Нехватка квалифицированных кадров в данной области</p> <p>Сл3. Необходимость проводить ППР только при остановке процесса</p>	<p>У1. Отсутствие спроса на данные методы;</p> <p>У2. Ведение дополнительных или новых государственных требований в области промышленной безопасности;</p> <p>У3. Ухудшение конкурентной ситуации.</p>

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Интерактивная матрица проекта представлена в таблицах 10-11.

Таблица 10 - Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

Возможности проекта	Сильные стороны				Слабые стороны		
		С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2
B1	-	+	+	-	0	-	+
B2	+	+	0	0	-	-	-
B3	+	+	+	+	-	-	-

Таблица 11 - Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

Угрозы проекта	Сильные стороны				Слабые стороны		
		С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2
У1	-	+	-	+	+	-	-
У2	+	+	+	-	-	-	0
У3	-	+	-	-	-	-	-

При анализе интерактивных таблиц можно выявить следующие коррелирующее сильных и слабых сторон и возможностей: В1С2С3С; В1Сл3; В2С1С2; В3С1С2С3С4.

Коррелирующее сильных и слабых сторон и угроз: У1С2С4; У1Сл1; У2С1С2С3; У3С2.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 12.

Таблица 12 - Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Прогрессивное и всестороннее законодательство в сфере промышленной	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие у сотрудников интереса к выполнению обязанностей по промышленной
--	--	---

	<p>безопасности;</p> <p>С2. Успешные мероприятия по обеспечению безопасности на опасном производственном объекте;</p> <p>С3. Выполнение работ согласно инструкциям и регламенту;</p> <p>С4. Стаж, возраст и высокая квалификация сотрудников.</p>	<p>безопасности;</p> <p>Сл2. Нехватка квалифицированных кадров в данной области</p> <p>Сл3. Необходимость проводить ППР только при остановке процесса</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Спрос на полученные результаты исследования;</p> <p>В2. Эффективное выполнение законов в области промышленной безопасности;</p> <p>В3. Эффективное использование методов исследования для обеспечения безопасности на опасном производственном объекте</p>	<p>В результате успешного использования сотрудниками методов, направленных на предупреждения и ликвидацию аварийной ситуации, соответствующих законодательству Российской Федерации, повыситься безопасность на опасном производственном объекте.</p>	<p>При отсутствии квалифицированных специалистов и халатном отношении к обучению основным правилам и регламентам сотрудников, велик риск возникновения аварийной ситуации</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данные методы;</p> <p>У2. Ведение дополнительных или новых государственных требований в области промышленной безопасности;</p> <p>У3. Ухудшение конкурентной ситуации.</p>	<p>Введение дополнительных или новых требований в области промышленной безопасности влияет на технологичность методов.</p>	<p>Самой большой угрозой для проекта является введение дополнительных или новых требований в области промышленной безопасности. Это непосредственно влияет на актуальность проекта.</p>

4.4 ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

4.4.1 СТРУКТУРА РАБОТ В РАМКАХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках научного исследования;
- 2) определение участников каждой работы;
- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научных исследований.

Одним из методов для оптимизации работ является метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Составление и утверждение темы ВКР, составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент
Основной этап	2	Выбор направления и изучение литературы по теме исследования	Студент
	3	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент
	4	Календарное планирование работ	Научный руководитель, студент
	5	Написание теоретической части ВКР	Научный руководитель, студент
	6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение практической части ВКР	Студент
Заключительный этап	8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, студент
	9	Оформление ВКР	Студент

4.4.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, который зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (8)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ по нескольким исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (9)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.4.3 РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее удобным и наглядным представлением проведения научных работ является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построение графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (10)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (11)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Таблица 14 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоемкость			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
		t_{mini}	t_{maxi}	$t_{\text{ожи}}$			
1	Составление и утверждение темы ВКР, Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	1	4	2,2	Научный руководитель, студент	1	1
2	Выбор направления и изучение литературы по теме исследования	7	14	9,8	Студент	10	15
3	Сбор, анализ,	14	20	16,4	Студент	16	24

	систематизация информации по теме ВКР						
4	Календарное планирование работ	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
5	Написание теоретической части ВКР	7	14	9,8	Студент	10	15
6	Подведение промежуточных итогов	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
7	Выполнение практической части ВКР	7	21	12,6	Студент	13	19
8	Оценка эффективности полученных результатов	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
9	Оформление ВКР	14	28	19,6	Студент	20	30

На основе таблицы 14 составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграмм Ганта (таблица 15)

Таблица 15 – Календарный план-график проведения научного исследования

№ работ	Вид работ	Исполнители	Тк _и , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				январь			февраль			март			апрель			май		
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение темы ВКР, Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Ст, НР	1															
2	Выбор направления и изучение литературы по теме исследования	Ст	15															
3	Сбор, анализ, систематизация	Ст	24															

	информации по теме ВКР																	
4	Календарное планирование работ	Ст, НР	1															
5	Написание теоретической части ВКР	Ст,	15															
6	Подведение промежуточных итогов	Ст, НР	1															
7	Выполнение практической части ВКР	Ст,	19															
8	Оценка эффективности полученных результатов	Ст, НР	1															
9	Оформление ВКР	Ст	30															

■ – Студент;

■ – Научный руководитель.

4.5 БЮДЖЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

При планировании НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

В данной работе используется следующая группировка затрат по статьям:

1. Материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
2. Затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
3. Основная заработная плата исполнителей темы;
4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
6. Накладные расходы НИР.

4.5.1 РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НТИ

Для выполнения данного научного исследования необходимы материалы, которые указаны в таблице 16

Таблица 16 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты материалы, руб.	на (Зм),
ПК ЭРА-Воздух	Шт.	1	15600	15600	
Microsoft Office для дома и бизнеса 2021	Шт.	1	25990	25990	
Офисная бумага	Лист	300	1	300	
Ручка	Шт.	3	50	150	
Канцелярские принадлежности	Шт.	1	250	250	
Мультифора	Шт.	10	2	20	
Картридж	Шт.	1	1100	1100	
Электроэнергия	кВт/час	195	3,85	751	
Интернет	Гб	15	63	945	
Итого, руб.				48622	

Общие материальные затраты составили 48622 руб.

4.5.2 РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (12)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot t, \quad (13)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; t – время использования, мес.

Таблица 17 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Персональный компьютер	1	2	65	65
Итого		65 тыс. руб.			

По формуле (12) рассчитывается норма амортизации для персонального компьютера, с учетом того, что срок полезного использования составляет 2 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} = 0,5.$$

Общая сумма амортизационных отчислений (по формуле 13):

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot t = \frac{0,5 \cdot 65000}{12} \cdot 14 = 37917 \text{ руб.}$$

4.5.3 ОСНОВНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА ИСПОЛНИТЕЛЯ ТЕМЫ

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (14)$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дней (по таблице 4.9 для инженера $T_{p2} = 107$ дней, для руководителя $T_{p1} = 4$ дня).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (15)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней (в данном случае $F_{\text{д}} = 247$ дней);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 118 раб. дней, $M = 8,1$ месяц, 6-дневная рабочая неделя).

Должностной оклад работника за месяц определяется по формуле 16:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (16)$$

где $Z_{\text{мс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб. (для руководителя $Z_{\text{мс1}} = 24000$ руб., а для студента $Z_{\text{мс2}} = 7000$ руб.);

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

По формуле 16 определяется должностной оклад руководителя за месяц:

$$Z_{\text{м1}} = Z_{\text{мс1}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 24000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 46800 \text{ руб.}$$

По формуле 4.10 определяется должностной оклад инженера за месяц:

$$Z_{\text{м2}} = Z_{\text{мс2}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 7000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 13650 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата у руководителя рассчитывается по формуле 15:

$$Z_{\text{дн1}} = \frac{Z_{\text{м1}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{46800 \cdot 8,1}{247} = 1535 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата у инженера рассчитывается по формуле 15:

$$Z_{\text{дн2}} = \frac{Z_{\text{м2}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{13650 \cdot 8,1}{247} = 448 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по формуле 14:

$$Z_{\text{осн1}} = Z_{\text{дн1}} \cdot T_{\text{р1}} = 1535 \cdot 4 = 6140 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера рассчитывается по формуле 14:

$$Z_{\text{осн2}} = Z_{\text{дн2}} \cdot T_{\text{р2}} = 448 \cdot 107 = 47936 \text{ руб.}$$

Таким образом, затраты на общую основную заработную плату составляют:

$$Z_{\text{осн общ}} = Z_{\text{осн1}} + Z_{\text{осн2}} = 6140 + 47936 = 54076 \text{ руб.}$$

Перечисленные информации представлены в таблице 18:

Таблица 18 – Расчеты основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{\text{мс}}$, руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{р}}$, дн	$Z_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	24000	0,3	0,2	1,3	46800	1535	4	6140
Студент	7000	0,3	0,2	1,3	13650	448	107	47936
Итого:								54076

4.5.4 РАСЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

Дополнительная заработная плата определяется по формуле 17:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (17)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

По формуле 17 определена дополнительная заработная плата для руководителя:

$$Z_{\text{доп1}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 6140 = 921 \text{ руб.}$$

По формуле 17 определена дополнительная заработная плата для студента:

$$З_{\text{доп2}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 47936 = 7190 \text{ руб.}$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата составляет:

$$З_{\text{доп общ}} = З_{\text{доп1}} + З_{\text{доп2}} = 921 + 7190 = 8111 \text{ руб}$$

4.5.5 ОТЧИСЛЕНИЯ ВО ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (18)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30% (ст. 425 НК РФ).

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя определяются по формуле 18:

$$З_{\text{внеб1}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн1}} + З_{\text{доп1}}) = 0,3 \cdot (6140 + 921) = 2118 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды для студента определяются по формуле 18:

$$З_{\text{внеб2}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн2}} + З_{\text{доп2}}) = 0,3 \cdot (47936 + 7190) = 16578 \text{ руб.,}$$

Таким образом, общие затраты на отчисления во внебюджетные фонды составляет:

$$З_{\text{внеб общ}} = З_{\text{внеб1}} + З_{\text{внеб2}} = 2118 + 16578 = 18696 \text{ руб.}$$

4.5.6 НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}} \quad (19)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$Z_{накл} = (48622 + 34917 + 54076 + 8111 + 18696) \cdot 0,16 = 26308 \text{ руб.}$$

4.5.7 ФОРМИРОВАНИЕ БЮДЖЕТА ЗАТРАТ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект приведено в таблице 19.

Таблица 19 – Группировка затрат по статьям

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	48622	Пункт 3.5.1
2. Амортизация, руб	37917	Пункт 3.5.2
3. Основная заработная плата, руб	54076	Пункт 3.5.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8111	Пункт 3.5.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	18696	Пункт 3.5.5
6. Накладные расходы	26308	Пункт 3.5.6
7. Стоимость бюджета	193730	-

4.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в

целом или отдельных категорий населения, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты. Данная работа эффективна в первую очередь потому, что любые инновационные исследования в области промышленной безопасности имеют большой потенциал в будущем применении. Результаты исследований по разработке мероприятий, направленных на предупреждение и ликвидацию последствий аварийной ситуации, могут быть применены не только при производстве полиэтилена, но и на любых нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях.

В данной работе были определены: структура работ в рамках научного исследования, потенциальные потребители результатов исследования, длительность выполнения работ в рабочих и календарных днях. Составлен календарный план-график, который показывает, что наиболее продолжительными этапами работы являются: «Сбор, анализ, систематизация информации по ВКР», и «Оформление ВКР»

Был рассчитан бюджет НИИ, в которых входят материальные затраты, основные и дополнительные заработные научного руководителя и студента, отчисления на социальные нужды и накладные расходы. Проведенный расчет стоимости НИИ показал, что общая стоимость составляет 193730 руб.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

Работа человека на опасном производственном объекте нередко приводит к получению различных травм и заболеваний. Для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных факторов на работника существует наука об охране труда.

Целью данного раздела является анализ опасностей, действующих как на человека, так и на окружающую среду при производстве полиэтилена, и определение мероприятий по устранению вредных и опасных факторов.

В промышленности полиэтилен высокого давления получают путем полимеризации этилена в реакторе. Нагретый до определенной температуры этилен и сжатый до 25 МПа сначала поступает в первую часть реактора, где его разогревают еще больше, а потом во вторую – для полимеризации. Из полученного полиэтилена удаляют не прореагировавший этилен, затем его охлаждают и гранулируют. Гранулы сушат и упаковывают.

В данном разделе речь пойдет об аппаратчике полимеризации, который как из центрального пункта управления, так и непосредственно на производстве следит за тем, чтобы технологический процесс шел в соответствии с технологическим регламентом.

5.1 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1.1 ПРАВОВЫЕ НОРМЫ ТРУДОВОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Согласно требованиям охраны труда, закрепленным в статье 216 ТК РФ, каждый работник имеет право на труд в безопасных условиях [14].

Каждый работник имеет право на:

- 1) рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- 2) обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

3) получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующих профессиональных рисках и их уровнях, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

4) обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

5) внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

5.1.2 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ КОМПАНОВКЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Площадка производства полиэтилена насчитывает множество рабочих профессий. В данном разделе рассмотрим работу аппаратчика полимеризации.

При компоновке рабочей зоны аппаратчика полимеризации необходимо учитывать следующее [15]:

1) Рабочее место должно занимать площадь не менее 4,5 м, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем не менее 20 м³ на одного человека;

2) Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Под столом должно быть пространство и, если необходимо, подставка для ног;

3) Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и сигналов;

4) Также рабочий стол должен обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования, должен

быть устойчив, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

5) Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемения тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе;

5.2 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Функциональные обязанности аппаратчика полимеризации предполагают использование электронной вычислительной машины (ЭВМ) и технологического контрольного оборудования. Поэтому необходимо рассмотреть опасные и вредные факторы, которые могут возникать при работе аппаратчика.

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», перечень которых представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ аппаратчика полимеризации

Факторы	Нормативные документы
1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016) Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования
2. Повышенный уровень статического электричества	
3. Короткое замыкание	ГОСТ Р 50571.4.43-2012/МЭК 60364-4-43:2008 Электроустановки низковольтные. Часть 4-43. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока (с Поправкой)
4. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие,	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к

разрывающие части твердых объектов	обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
5. Повышенный уровень общей вибрации	
6. Повышенный уровень шума	
7. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	
8. Выброс вредных веществ	
9. Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны;	СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение (с Изменением № 1)
10. Оборудование, работающее под избыточным давлением.	Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. N 536 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением»
11. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда

5.2.1 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Поскольку рабочее место аппаратчика полимеризации является центром управления технологическим процессом, присутствие объектов электроснабжения и электрообеспечения является определяющим фактором для обеспечения электробезопасности рабочего персонала.

Электробезопасностью в соответствии с ГОСТ 12.1.009-2017 называется система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электробезопасность должна обеспечиваться [16]:

1) Конструкцией электроустановок и архитектурно-планировочными решениями (применение блокировок, установка в РУ заземляющий разъединитель);

2) Организацией технологических процессов;

3) Организационными и техническими мероприятиями при производстве работ (ограждение токоведущих частей, заземление электроустановок, устройство защитного отключения электроустановок и др.);

4) Электрозащитными средствами, средствами защиты от электрических и магнитных полей и другими средствами индивидуальной защиты, применяемыми при эксплуатации электроустановок (диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки);

СИЗ должны иметь маркировку с указанием напряжения, на которое они рассчитаны, их изолирующие свойства необходимо проверять в установленные сроки.

5) Организацией технического обслуживания электроустановок;

6) Проведением инструктажей по охране труда как для оперативно-ремонтного, так для административно-технического персонала;

7) Оформлением наряд-допусков руководителями или специалистами.

5.2.2 ВИБРАЦИЯ

Вредным производственным фактором является вибрация – механические колебания твердых тел, передаваемые организму человека.

Они могут быть причиной расстройства сердечно-сосудистой, нервной системы и опорно-двигательной системы человека.

Гигиенические нормы вибрации, воздействующие на организм человека, устанавливаются в соответствии с СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и составляют 100 дБ по вертикальной оси, перпендикулярной к опорной поверхности, в горизонтальной – 97 дБ [17].

Основные методы и средства защиты от вибрации [18]:

- 1) Снижение вибрации при проектировании рабочих мест;
- 2) Использование технологического оборудования с меньшей вибрацией;
- 3) Оптимальное размещение виброактивных машин;
- 4) Контроль за правильным использованием средств виброзащиты и др.

5.2.3 ШУМ

На объекте исследования технологический процесс протекает непрерывно, поэтому все оборудование, находится в режиме постоянного использования. Оно и является источником шума и вибрации, что обуславливает необходимость использования средств индивидуальной и коллективной защиты.

Уменьшение механического шума может быть достигнуто путём совершенствования технологического процесса. Своевременное проведение текущего обслуживания и ремонтов технологического оборудования, качественная балансировка вращающихся элементов машин также позволяет снизить шум.

Согласно СП 51.13330.2011 в таблице 21 приведены допустимые уровни звукового давления, измеренные в восьми октавных полосах со среднегеометрическими частотами [19].

Таблица 21 – Допустимые уровни звукового давления

Уровни звукового давления, дБ, в октановых полосах со среднегеометрическими частотами								
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для защиты от шума по СП 51.13330.2011 применяют:

- 1) Обеспечение персонала индивидуальными средствами защиты (противошумные наушники, вкладыши однократного и многократного использования, противошумные шлемы и каски);
- 2) Установка звукоизолирующих кабин;
- 3) Звукоизолирующие кожухи и экраны;
- 4) Устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования.

5.2.4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНОГО МИКРОКЛИМАТА

Помещение ЦПУ, как правило, характеризуется наличием большого количества оборудования и повышенной температурой

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в Таблице 22

Таблица 22 – Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях

Сезон года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Іб	19,0-20,9	23,1-24,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	Іб	20,0-21,9	24,1-28,0	15-75	0,1	0,3

Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100°C, а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно СанПиН 1.2.3685-21, также требованиям данного документа должны соответствовать параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ [19].

5.2.5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Безопасность на производстве в значительной мере зависит от освещения. Основная задача освещения на производстве – создание наилучших условий для зрения трудящихся. Эту задачу можно решить только осветительной системой, которая должна соответствовать требованиям, приведённым в СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»

Освещённость на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы. В данном случае работы относятся к разряду IV г. Требуемая норма освещения $E_{\text{нор}} = 200$ ЛК. Для создания освещенности применяется совмещенное освещение: естественное и общее люминесцентное освещение.

Для создания рациональных условий освещения важное значение имеет тщательный и регулярный уход за установками естественного и искусственного освещения. Необходимо следить за исправностью схем включения, регулярно заменять перегоревшие лампы. На предприятиях должно быть специально выделенное лицо, заведующее эксплуатацией освещения. На производстве для защиты органов зрения от ультрафиолетового и инфракрасного излучения и слепящей яркости видимого света применяют защитные очки, щитки, шлемы [20].

5.2.6 ПСИХОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

К психофизиологическим факторам можно отнести: напряжение зрения и внимания, интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки, монотонность труда, большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени, нерациональная организация рабочего места. По окончании рабочего дня зачастую операторы испытывают такие ощущения, как: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

Также длительная и интенсивная работа на компьютере может стать источником тяжелых профессиональных заболеваний, таких, как травма повторяющихся нагрузок (ТПН), представляющая собой постепенно накапливающиеся недомогания, переходящие в заболевания нервов, мышц и сухожилий руки.

В Инструкции по охране труда при выполнении работ на персональном компьютере и видеодисплейных терминалах отражены основные требования охраны труда во время работы, где регулируется продолжительность непрерывной работы с ПЭВМ, приводятся мероприятия по предотвращению развития утомления и комплекс упражнений, которые необходимо выполнять во время регламентированных перерывов [21].

5.2.7 МЕХАНИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Механическое травмирование, происходящее, как правило, спонтанно, имеет весьма широкий спектр негативных воздействий на человека - от порезов и ушибов до летального исхода.

Механическое травмирование человека в производственных условиях и в быту возможно:

1) При несанкционированном взаимодействии с различными устройствами и механизмами (конвейерами, роботами, подъемно-транспортным оборудованием, средствами транспорта, бытовой техникой и т. п.);

- 2) При падении человека и различных предметов;
- 3) При поражении потоками вещества, ударной волной, фрагментами разрушающихся систем повышенного давления, тепловых и иных сетей и т. п.;
- 4) При контакте с режущими и колющими предметами, с шероховатыми и рваными поверхностями.

Средства защиты работающих от воздействия механических факторов [22]:

Средства индивидуальной защиты (специальная одежда, перчатки, защитные очки);

Оградительное устройство – устройство защиты, установленное между опасным производственным фактором и работающим;

Знаки безопасности («Осторожно, мокрый пол», «Осторожно, малозаметное препятствие», «Осторожно, горячая поверхность»);

Блокировочное устройство – устройство, срабатывающее при ошибочных действиях персонала (Изменение световых лучей, при нахождении работающего в опасной зоне) и др.

5.2.8 ВЫБРОС ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

К вредным относят вещества и соединения, которые при контакте с организмом человека могут вызывать заболевания как в процессе контакта, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений.

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества подразделяют на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные. Эффект токсического действия различных веществ зависит от количества попавшего в организм вещества, его физических свойств, длительности поступления, химизма взаимодействия с биологическими средами (например, кровью). Кроме того, эффект зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, путей поступления и выведения,

распределения в организме, а также от метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды [23].

Некоторые вещества, обращающиеся на исследуемом объекте представлены в таблице 23 [19].

Таблица 23 – Вещества, обращающиеся на ППЭ

Наименование	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
Пропилен	100
Этилен	100
Пропиональдегид	5
Природный газ	300

К средствам индивидуальной и коллективной защиты от выброса вредных веществ относятся:

- 1) Вентиляция и очистка воздуха;
- 2) Установка газоанализаторов и сигнализации;
- 3) Знаки безопасности;
- 4) Устройства для дистанционного управления;
- 5) Специальная защитная одежда;
- 6) Средства защиты органов дыхания;
- 7) Средства защиты рук, ног и глаз.

5.2.9 ОБОРУДОВАНИЕ, РАБОТАЮЩЕЕ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

На площадке производства полиэтилена высокого давления находится оборудование, работающее под избыточным давлением.

К требованиям промышленной безопасности по эксплуатации оборудования, работающего под давлением, относятся:

Контроль за исправным состоянием и безопасной эксплуатацией оборудования

Проведение инструктажей и аттестаций для рабочих, обслуживающих оборудование;

Соблюдение требований изготовителя и др.

5.3 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

В процессе производства полиэтилена выделяются вредные газообразные продукты, которые при помощи вентиляции выбрасываются в атмосферу, где перемешиваются с воздухом до концентраций, не причиняющих вреда окружающей среде.

Также воздух загрязняют газообразные отходы – естественные выделения – углекислый газ, пары воды, летучие органические соединения, азотистые соединения, бытовая пыль. Перед выбросом воздух помещений подвергается обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, что предотвращает атмосферу от загрязнения. Жидкие отходы – бытовые отходы, образующиеся в процессах влажной уборки помещений, при пользовании водопроводом, туалетом и т.п., сбрасываются в городскую канализацию и далее поступают в системы централизованной очистки на городских очистных сооружениях. В то же время вода, используемая для охлаждения продукта после полимеризации, циклически обращается на производстве, что предотвращает загрязнение водоемов.

При обращении с твердыми отходами: бытовой мусор (отходы бумаги, отработанные специальные ткани для протирки офисного оборудования и экранов мониторов, пищевые отходы); отработанные люминесцентные лампы; офисная техника, комплектующие и запчасти, утратившие в результате износа потребительские свойства – надлежит руководствоваться ТНХ/ОЭ 01 «Инструкция по обращению с отходами производства и потребления»: бытовой мусор после предварительной сортировки складировать в специальные контейнеры для бытового мусора (затем специализированные службы вывозят мусор на городскую свалку или в специализированные организации в соответствии с классом опасности);

утратившее потребительские свойства офисное оборудование передают специальным службам (предприятиям) для сортировки, вторичного использования или складирования на городских мусорных полигонах [24].

5.4 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Наиболее распространенная и опасная чрезвычайная ситуация техногенного характера – пожар. К причинам пожаров можно отнести короткие замыкания, возникающие из-за перенапряжений в сети, поврежденной изоляции, а также пожар может возникнуть из-за взрыва технологического оборудования.

К мероприятиям, направленным на предупреждение и профилактику ЧС можно отнести:

- 1) Контроль состояния оборудования;
- 2) Выполнение графика ППР;
- 3) Проведение инструктажа с рабочим персоналом;
- 4) Проведение контрольно-профилактических проверок опасных

производственных объектов подразделений по обеспечению промышленной безопасности с принятием необходимых мер в случае выявления нарушений требований промышленной безопасности [25].

В зданиях обязательно должны быть схемы эвакуации во всех предусмотренных местах, свободные эвакуационные пути, средства самостоятельного пожаротушения: огнетушители, емкости с песком и т. п.

В случае возгорания работнику предприятия необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Немедленно сообщить на ЦПУ о возгорании;
- 2) Оповестить о пожаре окружающих работников;
- 3) Принять меры по эвакуации людей.

ВЫВОД

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) рабочее место аппаратчика полимеризации относится к помещению с повышенной опасностью.

Категория тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 является I б, энерготраты которой составляют 140-174 Вт.

Согласно СП 12.13130.2009 помещение, где размещен аппаратчик полимеризации, относится к категории В и считается пожароопасным. Такая классификация связана с наличием в помещении горючих и трудногорючих материалов и веществ, которые при контакте с воздухом горят без образования взрывоопасных смесей

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными результатами данной работы являются выявление основных видов опасностей, которые способны привести к возникновению аварийной ситуации на производстве.

В ходе исследования работы ООО «Томскнефтехим» были выявлены одни из наиболее вероятных опасностей, связанных с возникновением аварийных ситуаций, способных повлечь за собой значительный ущерб. Наиболее опасной аварийной ситуацией является полная разгерметизация компрессора 1 каскада.

Был рассмотрен сценарий аварийной ситуации на площадке производства полиэтилена, который заключается в разгерметизации компрессора 1 каскада с последующим выбросом этилена, который приведет к образованию облака ГВС, в следствие чего, при наличии источника зажигания, произойдет взрыв.

Также произведена оценка риска возникновения аварийной ситуации и рассмотрены способы и средства, направленные на предупреждение аварийной ситуации. Принятие соответствующих рекомендаций повысит уровень безопасности объекта, условий труда, а также снизит риск возникновения подобных аварий.

Предложено использование газоанализаторов для этилена. Например, датчик газоанализатор серии С300. Используется для измерения текущей концентрации газообразных веществ в воздухе рабочей зоны. Может применяться как в составе газоаналитической системы, так и как самостоятельный газоанализатор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору «Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому и атомному надзору в 20010-2020»;
2. План локализации и ликвидации аварий на ОПО установка полимеризации этилена (408) – 2020;
3. Хафизов И. Ф., Краснов А. В., Халитова Р. М. Основные причины аварий установок первичной переработки нефти и меры их предотвращения // Актуальные проблемы науки и техники – 2015: матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. 2015. С. 214-215;
4. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ (с изменениями);
5. Производственная безопасность : учебное пособие : в 3 частях / составители А. С. Сальников [и др.]. — Ульяновск : УИ ГА, 2019 — Часть 1 : Общие положения теории производственной безопасности — 2019. — 217 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162548> (дата обращения: 26.03.2022);
6. Сутягин, В. М. Основы проектирования и оборудование производств полимеров : учебное пособие для вузов / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков, В. Г. Бондалетов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-7364-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159500> (дата обращения: 16.04.2022).
7. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации последствий аварий на объекте».
8. Приказ Ростехнадзора от 26.12.12 № 781 «Об утверждении Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах».

9. А. А. Борисов, Б. Е. Гельфанд, С. А. Цыганов, О моделировании волн давления, образующихся при детонации и горении газовых смесей. – Физика горения и взрыва №2, 1985.

10. П. Демидко и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник/. – Выща школа, 1989;

11. Угарова, Л. А. Управление техносферной безопасностью: учебно-методическое пособие / Л. А. Угарова. — Тольятти : ТГУ, 2018. — 223 с.;

12. Широков, Ю. А. Управление промышленной безопасностью : учебное пособие для вузов / Ю. А. Широков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 360 с. — ISBN 978-5-8114-8797-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180872> (дата обращения: 14.04.2022);

13. ГОСТ 12.1.004-2018. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (с Поправкой);

14. ТК РФ Статья 216. Права работника в области охраны труда;

15. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;

16. ГОСТ 12.1.019-2017 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;

17. СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

18. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования»;

19. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменениями N 1, 2);

20. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменениями N 1, 2);

21. ТОО Р-45-048-97 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах;

22. ГОСТ 12.4.125-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация;

23. Ноксология: учебник / Е. Е. Барышев, А. А. Волкова, Г. В. Тягунов, Н79 В. Г. Шишкунов; под общ. ред. Е. Е. Барышева. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 160 с.

24. ТНХ/ОЭ 01-2019 «Инструкция по обращению с отходами производства и потребления»

25. План локализации и ликвидации аварий на ОПО установка полимеризации этилена (408) - 2020