

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	
Совершенствование системы пожарной безопасности на автозаправочной станции	
УДК 614.84-047.44:625.748.54	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E71	Сорокина Елена Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Задорожная Т.А.	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Жиронкин С. А.	Д.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю. М.	Д.Т.Н		

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 – 2021 г.

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
04.02.2021 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1E71	Сорокиной Елене Андреевне

Тема работы:

Совершенствование системы пожарной безопасности на автозаправочной станции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 22.01.2021 №22-73/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования – АЗС. Литературные данные, статьи, методические указания по определению индивидуального риска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1) Провести аналитический обзор литературы по видам АЗС, изучить нормативные документы, виды и средства пожаротушения. 2) Мероприятия по усовершенствованию системы пожаротушения на АЗС; 3) Проанализировать полученные результаты;

	4) Разработать разделы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность».
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Жиронкин Сергей Александрович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.2021 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Задорожная Татьяна Анатольевна	к.т.н		07.02.2021 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е71	Сорокина Елена Андреевна		04.02.2021 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 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2021	Провести обзор литературы и нормативных документов	20
19.03.2021	Изучить работу и функционирование АЗС	10
08.04.2021	Провести анализ системы обеспечения пожарной безопасности на АЗС	15
29.04.2021	Провести анализ пожарного риска и возможных последствий пожара на АЗС	15
15.05.2021	Усовершенствовать систему пожаротушения на АЗС	10
20.04.2021	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	Задорожная Т.А.	К.Т.Н.		07.02.2021

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		07.02.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1E71	Сорокина Елена Андреевна

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
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	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности исследования влияния нанодисперсных металлов на термические свойства моторных масел
Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений	
2. Матрица SWOT	
3. График проведения НТИ	
4. Определение бюджета НТИ	
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСТН	Жиронкин Сергей Александрович	Доктор экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E71	Сорокина Е.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1E71	Сорокина Елена Андреевна

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 «Техносферная безопасность»

Тема дипломной работы: «Совершенствование системы пожарной безопасности на АЗС»

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Совершенствование и внедрение оборудования для тушения пожаров на АЗС. Работы проводились на АЗС 'АО' НК "КазМунайГаз"
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов • Природа воздействия • Действие на организм человека • Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов) • СИЗ коллективные и индивидуальные 1.2. Анализ выявленных опасных факторов : • Электробезопасность • Пожаробезопасности	Вредные факторы: Недостаточная освещенность; Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ; Опасные факторы: Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.
2. Экологическая безопасность: • Выбросы в окружающую среду • Решения по обеспечению экологической безопасности	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника) и способы их утилизации;
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 1.перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 2.разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; 3.разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия

	по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
4. Перечень нормативно-технической документации.	– ГОСТы, СанПиНы, СНиПы

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.05.2021 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		18.05.2021 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E71	Сорокина Елена Андреевна		18.05.2021 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 71 страниц, 6 рисунков, 30 таблиц, 34 литературных источника.

Ключевые слова: АЗС, пожарная обстановка, пожарная безопасность, система пожаротушения, инертный газ.

Объект исследования – автозаправочная станция АО “КазМунайГаз” в городе Жезказган.

Цель работы – совершенствование систем пожарной безопасности для минимизации ущерба при возникновении ЧС.

В процессе исследования проводились расчеты анализа пожарного риска и характеристик взрыва автоцистерны на территории АЗС.

В результате исследования были предложены мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций из-за разлива нефтепродуктов.

Степень внедрения: представленные в работе мероприятия по снижению ЧС будут использоваться на АЗС.

Область применения: на автозаправочных станциях в Республики Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Использованы следующие сокращения с соответствующими расшифровками:

АЗС – Автозаправочная станция

ЧС – Чрезвычайная ситуация

ТРК – Топливораздаточная колонка

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость

АЦ – автоцистерны.

В работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ Р 12.3.047-2012 “Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля” утверждены и введены в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 № 1971-ст.
2. Закон Республики Казахстан от 12 июня 2003 года № 439- “Требования к пожарной безопасности”
3. “Требования к безопасности нефтебаз и автозаправочных станций” постановление правительства Республики Казахстан от 29 мая 2008 года №514.
4. СПБ.156.13130.2014 «Свод правил. Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности», утверждённые приказом МЧС РФ от 05.05.2014 за № 221;
5. Закону РК от 03.04.2002 № 314-II “о промышленной безопасности опасных производственных объектов”
6. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

Оглавление

Введение.....	13
1 Анализ системы обеспечения пожарной безопасности на АЗС	14
1.1 Виды АЗС, назначение	14
1.2 Общий порядок работы АЗС: прием нефтепродуктов.....	14
1.3 Причины возникновения чрезвычайных ситуаций на АЗС	15
1.4 Требования к обеспечению пожарной безопасности на АЗС	19
1.4.1 Первичные средства пожаротушения	19
1.4.2 Действия персонала при возникновении пожара	21
2 Характеристика объекта исследования.....	22
2.1 Общая характеристика АЗС АО «КазМунайГаз» г. Жезказган и технологического процесса.....	22
3 Расчетная часть.....	25
3.1 Анализ пожарного риска на АЗС.....	25
3.2 Возможные последствия пожара в результате разлития нефтепродуктов на АЗС г. Жезказган и потери среди местного населения	28
3.3 Характеристики взрыва на АЗС г.Жезказган	31
4 Инженерно-техническое решение, направленное на минимизацию возможного ущерба при возникновении ЧС.....	33
5 Социальная ответственность.....	36
5.1 Производственная безопасность	36
5.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении	36
5.1.2 Превышение уровней шума	38
5.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений	38
5.1.4. Поражение электрическим током	40
5.1.5 Освещенность.....	42
5.1.6 Пожарная опасность	42
5.1.7 Экологическая безопасность	44
5.1.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	45
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	47
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	47
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	47
6.2 Анализ конкурентных технических решений	47
6.3 SWOT-анализ	48

6.3	Планирование НИР	51
6.3.1	Структура проведения НИР в рамках научного исследования	51
6.3.2	Определение трудоёмкости выполнения работ	52
6.4	Разработка графика проведения научного исследования.....	53
6.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	57
6.5.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	57
6.5.2	Основная заработная плата исполнителей темы	58
6.5.3	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	59
6.5.4	Отчисления во внебюджетные фонды.....	60
6.5.5	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	60
6.6	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	61
6.6.1	Оценка социальной эффективности исследования	61
	Заключение	63
	Список использованных источников	64
	Приложение А	68
	Приложение Б	69
	Приложение В	70

Ведение

Автозаправочные станции – это комплекс зданий и сооружений с оборудованием, которые предназначены для приема, хранения и выдачи нефтепродуктов транспортным средствам. Технологическая схема АЗС состоит из трех этапов: 1) прием нефтепродуктов из бензовозов в подземные резервуары; 2) хранения нефтепродуктов в резервуарах до момента их перекачивания через топливораздаточные колонки для заправки автотранспортной техники; 3) заправки нефтепродуктами из подземных резервуаров автотранспортной техники через топливораздаточные колонки.

За последние 5 лет на территории Республики Казахстан произошло множество аварий случившиеся на АЗС. Статистика аварий показывает, что наиболее частые чрезвычайные ситуации случаются из-за несоблюдения правил пожарной безопасности, разгерметизации цистерн с топливом и выход из строя оборудования.

Актуальность изложенных выше проблем послужила основанием для выбора темы выпускной квалификационной работы “Совершенствование системы пожарной безопасности на автозаправочной станции”

Объектом исследования являться АЗС АО “КазМунайГаз” в городе Жезказган.

Предмет исследования – возникновение чрезвычайных ситуаций на территории АЗС

Цель работы – совершенствование систем пожарной безопасности для минимизации ущерба при возникновении ЧС.

Задачи:

- Провести анализ систем пожаротушения на АЗС.
- Изучить основные виды нормативных документов.
- Изучить характеристики исследуемого объекта.
- Провести анализ пожарного риска.
- Разработать инженерно-технические решения для минимизации ущерба при

ЧС.

1 Анализ системы обеспечения пожарной безопасности на АЗС

1.1 Виды АЗС, назначение

В настоящее время на территории Казахстана действуют несколько видов АЗС):

- традиционные заправочные станции с подземными резервуарами для топлива;
- блочные АЗС – подземные резервуары и топливные узлы (ТРК);
- модульные АЗС – с поверхностными резервуарами, где топливо распределительные колонны расположены на относительно ограниченной территории;
- контейнерные заправочные станции – с поверхностными резервуарами, расположенными в контейнере и в которых расположены топливо распределительные колонны;
- АЗС, расположенные на территории предприятия;
- мобильные АЗС – легковые автомобили, прицепы или полуприцепы.

Заправка бензобаков транспортных средств и оборудования осуществляется с помощью топливозаправочных колонок марки Топаз-231 и Топаз-240 [1].

1.2 Общий порядок работы АЗС: прием нефтепродуктов

Нефтепродукты могут поступать на АЗС автомобильным и иными видами транспорта. Возможна комбинация видов поставок нефтепродуктов. Прием нефтепродуктов осуществляется в соответствии с технологической схемой приема нефтепродуктов на АЗС, в составе проектной документации. При приеме нефтепродуктов на многотопливных АЗС должны быть учтены дополнительные требования, связанные с необходимостью выполнения положений СП 156.13130.2014 [2].

До прибытия АЦ работник АЗС, осуществляющий прием нефтепродуктов, освобождает въезд на территорию АЗС для беспрепятственного проезда АЦ к площадке слива нефтепродуктов и проверяет отсутствие вокруг площадки потенциальных источников возгорания. Площадка слива должна быть очищена от грязи, мусора, снега,

наледи, воды. При необходимости площадка и подъездные пути к ней на территории АЗС обрабатываются противогололедным реагентом или песком [2].

По прибытии АЦ на территорию АЗС проверяется наличие у водителя АЦ специальной одежды и обуви, защитной каски, СИЗ от падения с высоты [2].

При завершении перекачивания топлива из автоцистерны в подземный резервуар сотрудник АЗС опечатывает задвижку на резервуаре.

1.3 Причины возникновения чрезвычайных ситуаций на АЗС

Потери государства от крупных пожарных катастроф на автозаправочных станциях очень важны.

Несмотря на то, что АЗС оснащены современным оборудованием и средствами пожаротушения. Согласно статистике, за 2014 – 2019 год АЗС остаётся особым объектом [3].

На рисунке 1 приведены наиболее распространенные места пожаров.



Рисунок 1. Технологические площадки возникновения пожаров на объектах нефтепродуктообеспечения за 2014–2019 г.

За 2014 – 2019 год пожары впоследствии распределились следующим образом: 32,4 % - по газу; 53,8 % - по бензину и дизельному топливу; 13,8 % - по резервуарам сырой нефти.

Большое количество пожаров на АЗС вызывается от легковоспламеняющихся жидкостей. Основные причины возгораний происходят от выхлопных труб автотранспорта, коротких замыканий, возникших из-за климатических условий или некачественного монтажа проводки, сигареты и спички и т.д. [3].

Таблица 1 – Основные причины возникновения пожаров в РК на АЗС за 2014–2019 г [3]

Возникновения пожаров и возгораний на АЗС	Количество за последние 5 лет	Среднее значение за последние 5 лет %
Из-за автотранспорта:		33,16
– искры из выхлопной трубы;	64	11,39
– нагретые части автомобиля (выхлопная труба, разогретая резина);	(22, 19, 15, 8)	9,84
– электрооборудование;		7,77
– заправка при не заглушенном двигателе;		4,15
Неисправности электрооборудования операторной, освещения территории	35	18,13
Нарушение правил ремонтных работ и техники безопасности	29	15
Переливы	32	16,58
Неисправности электрооборудования топливораздаточных колонок	18	9,32
Статическое электричество	7	3,62
Поджоги	5	2,59
Курение	3	1,55

Воспламенение и в последующем взрыв может возникнуть только тогда, когда топливо на АЗС будет находиться одновременно в контакте с источником воспламенения.

Причины воспламенения на автозаправочной станции:

- Контакт топлива с горячими частями автомобилей (выхлопная труба, двигатель, нагретые шины автомобиля в летний период);
- Статическое электричество, возникшее в резиновых шлангах ТРК.
- Не соблюдение правил пожарной безопасности (курение, разведение открытого огня на территории АЗС);

- Неправильная работа оборудования. Топливный насос может нагреваться при неправильной работе от перепадов напряжения;
- При проведении ремонтных работ вблизи ТРК и подземного бункера.

Основными опасностями на АЗС являются [3].

За последний 2019 год часто загораются автоцистерны в результате разлива топлива из-за неисправности оборудования или несоблюдения правил пожарной безопасности. В таких происшествиях автомобили и операторские полностью сгорают, а персонал в большинстве случаев погибает.

Пары бензина с абсолютным давлением выше 50 °С или 300 кПа, или критической температурой ниже 50 °С.

Таблица 2 – Показатели пожарной опасности нефтепродуктов [4]

Марка нефтепродукта	Группа горючести	Температура °С		Температурные пределы распространения пламени, °С		Концентрационные пределы распространения пламени, % объемные	
		вспышки	самовоспламенения	нижний	верхний	нижний	верхний
АИ - 92	ЛВЖ	-32	—	—	—	0,76	5,16
АИ – 95	ЛВЖ	-39	—	—	—	0,76	5,16
Г, А, ГОСТ 305-82	ГЖ	64	330	57	105	—	—
Г, З, ГОСТ 305-82	ЛВЖ	59	237	54	98	—	—

Продолжение таблицы 2

Г, С, ГОСТ 305-82	ГЖ	92	231	76	146	—	—
----------------------	----	----	-----	----	-----	---	---

Возникновение пожаров и взрывов на АЗС зависит от многих обстоятельств.

Основные причины:

- применение открытого огня при ремонтах и осмотрах оборудования и заправочных колонок;
- использование негерметичных осветительных приборов и арматуры;
- неисправность электропроводки;
- грозовые разряды;
- самовозгорание горючих веществ;

Возможность образования взрывоопасных концентраций:

- внутри резервуаров для хранения нефтепродуктов;
- снаружи резервуаров при сливе в них нефтепродукта из автомобильных цистерн;
- снаружи топливных баков автомобилей при их заполнении нефтепродуктом.

Разлив нефтепродукта:

- переполнения резервуара при сливе нефтепродукта из автоцистерны;
- разъединения соединительных трубопроводов «резервуар-автоцистерна»;
- переполнения топливного бака автомобиля;
- несвоевременного извлечения из бака раздаточного пистолета; наезда на топливораздаточную колонку;
- опрокидывания наполняемой нефтепродуктом канистры.
- возможность появления неконтролируемой утечки нефтепродукта из резервуаров с последующим неконтролируемым появлением его в селитебной зоне [4];
- повреждение топливораздаточных колонок;
- коррозионный износ трубопроводов и резервуаров;
- выход из строя устройств для автоматического отключения насосных систем, предотвращающих разливы нефтепродуктов из поврежденных трубопроводов;

– выход из строя систем предотвращения перелива нефтепродуктов из резервуаров [4].

1.4 Требования к обеспечению пожарной безопасности на АЗС

В соответствии с статьей 51 закон РК №439 «Технического регламента о требованиях ПБ» от операторской на расстоянии 10 метров должны располагаться автозаправочные колонки. На каждом островке, где находится ТРК, должен располагаться один порошковый огнетушитель объемом 10 литров.

Расстояние между подземными резервуарами не должны быть менее 25 метров от операторской [5].

При расположении АЗС вблизи границ лесных массивов, границы должны быть выполнены из вспаханной земли или негорючих насыпей (песка, щебня), шириной не менее 5 метров.

При проведении ремонтно-восстановительных работ на автозаправочной станции руководитель АЗС должен следить за выполнением необходимых противопожарных мероприятий.

Запрещается использовать более 95% объема цистерн с топливом.

Сброс давления паров топлива в атмосферу должен осуществляться только через специальные клапаны цистерны.

При проведении ремонтно-профилактических работ внутри резервуаров допускается только в том случае, если концентрация паров нефтепродуктов не превышает 20%.

Каждое из этих правил должен учитываться при создании правил пожаробезопасности для современных АЗС [5].

1.4.1 Первичные средства пожаротушения

В соответствии с техническим регламентом “Требования к безопасности нефтебаз и автозаправочных станций” постановление правительства Республики Казахстан от 29 мая 2008 года №514.

Первичные средства, которые должны находиться на АЗС:

- ящик с песком;
- углекислотные огнетушители ручные;
- порошковые огнетушители ручные и передвижные;
- хладоновые огнетушители;
- воздушно пенные огнетушители.

На АЗС если размещено 4 ТРК. Согласно постановлению правительства РК от 29 мая 2008 года №514 на АЗС должен находиться 1 воздушно-пенный огнетушитель вместимостью 10 л., 1 порошковый огнетушитель вместимостью 5 л. Огнетушители размещают на автозаправочных островках.

Для тушения устройств под напряжением на АЗС используют углекислотные огнетушители.

Углекислотные огнетушители эффективно тушат электрические кабели даже под напряжением, но в течение короткого времени. Например, если используется огнетушитель ОУ-3, то он может потушить возгорание на площади около 0,2 м². Но он не подходит для тушения нефтепродуктов.

Идеальные условия необходимы для тушения горения жидкого топлива углекислотным огнетушителем, расположенным на АЗС:

- человек должен находиться в нужном месте;
- зона воспламенения не должна превышать зону возможного тушения.

С учетом того, что бензин распространяется по бетону со скоростью более чем на 6 м²/мин, очевидно, что вероятность успешного устранения пожара очень мала [6].

Порошковые огнетушители (ОП-8, ОП-25, ОП-35), используемые на АЗС, более эффективны для тушения возгораний топлива. Однако такие факторы, как направление и скорость ветра, а также размер и наличие препятствий оказывают значительное влияние на эффективность тушения пожара в данном случае. Было определено, что при наличии ветра и препятствий в районе возгорания интенсивность подачи порошковых составов должна увеличиваться на 12-15 %. Однако следует помнить, что после того, как

пламя погаснет, вероятность повторного воспламенения паров жидкого топлива сохраняется.

1.4.2 Действия персонала при возникновении пожара

Рассмотрим инструкции по работе персонала в случае пожара:

- перекрытие подачи топлива на ТРК;
- оповестить о возникновении пожара МЧС;
- одеть средства индивидуальной защиты;
- поставить в известность начальника АЗС;
- провести эвакуацию на безопасное расстояние клиентов АЗС;
- если возможно, начать тушить пожар с помощью существующего оборудования для пожаротушения;

Согласно закону №514 "Требования к безопасности на АЗС",

АЗС обязательно должны иметь пожарный щит и емкость с песком возле здания оператора.

На щите размещают:

- лопаты;
- ведро в виде острого конуса;
- лом;
- топор.

2 Характеристика объекта исследования

2.1 Общая характеристика АЗС АО «КазМунайГаз» г. Жезказган и технологического процесса

АЗС «КазМунайГаз» расположена в городе Жезказган, как показано на рисунке 2. Общая площадь территории АЗС составляет 320 м². Согласно закону РК №515 данная АЗС относится к традиционным АЗС с подземными резервуарами. На АЗС расположено 2 островка с ТРК. На каждом островке расположено по две топливозаправочной колонки. На АЗС осуществляют заправку бензином марок 92, 95 и дизельным топливом.



Рисунок 2 – Схема размещения автозаправочной станции

1 – операторная; 2 – навес; 3 – ТРК; 4 – резервуары с топливом; 5 – аварийный резервуар; 6 – насосная станция; 7 – площадка для слива топлива; 8 – рекламный щит.

Территория автозаправочной станции оснащена следующими сооружениями и установками:

- Насосная станция для перекачивания топлива из подземной цистерны на автозаправочные колонки;
- Эстакадой для парковки автоцистерны с топливом;
- Резервуар для сбора и хранения осадков бензина или для хранения пролитого бензина на бетонную площадку или асфальт;
- Установка для сбора сточных вод в канализационные колодцы;
- Операторская.

Операторская находится в главном здании. Здание построено из огнеупорных материалов. В операторской находится главный пульт управления по отпуску топлива и наблюдением за параметрами топлива в подземном резервуаре.

Главное здание АЗС состоит из:

- операторская АЗС;
- комната отдыха;
- магазин;
- уборная;

Здание оснащено двумя эвакуационными выходами. Также вся территория оснащена системой пожаротушения БУРАН – 8У.

Топливозаправочные колонки размещены на бетонных островах. Высота бетонных оснований от земли 20 см. ТРК используют двух типов с тремя заправочными пистолетами и четырьмя пистолетами. Возле каждой ТРК размещен огнетушитель [8].

Насосная станция состоит из огнеупорных материалов III степени. Размеры здания 5х7 метров, а высота здания 2.5 метра.

Платформа для автоцистерн оборудована эстакадой для безопасного перекачивания жидкого топлива, а также платформа нужна для безопасной стоянки автоцистерны с топливом [8].

На АЗС расположена подземная цистерна для сбора и хранения различного топлива при его утечках. Все выбросы, которые образуются на АЗС, утилизируются в эту цистерну.

До жилых зданий от АЗС расстояние составляет около 600 метров. Территория АЗС полностью покрыта асфальтом и бетонным покрытием.

Согласно закону РК от 03.04.2002 № 314-ІІ “о промышленной безопасности опасных производственных объектов”, объекты на которых: горючие вещества – жидкое топливо, пары бензина, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

АЗС “КазМунайГаз” относится к 3 классу пожароопасности.

3 Расчетная часть

3.1 Анализ пожарного риска на АЗС

Анализ пожарного риска АЗС предусматривает:

- Анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на объекте;
- Определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса;
- Определение для каждого технологического процесса перечня причин, возникновение которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную;
- Построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей [9].

Риски можно разделить на следующие составляющие:

- риск социального и индивидуального характера (например, риск здоровью или риск жизни);
- риск материального характера (например, риск порчи имущества);
- риск экологического характера (например, риск загрязнения окружающей среды).

Расчеты пожарного риска помогают определить:

- Площадь возгорания;
- Планирования по эвакуационным путям;
- Расположение противопожарных разрывов и сооружений (преград);
- Выбор средств для ликвидации пожара;
- Выбор систем оповещения людей о пожаре;
- Длина путей эвакуации [10].

ЧС на АЗС случившиеся в 2019 году в РК представлены в таблице 3.

Таблица 3 – ЧС на АЗС случившиеся в 2014–2019 году в РК [3]

Причины ЧС	Количество %					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Короткое замыкание	19	25	13	21	24	23
Поджог	14	13	22	10	11	10
Теракты	0	0	0	0	0	0
Разлив топлива	33	21	32	25	26	30
Не соблюдение правил пожарной безопасности	14	15	26	14	16	7
При проведении ремонтных работ	10	17	5	18	13	5
Выход из строя оборудования	10	9	2	12	10	25

Проанализировав виды ЧС, случившиеся в республике Казахстан на АЗС в 2019 году. Можем выделить что наиболее частые аварии случаются из-за разлива топлива на территории АЗС. Разлив топлива может произойти при разгерметизации автоцистерны или установки с горючей жидкостью.

Проведение оценки пожарного риска: расчёт количественной характеристики опасности и материального риска пожаров и взрывов для объекта исследования [11].

Оценку пожарной опасности можно разделить на 2 этапа:

1) определить перечень причин возникновения чрезвычайных ситуаций на Жезказганской АЗС;

2) проанализировать возникновение опасных чрезвычайных ситуаций;

Чтобы провести анализ чрезвычайной ситуации при разгерметизации автоцистерны. Было построено дерево событий рисунок 3.

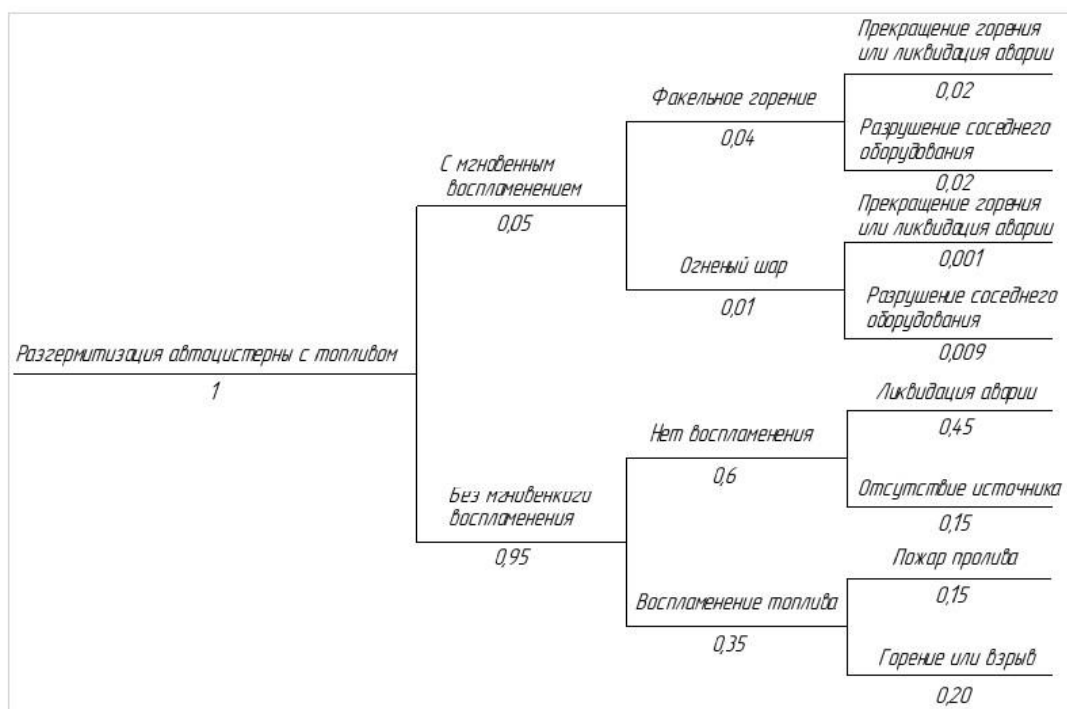


Рисунок 3 – Дерево событий при локальном разрушении автоцистерны с топливом на АЗС г. Жезказган

Проанализировав дерево событий можно сделать вывод. Наиболее возможный исход событий при разгерметизации — это ликвидация разлива топлива сотрудниками АЗС.

Также проанализировав чрезвычайные ситуации на АЗС за 2019 год мы не должны исключать что при разливе нефтепродуктов на территории АЗС может случиться возгорание, а в дальнейшем объемный взрыв.

Причины разгерметизации автоцистерны с последующим возгоранием [12]:

- Не соблюдение правил перекачивания топлива из автоцистерны в подземный резервуар;
- Перелив топлива из-за ошибки оператора;
- Механический износ оборудования и маслостойкого шланга;
- Превышение параметров температуры и давления в автоцистерне.

Подобный анализ проводится для определения их частоты возникновения [12].

Рассмотрим основные виды рисков согласно Федеральному закону “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” от 22 июля 2008 года №123-ФЗ ГОСТ Р 12.3.047-2012. Формулы представлены в (Приложении А).

Таблица 4 – Значения индивидуального и социального риска на АЗС

Риски индивидуального характера определяются, исходя из данных статистики Казахстана:	Социальный риск аварии для традиционной АЗС
$R_{\text{инд}} = 0,0000317 \left(\frac{1}{\text{год}} \right)$	$S = 0,00231 \left(\frac{1}{\text{год}} \right)$

Исходя из таблицы 4 можно сделать вывод:

Приемлемый индивидуальный риск для сотрудников АЗС $1 \cdot 10^{-3}$ произведя расчеты, индивидуальный риск составил $31 \cdot 10^{-6}$. Индивидуальный риск превышает допустимое значение.

Приемлемые значения для социального риска $1 \cdot 10^{-5}$. Произведя расчеты риск составил $23 \cdot 10^{-4}$. Социальный риск не входит в приемлемые значения.

3.2 Возможные последствия пожара в результате разлива нефтепродуктов на АЗС г. Жезказган и потери среди местного населения

Плотность населения около автозаправочной станции в радиусе 600 метров составляет около 2 - 3 тысяч человек / км² (в среднем 2500 человек / км²); максимальная возможная утечка нефтепродуктов может произойти, когда емкость автоцистерны $V = 15 \text{ м}^3$ разрушена. Расчеты производятся согласно ГОСТ Р 12.3.047-2012 г.

Определяем тепловой поток по формуле (см. Приложение Б).

Все расчёты приводим в табличной форме, интервал-15 м. (см. Табл.5):

Таблица 5 – Определение расстояний до фронта пламени

Величина расстояния от возгорания (метров)	15	30	45	60	75	90	105	120	135
Тепловой поток, (кВт/м ²)	73,2	65,1	53,7	45,2	33,9	25,1	17,4	9,2	3,1

В формулу теплового потока подставим получившиеся значения в приложение Б.

Внесём подсчитанные значения теплового потока в Табл. 5.

Рассчитаем индекс дозы теплового излучения определяем по формуле в приложении Б.

Получившиеся значения индекса дозы теплового излучения приведены в таблице в Таблице 6.

Таблица 6 – Зависимость величины теплового потока от расстояния

Расстоянии теплового поток(м)	125,4	119,7	97,8	78,3	67,7	55,2	37,1	16,8	9,2
Тепловой поток, (кВт/м ²)	73,2	65,1	53,7	45,2	33,9	25,1	17,4	9,2	3,1

Таблица 7 – Зависимость величины теплового потока от индекса лоз теплового излучения

Величина индекса дозы теплового излучения	21678	19321	17582	12832	7232	4541	3246	1554	532
Тепловой поток, (кВт/м ²)	73,2	65,1	53,7	45,2	33,9	25,1	17,4	9,2	3,1

При возникновении пожара на АЗС с разгерметизацией и разлитием бензина для упрощения расчётов примем концентрический круг. Зоны потерь при ЧС с разлитием топлива определяется по формуле (1.1):

$$R_{\text{бп}} = 0,56 \cdot (S_p)^{0,5} = 0,56 \cdot 17,4 = 9,7 \text{ м}^2; \quad (1.1)$$

где S_p (площадь разлития нефтепродуктов) = 17,4 м².

Площадь зоны людских потерь в случае ЧС на АЗС при разлитии бензина определим по формуле (1.2):

$$S_{\text{бпл}} = \pi \cdot (R_{\text{бп}})^2 = 3,14 \cdot (9,7)^2 = 295,4 \text{ м}^2; \quad (1.2)$$

Таблица 8 – Процент гибели людей при пожаре

Величина индекса дозы теплового излучения	21678	19321	17582	12832	7232	4541	3246	1554	532
Процент гибели людей	Более 30%	От 25 до 30%	От 10 до 25%	От 0 до 10%	—	—	—	—	—

Максимально возможные жертвы при возникновении ЧС на автозаправочной станции:

$$S_{\text{бпл}} = 1500 \cdot 0,00231 = 3,4 = 4 \text{ (чел.)}$$

Проведя расчеты, можно сделать вывод: при возникновении пожара из-за разгерметизации автоцистерны и разлива нефтепродукта по территории АЗС на расстоянии 15 метров от очага возгорания тепловой поток будет равен 73,2 кВт/м². Исходя из приказа Ростехнадзора от 30.03.2020 г. № 139 “Критических тепловых потоков обеспечивающие воспламенения горючих строительных материалов” здание АЗС будет полностью охвачено огнем. Была рассчитана область зон людских потерь. Область составила 295,4 м². Люди, находившиеся на территории АЗС погибнут.

3.3 Характеристики взрыва на АЗС г.Жезказган

Анализ возможности возникновения опасных ситуаций на территории АЗС. Бензовоз имеет емкость 15 м^3 , который припаркован на эстакаде, поверхность эстакады составляет 20 м^2 . Операторская расположена в 10м от автоцистерны. Летом температура на территории АЗС примерно 35°С . В ходе проведения расчетной части необходимо определить значение скорости обрушения операторской в случае наступления ЧС на АЗС на следующих расстояниях: 10,30, 50,70,100 [18].

Испарение $L_{\text{кип}} = 287,3 \text{ кДж / кг}$, $T_{\text{кип}} = 413 \text{ К}$, плотность жидкого бензина $\rho_{\text{ж}} = 740 \text{ кг / м}^3$.

При расчетах следует принимать следующее: заполнение цистерны составляет 80% бензина, остальные 20% - пары бензина.

В цистерна топливо под давлением равным $101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$, таким образом можно найти массу бензиновых паров, давление насыщенного пара и испарение разлитого бензина по следующей формулам смотреть в (Приложение В):

Таблица 9 – Характеристики бензина при разливе его по территории АЗС

Масса паров бензина	Давление насыщенного пара бензина	Интенсивность испарения разлитого бензина
153 кг	4,2 кПа	0,0000351

Определим радиус взрывоопасного облака для паров ЛВЖ, используя для этого формулы приведённые в (Приложении В).

Таблица 10 – Радиусы взрывоопасного облака для паров ЛВЖ

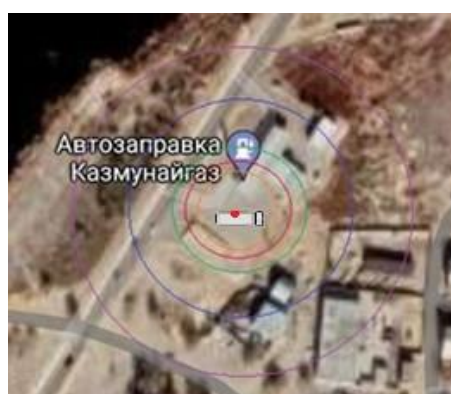
Для паров ЛВЖ $R_{\text{нкпр}}$	Плотность паров бензина $\rho_{\text{г}}$	Радиус зоны детонационного взрыва R_0
324 метра	$3,65 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	2,79 метра

Проведем расчеты избыточного давления на различных расстояниях при взрыве топлива рассчитываем по формуле смотреть (Приложение В).

Таблица 11 – избыточное давление на фоне ударной волны

кПа	248,6	150,3	67,2	33,1	20,7	11,2	8,3	5,7	3,1
метры	10	20	30	40	50	60	70	90	100

На основании приведенных выше расчётов можно сделать следующие предварительные выводы:



- 10 метров от взрыва
- 20 метров от взрыва
- 30 метров от взрыва
- 50 метров от взрыва
- 70 - 100 метров от взрыва

Рисунок 3 – Зоны разрушений при взрыве цистерны с топливом

Исходя из расчетов и ссылаясь на ГОСТ Р 12.3.047, можно сделать выводы что на расстоянии от 10 до 20 метров при давлении 248,6 – 150,3 кПа здания операторской будет разрушено на 95 – 99 %.

На расстоянии от 30 до 40 метров здания и сооружения получают значительные разрушения (повреждения внутренних перегородок, рам, дверей и т.п.). Примерно 50 – 60 % повреждений.

На расстоянии от 50 до 100 метров – это умеренные повреждения зданий. Последствия выбитые окна и различные не значительные повреждения.

4 Инженерно-техническое решение, направленное на минимизацию возможного ущерба при возникновении ЧС

В ходе анализа выявлены чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть на АЗС. Для снижения потенциального ущерба от чрезвычайных ситуаций, связанных с этими фактами, предлагается ряд мероприятий, направленных на улучшение противопожарной защиты.

Исходя из статистики возникновения ЧС в Республики Казахстан (таблица 3) можно сделать вывод что наиболее частые ЧС на АЗС случаются из-за разливов нефтепродуктов.

Таблицы 12 – Статистика причин разлива топлива на АЗС в Карагандинской области 2014-2019 г. [3]

Причины	%
Не соблюдения правил эксплуатации спец техники при перекачивании нефтепродуктов.	23
Разгерметизации маслобензостойких шлангов.	42
Переполнения цистерн с топливом.	35

АЗС АО “Казмунайгаз” в городе Жезказган была введена в эксплуатацию в 2005 году. Из таблицы 12 видно, что наиболее частые причины разлива нефтепродуктов на территории АЗС случаются из-за переполнения цистерн и разгерметизации маслобензостойких шлангов. Проанализировав современные АЗС (“Газпром”, “Лукойл”, “Роснефть”) введенные в эксплуатацию с 2015-2020 г. для снижения возможных ЧС были предложены следующие технические решения, которые помогут предотвратить разливы нефтепродуктов на территории АЗС.

Для снижения риска разгерметизации маслобензостойкого шланга при перекачивании топлива с автоцистерны в подземный бункер. Следует провести замену

устаревшего резинового маслобензостойкого шланга на современный композитный рукав для топлива и нефти продуктов KingdaFlex 3-4000 ДУ 75 рисунок 4.

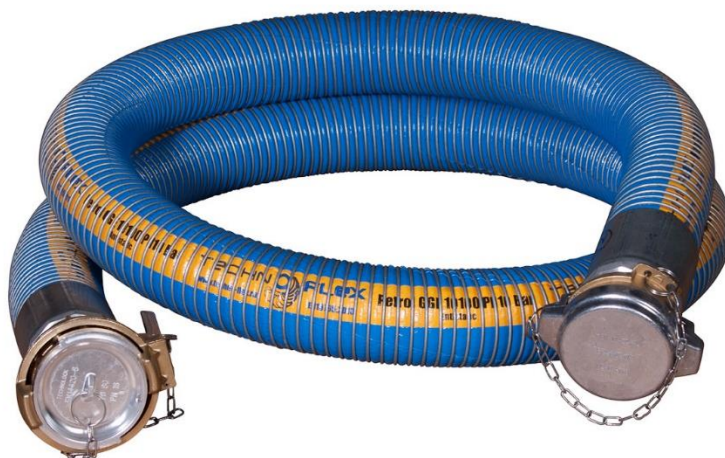


Рисунок 4 – Композитный рукав для топлива и нефти продуктов

Композитный рукав KingdaFlex 3-4000 ДУ 75 намного надежнее чем резиновой шланг. Цена композитного рукава 1790 рублей за метр, а цена маслобензостойкого шланга 1537 рублей за метр. Можно заметить стоимость не на много больше. Но срок службы и надежность композитного рукава намного больше.

Для предотвращения переполнения автоцистерны и подземного бункера уровнемер поплавковый ВК 1700М был заменен на уровнемер радарный УР – 31 фирмы ЭЛЕМЕР.



Рисунок 5 – Уровнемер радарный УР – 31

Уровнемер поплавковый имеет существенный недостаток по сравнению с уровнемером радарным. Поплавок, который показывает уровень заполнения цистерны может заклинить и показывать не правильные показания оператору АЗС по заполнению цистерны из-за этого может произойти переполнение и разлив топлива. Уровнемер

радарный намного надежней, так как у него нет подвижных механических частей. Сравнение уровнемеров по цене и сроку службе приведены в таблицы 12.

Таблица 13 – Сравнение уровнемеров.

Название	Уровнемер радарный УР – 31	Уровнемер поплавковый ВК 1700М
Цена	15625	13200
Срок службы	10 лет	7 лет

Исходя из таблицы 13 можно сделать вывод что уровнемер радарный прослужит на 3 года, больше, чем поплавковый. А по стоимости он не на много дороже.

5 Социальная ответственность

Социальная ответственность - ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, как и для окружающей среды проведения исследований.

В ходе данной работы проведены совершенствования пожаротушения на АЗС. Работа выполнялась на АЗС “КазМунайГаз”. Все работы выполнялись с использованием компьютера. Раздел также включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 14 и 15.

Таблица 14 – Оптимальные нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-23	40-60	0.1
Теплый	23-25		0.1

Таблица 15 – Допустимые нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Нижняя допустимая граница	Верхняя допустимая граница		
Холодный	15	24	20-80	<0.5
Теплый	22	28	20-80	<0.5

Температура в теплый период года 23-25°C, в холодный период года 19-23°C, относительная влажность воздуха 40-60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Общая площадь рабочего помещения составляет 83м², объем составляет 285м³. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 санитарные нормы составляют 6,5 м² и 20 м³ объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

После анализа габаритных размеров рассмотрим микроклимат в этой комнате. В качестве параметров микроклимата рассмотрим температуру, влажность воздуха, скорость ветра.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основным недостаток - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40м³[21]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42 м³, из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100 °С, а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно [22]. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям [23].

5.1.2 Превышение уровней шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Основным источником автомашины. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2 / 2.4.1340-03, при выполнении основных работ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА [24].

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты(СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

1. устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
2. изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов керамзит шамотный кирпич);
3. применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Средства индивидуальной защиты;

1. применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

5.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии

50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25В/м в диапазоне от 5Гц до 2кГц, 2,5В/м в диапазоне от 2 до 400кГц [21]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250нТл, и 25нТл в диапазоне от 2 до 400кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В [21].

В ходе работы использовалась ПЭВМ типа Lenovo со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.)[25].

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни облучения (по ОСТ 54 30013-83):

- а) до 10 мкВт./см², время работы (8 часов);
- б) от 10 до 100 мкВт/см², время работы не более 2 часов;
- в) от 100 до 1000 мкВт/см², время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;
- г) для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

1. защита временем;
2. защита расстоянием;
3. снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
4. экранирование источника с заземлением шиной;

СИЗ

1. Очки (стекло, покрытое микропленкой оксида олова) и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

2. Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

5.1.4. Поражение электрическим током

Операторская АЗС содержит большое количество проводов и электроприборов, которые работают на высоких значениях напряжения и силы тока. Неправильная изоляция, либо отсутствие заземления может привести к поражению персонала электрическим током или к возникновению возгораний. Напряжение прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать определённых значений.

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения токоведущих элементов с заземлёнными металлическими корпусами оборудования [6].

АЗС относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются: $I < 0,1 \text{ А}$; $U < (2-36) \text{ В}$; $R_{\text{зазем}} < 4 \text{ Ом}$. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Каждому необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
- очистить дыхательные пути;
- приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- появления запаха, характерного для горящей изоляции или пластмассы;
- появления дыма или огня;
- появления искрения;
- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

1. Заземление приборов;
2. Использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Средства индивидуальной защиты:

1. Использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

5.1.5 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в помещении, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

5.1.6 Пожарная опасность

Согласно главе 8 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и на основании СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» по пожарной и взрывопожарной опасности помещение АЗС относится к категории Б.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» нормативная вероятность воздействий опасных факторов пожара на людей – не более 10⁻⁶ в год на отдельного человека.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 21-01-97 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам) [31].

Возникновение пожара может быть по причинам как электрического, соблюдения правил пожарной безопасности, выход из строя оборудования.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) не соблюдения правил пожарной безопасности при заправке автомобилей и перекачивания нефтепродуктов из бензовоза в подземные цистерны;
- в) несвоевременное обслуживание оборудования (ТРК, насосов, маслобензостойких шлангов)

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

На территории АЗС возле каждой ТРК должен располагаться один порошковый огнетушитель объемом 10 л.

АЗС полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 6, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.



Рисунок 6 – План эвакуации

5.1.7 Экологическая безопасность

В результате деятельности рассматриваемого автозаправочного комплекса происходят выбросы в атмосферу углеводородов. При каждом случае слива автоцистерны происходит выход паров бензина и дизельного топлива в окружающее пространство, в объемах заполнения резервуаров. В случае образования некоторых инцидентов возможно выбросы топлива на поверхность земли.

Для определения количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу применяется методика по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Выбросы должны суммироваться при наливах резервуаров, при заправках техники и в случаях пролива.

Одним из мероприятий по сокращению выбросов углеводородов является установка системы рекуперации и деаэрации паров.

Все «пистолеты» необходимо оборудовать зондами марки ЗПГ.500, которые отсасывают пары бензина над горловиной бензобака через стационарно установленный абсорбер с вытяжным вентилятором. Абсорбент отправляют на регенерацию на нефтеперерабатывающий завод (В Томской области – это д. Семилужки).

«Грязный» бензин, пролитый на землю, собирают вместе с землей, вакуумируют до полного высыхания земли, пары также направляют через стационарный абсорбер Г - 3110 (с клапаном продувки), а землю возвращают на место.

5.1.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) — это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей, которые вызвала авария, катастрофа, эпидемия, стихийное бедствие, которые привели или могут привести к человеческим и материальным потерям, заражению людей и животных. По характеру ЧС могут быть техногенными, природными, биологическими, социальными или экологическими [36].

Возможные ЧС, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта: опасность пожара, взрыв, срыв трубопровода, теракт.

Наибольшую опасность представляет возникновение пожара.

В качестве возможных причин пожара можно указать следующие:

- короткое замыкание;
- перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих элементов и загорание изоляции;
- не соблюдение техники безопасности.

Одной из самых распространённых причин возникновения пожара является нарушение противопожарных правил, поэтому персоналу необходимо знать их и строго выполнять.

Для предотвращения пожаров необходимо проводить следующие мероприятия:

- помещение оборудовать средствами тушения пожара (огнетушителями, ящиками с песком, стендом с противопожарным инвентарем), средствами связи, также необходимо своевременно проверять исправность электрической проводки осветительных приборов и электрооборудования.
- проводить инструктаж с сотрудниками и проверять их на знание мест нахождения средств пожаротушения и средств связи, номеров телефонов для сообщения о пожаре, а также на умение пользоваться средствами пожаротушения.

Также не следует исключать возникновение самовозгорания. Необходимо периодически контролировать состояние резервуаров с топливом, путем внешнего осмотра и измерения температуры, давления паров бензина.

На АЗС наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, взрывов на объектах.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

АЗС являются очагами повышенной пожара и взрывоопасности, так как там хранятся значительные объёмы бензина и дизельного топлива. В существующих ныне новых экономических условиях наиболее востребованы такие АЗС, которые представляют собой автозаправочные комплексы (АЗК). Существуют оценки пожарной опасности, которые характеризуют значения оценки того или иного пожарного риска. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований. Ущерб, приносимый обществу от пожаров очень высок. В современном мире вопрос пожарной безопасности актуален и требует решающих мер, необходимых для предотвращения пожароопасных ситуаций и их развития. Подготовка личного состава подразделений совместно с гражданским населением по ведению действий при тушении пожаров, ведет к снижению пожарного риска, а значит и гибели людей.

6.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

Таблица 16 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б	Т	А	К _Б	К _Т	К _А
Повышение пожаробезопасности на АЗС	0.16	4	5	5	0.64	0.8	0.8
Удобство в эксплуатации	0.19	3	3	4	0.57	0.57	0.76
Безопасность проекта	0.14	5	3	4	0.7	0.42	0.56
Конкурентоспособность проекта	0.11	5	2	2	0.55	0.22	0.22
Распространение проекта на рынке	0.05	2	5	4	0.1	0.25	0.2
Срок актуальности	0.15	4	2	2	0.60	0.3	0.3
Срок реализации проекта	0.10	2	4	5	0.20	0.4	0.5
Наличие сертификата на научную работу	0.10	2	4	5	0.20	0.4	0.5
Итого	1	28	28	31	3.46	3.36	3.89

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (1.3)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

$$K_B = 0.19 \cdot 4 + 0.19 \cdot 3 + 0.14 \cdot 5 + 0.11 \cdot 5 + 0.05 \cdot 2 + 0.15 \cdot 4 + 0.10 \cdot 2 + 0.10 \cdot 2 = 3.46$$

$$K_T = 0.19 \cdot 5 + 0.19 \cdot 3 + 0.14 \cdot 3 + 0.11 \cdot 2 + 0.05 \cdot 5 + 0.15 \cdot 2 + 0.10 \cdot 4 + 0.10 \cdot 4 = 3.36$$

$$K_A = 0.19 \cdot 5 + 0.19 \cdot 4 + 0.14 \cdot 4 + 0.11 \cdot 2 + 0.05 \cdot 5 + 0.15 \cdot 2 + 0.10 \cdot 5 + 0.10 \cdot 5 = 3.89$$

Полученный коэффициент исследования равен $K = 3.89$, что говорит о том, что конкурентоспособность находится выше среднего.

6.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой

комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проект.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Первый этап SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1Снижение пожароопасности на АЗС С2Улучшение систем пожаротушения С3Научная актуальность	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1Монтаж нового оборудования Сл2Отсутствие бюджетного финансирования.
Возможности: В1Повышениестоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1Отсутствие спроса на новые технологии производства У2Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования У3Изменение цен на оборудования пожаротушения		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Интерактивные матрицы представлены в таблицах 18, 19, 20 и 21.

Таблица 18 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-

Таблица 20 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны					
Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	+	-	+
	У2	+	-	+	+
	У3	+	+	-	+

Таблица 21 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны				
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	-
	У2	+	-	+
	У3	-	-	+

Таким образом, в рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 22).

Таблица 22 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1Снижение пожароопасности на АЗС С2Улучшение систем пожаротушения С3Научная актуальность	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1Монтаж нового оборудования Сл2Отсутствие бюджетного финансирования.
Возможности: В1Повышениестоимости конкурентных разработок	Снижение пожароопасности, улучшение технических характеристик увеличит конкурентоспособность	Улучшения систем пожаротушения на АЗС повышает безопасность и конкурентоспособность.
Угрозы: У1Отсутствие спроса на новые технологии производства У2Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования У3Изменение цен на оборудования пожаротушения	Снижение пожароопасности, улучшение технических свойств АЗС.	В связи с несвоевременным финансированием, и увеличением цен на оборудование для пожаротушения, работа может оказаться невостребованной

6.3 Планирование НИР

6.3.1 Структура проведения НИР в рамках научного исследования

Для того, чтобы надлежащим образом исполнить данное научное исследование, должна быть сформирована рабочая группа, куда входит сам студент, его руководитель по диплому, консультант по социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) ВКР.

Теперь составим примерный порядок проведения этапов и работ с указанием исполнителей по видам работ – см. Табл. 23:

Таблица 23 – Перечень этапов и работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент
Выбор направления исследований	2	Определение этапов и сроков исследования	Студент
	3	Изучение литературы по теме исследования	Студент
	4	Анализ и обобщение информации по теме исследования	Студент
Технические и экспериментальные исследования	5	Обоснование ВКР выбор метода исследования	Научный руководитель, Студент
	6	Проведение исследования	Студент
	7	Обработка результатов исследования	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Формулирование выводов исследования	Студент
Оформление отчета по ВКР	9	Оформление ВКР	Студент

6.3.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

Для того, чтобы оценить ожидаемую трудоёмкость работ, необходимо воспользоваться формулой:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мин i} + 2t_{макс i}}{5}, \quad (1.4)$$

Где $t_{ожи}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i – ой работы чел.-дн.;

$t_{мин i}$ – минимальная возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного сечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{макс i}$ – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного сечения обстоятельств), чел.-дн.;

После того, как определится ожидаемая трудоёмкость работ, можно определить продолжительность каждой работы T_p (в рабочих днях), принимая во внимание, что несколько исполнителей делают эту работу параллельно. После чего рассчитывается заработная плата по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}; \quad (1.5)$$

Где T_{pi} — продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. – дн.

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

6.4 Разработка графика проведения научного исследования

Для построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (1.6)$$

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

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

$k_{кал}$ — коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (1.7)$$

где: $T_{кал}$ — количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ — количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ — количество праздничных дней в году.

Согласно производственному и налоговому календарю на 2019 год для 6-дневной рабочей недели, количество календарных 365 дней, количество

рабочих дней составляет 298 дней, кол-во выходных и праздничных дней – 67, таким образом, коэффициент календарности в 2021 году составил: $k_{\text{кал}} = 1,22$.

Все рассчитанные значения отображены в таблице 10. После заполнения таблицы 21 строим календарный план-график (таблица 11). График строится для максимального по длительности исполнения работ, в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам за период времени написания диплома (10 дней). При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителя

Таблица 24 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители T_{ci}	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} чел-дни	t_{max} чел-дни	$t_{ож}$ чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	4	2	Научный руководитель	2	2
Календарное планирование работ по теме ВКР	1	3	1,8	Студент	2	2
Поиск и изучение материалов по теме	3	7	5	Студент	4	5
Выбор направления исследований	1	2	1,4	Студент	1	1
Проведение анализа литературы по теме ВКР	7	12	9	Студент	9	11
Проведение исследования	5	12	8,5	Студент	7	9
Согласование полученных данных с научным руководителем	5	8	6,2	Студент, научный руководитель	6	7
Подготовка образцов к исследованию	1	3	1,8	Студент	2	2
Проведение эксперимента	6	12	8,4	Студент	8	10
Обработка полученных данных	8	13	10	Студент, научный руководитель	10	12
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	7	11	8,6	Студент	9	11
Работа над выводами по проекту	5	9	6,6	Студент	7	9
Оценка эффективности полученных результатов	11	14	12,2	Студент, научный руководитель	12	15

Таблица 25 – Календарный план-график по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ									
				март			апрель			май			июнь
				10	20	30	10	20	30	10	20	30	10
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	2										
2	Календарное планирование работ по теме ВКР	Студент	2										
3	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	5										
4	Выбор направления исследований	Студент	1										
5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	Студент	11										
6	Проведение исследования	Студент	9										
7	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель	7										
8	Подготовка образцов к исследованию	Студент	2										
9	Проведение эксперимента	Студент	10										
10	Обработка полученных данных	Студент, научный руководитель	12										
11	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент	11										
12	Работа над выводами по проекту	Студент	9										
13	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, научный руководитель	15										

– студент

– научный руководитель

6.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

6.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (1.8)$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, используемых для научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при научном исследовании (шт. кг, м, м²);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Результат материальных затрат представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
Ручка	шт.	4	30	120
Бумага офисная	лист	230	1	230
Канцелярские принадлежности	набор	2	150	300
Интернет	М/бит	4	350	1400
Картридж	шт.	1	650	650
Итого:				2700

6.5.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья включает расчет оплаты труда научному руководителю и студенту, а также ежемесячно выплачиваемой премии в размере 12-20% от оклада. Согласно приказу ректора ТПУ ежемесячный оклад для профессора со степенью доктора наук составляет 47104 рублей без районного коэффициента (РК=1.3). Таким образом, заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{зн} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (1.9)$$

где: $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата $З_{осн}$ научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (2.1)$$

где: T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot M}{F_{\phi}}, \quad (2.2)$$

где: $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб.дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб.дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_{ϕ} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет баланса рабочего времени представлен в таблице 27.

Таблица 27 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	52
-выходные дни	13	13
-праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	24
-отпуск	-	-
-невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	276

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (2.3)$$

где: $З_{\text{мс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{мс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	разряд	$k_{\text{т}}$	ЗТС, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}},$ руб.	$З_{\text{дн}},$ руб.	$T_{\text{р}},$ раб.дн	$З_{\text{осн}},$ руб.
Руководитель	ДН	–	47100	0,3	0,2	1,3	91845	4359,4	20	87188
Студент	–	–	1800	–	–	1,3	2340	97,5	54	5265
Итого:										92453

6.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{дон}} = k_{\text{дон}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (2.4)$$

где: $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$З_{допP} = 87188 \cdot 0,12 = 10462,6 \text{ руб.}$$

$$З_{допC} = 5265 \cdot 0,12 = 631,8 \text{ руб.}$$

6.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (2.5)$$

где: $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На основании пункта 6 части 1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность с 2021 года водится пониженная ставка – 28 %. В таблице 29 приведены данные расчета отчислений во внебюджетные фонды.

Таблица 29 – Отчисление во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	87 188	10 462,6
Студент	5265	631,8
Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды	28% = 0,28	
Итого	10 542	1651

6.5.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат НИР является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора

с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Результаты расчета бюджета затрат НТИ приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат, %
Материальные затраты НТИ	3000	2
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	92 453	78,3
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11094,4	9,4
Отчисления во внебюджетные фонды	12 193	10,3
Бюджет затрат НТИ	118 740	100

Итого, общий бюджет затрат составляет 118 740 рублей. Основную его долю составили затраты по основной заработной плате (78,3%) и отчисления во внебюджетные фонды (10,3%). Наименьшую долю затрат составили материальные затраты НТИ (2%).

6.6 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

6.6.1 Оценка социальной эффективности исследования

В ходе работы была выполнена цель – проектирование и создание конкурентноспособной разработки, заключающиеся в анализе и оценке пожарного риска на АЗС.

Потенциальные потребители результата исследования на территории города Жезказган.

Был проведен анализ конкурентно технических решений, где получен коэффициент исследования конкурентных показателей, и он находится выше среднего.

В структуре работы выделено 9 этапов, и при разработке графика проведения научного исследования определена длительность работ, которая составляет 96 календарных дня.

Рассчитан бюджет НТИ – 118 740 рублей.

Заключение

В выпускной квалификационной работе была рассмотрена АЗС “КазМунайГаз” в городе Жезказган. Были рассмотрены виды ЧС, случившиеся на АЗС в Республике Казахстан за 2019 год. Рассмотрены требования к обеспечению пожарной безопасности на АЗС в Республике Казахстан.

Разработано дерево событий при локальном разрушении автоцистерны с топливом на АЗС г. Жезказган. В дереве событий хорошо видно, что при разливе топлива на территории АЗС наиболее вероятный сценарий развития аварии, которая ликвидируется сотрудниками АЗС.

Проведя расчеты возможных последствий пожара в результате разлива нефтепродуктов на АЗС г. Жезказган было выявлено, что при разливе топлива и возникновении пожара и взрыва операторская будет полностью уничтожена. А на расстоянии 40 – 100 метров от взрыва будут выбиты окна и нанесен незначительный ущерб соседним зданиям.

Для минимизации возможного ущерба при возникновении ЧС на АЗС было предложено современное оборудование.

Список использованных источников

1. ВНТП 5-9 Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз). Введ. 3.04.2005. Волгоград, 2005. 54 с.
2. Коваленко, В. Г. Автозаправочные станции: Оборудование. Эксплуатация. Безопасность / В. Г. Коваленко. Санкт-Петербург: НПИКЦ, 2003. 280 с.
3. Департамент по чрезвычайным ситуациям Карагандинской области. [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/emer?lang=kk> , свободный. – Загл. с экрана.
4. Показатели пожаровзрывоопасности нефтепродуктов. [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <https://sudact.ru/law/pravila-pozharnoi-bezopasnosti-pri-ekspluatatsii-predpriatii-nefteproduktoobespecheniia/prilozhenie-8/>, свободный. – Загл. с экрана.
5. СНиП 21-01-07 Пожарная безопасность зданий и сооружений. Взамен СНиП 2.01.2-85 ; введ. 01.01.2007. Москва, 2007. 24 с.
6. НПБ 111-98 Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности. Взамен НПБ 102-95; введ. 1.05.1998. Москва, 1998. 41 с.
7. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ [Электронный ресурс] / СПС Гарант: Законодательство— URL <http://ivo.garant.ru/#/document/12161584/paragraph/1:1> Дата обращения: 01.04.2017.
8. РД 153-39.2-080-01 Правила технической эксплуатации автозаправочных станций: (с изменениями от 17 июня 2003). М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 86 с

9. . О противопожарном режиме: Постановление Правительства РФ от 25.04.12 № 390 [Электронный ресурс] / СПС Гарант: Законодательство – URL <http://ivo.garant.ru/#/startpage:0> Дата обращения: 03.04.2017.

10. Правила безопасности нефтегазоперерабатывающих производств: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 марта 2016 года №125 // Российская газета. – 2016. – № 4.

11. НПБ 111-98 Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности: Нормы пожарной безопасности– М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 51 с.

12. Оценка вероятности возникновения пожара на объектах нефтепродуктовобеспечения / Е.А.Контобойцева, И.Г.Сафронова, М.Г. Контобойцева, Т.Х.Мансуров // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2014. – № 1(5). – С. 30–38.

13. Разгерметизация автоцистерн при наливке нефтепродуктов. [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: https://studopedia.net/13_54103_situatsiya----razgermetizatsiya, свободный. – Загл. с экрана.

14. Риски возникновения и развития техногенных пожаров / К.Г. Шаповалова// Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – № 1. – С. 42–49.

15. Исследование пожарного риска и аварий, связанных с эксплуатацией горюче-смазочных материалов / Н.Ю.Луговцова, М.О. Танчев, Ф.В.Шмидт // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 12 (2). – 153 с.

16. Оценка пожарного риска на АЗС / В.В.Воробьев, С.А.Горячев, С.А.Швырков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2010. – С. 37–42.

17. Анализ пожарных рисков. / С.Е. Якуш, Р.К. Эсманский. // Подходы и методы. –2009. – № 3 (6). – С 95–105.

18. ГОСТ 8.346-79. ГСИ Резервуары стальные горизонтальные. Методы и средства поверки. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 28 с.
19. Гордиенко Д.М. Оценка пожарного риска автозаправочных станций и разработка способов его снижения / Д.М. Гордиенко– М.: ФГУ ВНИИПО МВД РФ, 2001. –147 с.
20. «Пособие по определению расчетных величин пожарных рисков для производственных объектов» (вторая редакция), Москва, 2010 год, С.54
21. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 09.03.2021). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ , свободный. – Загл. с экрана.
22. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200234> , свободный. – Загл. с экрана.
23. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> , свободный. – Загл. с экрана.
24. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200005187> , свободный. – Загл. с экрана.
25. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200105707> , свободный. – Загл. с экрана.
26. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> , свободный. – Загл. с экрана.

27. Защита окружающей среды при эксплуатации ТЭС. Текст научной статьи по специальности «Химические технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-okruzhayuschey-sredy-pri-ekspluatatsii-tes> , свободный. – Загл. с экрана.

28. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901703278> , свободный. – Загл. с экрана.

29. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901704046> , свободный. – Загл. с экрана.

30. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200272> , свободный. – Загл. с экрана.

31. ГОСТ Р 30331.4-95. Защита от тепловых воздействий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200001338> , свободный. – Загл. с экрана.

32. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> , свободный. – Загл. с экрана.

33. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> , свободный. – Загл. с экрана.

34. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 178 с.

Приложение А

(обязательное)

Расчет индивидуального и социального риска

Формула (1) для расчета индивидуального риска для работающих и проезжающих людей:

$$R_{\text{инд}} = \frac{N_{\text{постр}}}{(N_{\text{проез}} \cdot 24 + N_{\text{раб}})} \cdot 365; \quad (1)$$

$N_{\text{постр}}$ – общее число пострадавших людей определяется по формуле (2).

$$N_{\text{постр}} = \frac{N_{\text{за}}}{5}; \quad (2)$$

$N_{\text{за}}$ – общее число пострадавших людей в результате чрезвычайных ситуаций на АЗС за последние 5 лет.

$N_{\text{проез}}$ – число людей, проезжающих АЗС в час.

$N_{\text{раб}}$ – количество рабочего персонала.

Формула (3) для расчета социального риска:

$$S = \frac{N_{\text{ср.пост.}}}{N_{\text{прож}}}; \quad (3)$$

$N_{\text{ср.пост.}}$ – среднее число пострадавших людей в случае ЧС.

$N_{\text{прожив}}$ – количество проживающих людей рядом с АЗС.

Приложение Б

(обязательное)

Возможные последствия пожара в результате разлития нефтепродуктов на АЗС

Формула (4) теплового потока:

$$g = 0,80 \cdot Q_0 \cdot e^{-0,03x}; \quad (4)$$

Для бензина и дизельного топлива $Q_0 = 130 \text{ кВт/м}^2$;

Индекс зон теплового излучения определяем по формуле (5):

$$I = 60 \cdot (g)^{4/3}; \quad (5)$$

Формула (6) для определения массы паров бензина в первичном облаке:

$$m(\text{П1}) = \frac{\alpha \cdot M \cdot (V_1 \cdot P_1 + V_T \cdot P_2)}{R \cdot T_{\text{ж}}}; \quad (6)$$

α – объёмная доля заполненная газовой фазой;

M – молекулярная масса жидкости (бензин, дизельное топливо)
(кг/кмоль);

R (универсальная газовая постоянная) = 8310 Дж/(К кмоль);

$T_{\text{ж}}$ – температура жидкости в цистерне с топливом (К).

Приложение В
(обязательное)

Характеристики взрыва на АЗС

Давление насыщенного пара топлива (бензин, дизельное топливо) определяется по формуле (7).

$$P_{\text{нас}} = \frac{101,3 \cdot \exp(L_{\text{исп}} \cdot M \cdot (T_{\text{кип}}^{-1} - T_{\text{ос}}^{-1}))}{R}; \quad (7)$$

$L_{\text{исп}}$ – скрытая температура испарения легко воспламеняющей жидкости (Кельвин);

M – молекулярная масса паров бензина (г\моль);

$T_{\text{кип}}$ – температура кипения (Кельвин);

$T_{\text{ос}}$ – температура окружающей среды (Кельвин).

Интенсивность испарения определим по формуле (8):

$$W = 1 \cdot 10^{-6} \cdot P_{\text{нас}} \cdot (M)^{1/2}; \quad (8)$$

Радиус взрывоопасного облака для паров ЛВЖ определяться по формуле (9).

$$R_{\text{нкпр}} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} \cdot C_{\text{нкпр}}} \right)^{0,33}; \quad (9)$$

Плотность паров бензина определяется по формуле (10):

$$\rho_{\text{г}} = \frac{M}{V_0 + 0,00367 t_p}; \quad (10)$$

V_0 – мольный объём (22,4 м³/к\моль);

t_p – максимально возможная температура в городе Жезказган (4 С⁰).

Формула (11) для расчета радиуса зон дотационного взрыва:

$$R_0 = 10 \cdot \left(\frac{m \cdot k}{M \cdot C_{\text{стх}}} \right)^{\frac{1}{3}}; \quad (11)$$

k – 0,06 для бензина и дизельного топлива;

$C_{\text{стх}}$ – концентрация газа в смеси.

Избыточное давление определяется по формуле (12):

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{\text{св}} \cdot \rho_{\text{г.п.}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}; \quad (12)$$

P_{max} – максимально давление при сгорании паров бензина;

P_0 – 101 кПа;

m – масса паров ЛВЖ;

$\rho_{г.п.}$ – плотность паров бензина;

Z – коэффициент участия паров бензина в горении

Таблица В.1 – Степень разрушения зданий и сооружений.

Степень поражения зданий и сооружений	Предельно допустимые значения избыточного давления, кПа
Полное разрушение	100
50 % разрушений	53
Среднее разрушение зданий и сооружений	28
Умеренные повреждения зданий	12
Минимальные повреждения	5