

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 ООП Химическая технология переработки нефти и газа
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Повышение эффективности действия депрессорных присадок добавлением н-парафинов и нефтяных смол

УДК 665.7.038

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Шафер Савелий Егорович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Киргина Мария Владимировна	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОХИ ИШПР	Богданов Илья Александрович	—		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына Зоя Васильевна	К.Т.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Мойзес Ольга Ефимовна	К.Т.Н.		

«Химическая технология переработки нефти и газа»
(направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»)

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
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен и готов использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готов использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-3	Готов использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
ОПК(У)-4	Владеет пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознанием опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	Владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий

Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	Готов применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования
ПК(У)-3	Готов использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности
ПК(У)-4	Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-5	Способен использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест
ПК(У)-6	Способен наладивать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств
ПК(У)-7	Способен проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта
ПК(У)-8	Готов к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК(У)-9	Способен анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования
ПК(У)-10	Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
ПК(У)-11	Способен выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, применять методы математического моделирования и анализа при исследовании химико-технологических процессов
ДПК(У)-2	Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования
ДПК(У)-3	Готов использовать знания фундаментальных физико-химических закономерностей для решения возникающих научно-исследовательских задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе, химических реакторов
ДПК(У)-4	Готов использовать информационные технологии при разработке проектов
ДПК(У)-5	Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования на английском языке



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (ООП/ОПОП) 18.03.01 Химическая технология

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП/ОПОП

_____ Мойзес О.Е.

(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Д92	Шафер Савелий Егорович

Тема работы:

Повышение эффективности действия депрессорных присадок добавлением н-парафинов и нефтяных смол	
Утверждена приказом директора ИШПР (дата, номер)	от 30.01.2023 г. № 30-92/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	01.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Образец прямогонного дизельного топлива, депрессорная присадка, н-парафины, нефтяные смолы.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	1 Литературный обзор 1.1 Дизельные топлива: состав, свойства, марки, требования 1.2 Депрессорные присадки для дизельного топлива 1.3 Подтверждение эффективности действия депрессорных присадок 2 Объекты и методы исследования 2.1 Объекты исследования 2.2 Приготовление смесей 2.3 Методы исследования 3 Расчёты и аналитика 3.1 Результаты определения низкотемпературных свойств образца дизельного топлива без и в смеси с депрессорной присадкой 3.2 Результаты определения низкотемпературных

	свойств смесей исследуемого образца дизельного топлива с депрессорной присадкой и н-парафинами 3.3 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей исследуемого образца дизельного топлива с нефтяными смолами без и с добавлением депрессорной присадки 4 Результаты исследования 4.1 Анализ влияния добавления н-парафинов на эффективность действия депрессорной присадки 4.2 Анализ влияния добавления нефтяных смол на низкотемпературные свойства прямогонного дизельного топлива 4.3 Анализ влияния добавления нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и энергосбережение 6 Социальная ответственность
Перечень графического материала	Нет

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и энергосбережение»	к.т.н., доцент ОСТН ШБИП Криницына З.В.
«Социальная ответственность»	старший преподаватель ООД ШБИП Гуляев М.В.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Нет

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Киргина М.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Шафер Савелий Егорович		

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Д92	Шафер Савелий Егорович

Тема работы:

Повышение эффективности действия депрессорных присадок добавлением н-парафинов и нефтяных смол

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	01.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2023	Введение	10
15.03.2023	Литературный обзор: дизельные топлива: состав, свойства, марки, требования; депрессорные присадки; механизм действия депрессорных присадок; факторы, оказывающие влияние на эффективность действия депрессорных присадок.	15
01.04.2023	Объект и методы исследования: объект исследования; приготовление смесей; методы исследования (методика выделения н-парафинов, методика выделения нефтяных смол, методики определения низкотемпературных характеристик)	15
15.04.2023	Расчеты и аналитика: результаты определения низкотемпературных свойств образца прямогонного дизельного топлива и приготовленных смесей образца дизельного топлива с депрессорной присадкой, н-парафинами, нефтяными смолами	20
01.05.2023	Результаты исследования: анализ влияния добавления н-парафинов и нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки; анализ влияния добавления нефтяных смол на низкотемпературные свойства образца прямогонного дизельного топлива	20
20.05.2023	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение». Раздел «Социальная ответственность»	10
01.06.2023	Выводы	10

СОСТАВИЛ:**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Киргина Мария Владимировна	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОХИ ИШПР	Богданов Илья Александрович	—		

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Мойзес Ольга Ефимовна	К.Т.Н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Шафер Савелий Егорович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Инженеру:

Группа	ФИО
2Д92	Шафер Савелий Егорович

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОХИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование...
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет конкурентоспособности, SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет бюджетной стоимости НИ. Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	30.01.2023
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению Инженер:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Шафер Савелий Егорович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2Д92		Шафер Савелий Егорович	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

Тема ВКР:

Повышение эффективности действия депрессорных присадок добавлением н-парафинов и нефтяных смол Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования: дизельное топливо, депрессорная присадка, добавочный компонент (н-парафин, нефтяная смола), смеси из указанных веществ с различными концентрациями добавочного компонента (0,005, 0,01, 0,025, 0,05, 0,1, 0,25, 0,5 % масс.). Область применения: нефтеперерабатывающая промышленность, использование топлива для эксплуатации оборудования в условиях Крайнего Севера. Рабочая зона: лаборатория. Размеры помещения: просп. Ленина 43А, учебный корпус ТПУ № 2, химическая лаборатория (№134) имеет площадь 30,5 м², химическая лаборатория ((№129) имеет площадь 127,8 м². Количество и наименование оборудования рабочей зоны: установки для определения физико-химических свойств (в т.ч. жидкостный низкотемпературный термостат), блочный щит управления. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: получение и анализ параметров, полученных с установок, переключение и выключение оборудования.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019). ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
2. Производственная безопасность при эксплуатации: – Анализ потенциальных вредных и опасных производственных	Вредные производственные факторы при работе в химической лаборатории: 1. Повышенный уровень общей вибрации; 2. Повышенный уровень шума; 3. Отсутствие или недостаток необходимого

факторов – Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных производственных факторов	искусственного освещения; 4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего. Опасные производственные факторы при работе в химической лаборатории: 1. Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм человека. 2. Производственные факторы, связанные с электрическим током. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: использование защитных костюмов, печатки, защитные очки, аптечка, средства пожаротушения.
3. Экологическая <u>безопасность при эксплуатации</u>	Воздействие на селитебную зону: химическое заражение территории при аварии. Воздействие на литосферу: твердые химические отходы. Воздействие на гидросферу: жидкие химические отходы. Воздействие на атмосферу: выбросы из вентиляционных систем, содержащие низкие концентрации химических веществ.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при эксплуатации</u>	Возможные ЧС: пожар, взрыв с выбросом химических веществ, розлив химических реагентов. Наиболее типичная ЧС: розлив химических реагентов.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
30.01.2023	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Вселодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Шафер Савелий Егорович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит страниц, 13 рисунков, 37 таблиц, 48 источников.

Ключевые слова: дизельное топливо, низкотемпературные свойства, депрессорные присадки, н-парафины, нефтяные смолы.

Работа содержит введение, 6 разделов и выводы, приведен список использованных источников.

Цель работы – повышение эффективности действия депрессорных присадок добавлением н-парафинов и нефтяных смол.

Объект исследования – образец прямогонного дизельного топлива, его смеси с депрессорной присадкой, нефтяными смолами, н-парафинами.

Предмет исследования – низкотемпературные свойства дизельного топлива и его смесей с депрессорной присадкой, н-парафинами и нефтяными смолами в различных концентрациях; эффективность действия депрессорной присадки.

В ходе работы определены и проанализированы низкотемпературные свойства смесей образца дизельного топлива с депрессорной присадкой, н-парафинами и нефтяными смолами в различной концентрации; выявлены закономерности влияния добавления н-парафинов/нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки; выявлены закономерности влияния добавления нефтяных смол на низкотемпературные свойства дизельного топлива.

Экономическая эффективность/значимость работы: использование н-парафинов/нефтяных смол для повышения эффективности действия депрессорных присадок позволит ресурсоэффективно использовать вакуумный газойль, тяжелую дизельную фракцию и мазут, а также повысить объемы производства дизельного топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	16
1 Литературный обзор	19
1.1 Дизельные топлива: состав, свойства, марки, требования.....	19
1.1.1 Эксплуатационные характеристики ДТ.....	19
1.1.2 Низкотемпературные свойства	23
1.2 Депрессорные присадки для дизельного топлива.....	24
1.2.1 Механизм действия депрессорных присадок.....	25
1.3 Факторы, оказывающие влияние на эффективность действия депрессорных присадок.....	25
1.3.1 Влияние добавления депрессорных присадок на низкотемпературные свойства нефтепродуктов.....	25
1.3.2 Влияние фракционного состава дизельного топлива на эффективность действия депрессорной присадки.....	26
1.3.3 Влияние содержания н-парафинов на эффективность действия депрессора в нефтепродуктах.....	27
1.3.4 Влияние содержания нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки в нефтепродуктах	28
2 Объект и методы исследования.....	32
2.1 Объект исследования	32
2.2 Приготовление смесей	32
2.3 Методы исследования	33
2.3.1 Методика выделения н-парафинов.....	33
2.3.2 Методика выделения смол	35
2.3.3 Методики определения низкотемпературных характеристик.....	37
3 Расчеты и аналитика.....	40
3.1 Результаты определения низкотемпературных свойств образца дизельного топлива без и в смеси с депрессорной присадкой.....	40
3.2 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей исследуемого образца дизельного топлива с депрессорной присадкой и н-парафинами.....	41
3.3 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей исследуемого образца дизельного топлива с нефтяными смолами без и с добавлением депрессорной присадки	42

4	Результаты исследования	45
4.1	Анализ влияния добавления n-парафинов на эффективность действия депрессорной присадки	45
4.2	Анализ влияния добавления нефтяных смол на низкотемпературные свойства прямогонного дизельного топлива.....	49
4.3	Анализ влияния добавления нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки.....	51
5	Финансовый менеджмент	57
5.1	Потенциальные потребители результатов исследования	57
5.2	Анализ конкурентных технических решений.....	58
5.3	SWOT – анализ	60
5.4	Планирование научно-исследовательских работ	62
5.4.1	Структура работ в рамках научного исследования	62
5.4.2	Определение трудоемкости выполняемых работ.....	63
5.4.3	Разработка графика проведения исследования	64
5.5	Бюджет научно-технического-исследования (НТИ)	67
□ 5.5.1	Расчет материальных затрат	68
□ 5.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование	69
□ 5.5.3	Основная заработная плата исполнителей темы	70
5.5.4	Дополнительная заработная плата исполнительной темы	73
5.5.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	73
□ 5.5.6	Накладные расходы	74
□ 5.5.7	Формирование бюджета затрат исследовательского проекта	75
5.6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования...	75
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	78
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
6.1.1	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	79
6.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	80
6.2	Производственная безопасность	81
6.2.1	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов на рабочем месте в химической лаборатории.....	82
6.3	Экологическая безопасность.....	90

6.3.1. Воздействие на атмосферу	90
6.3.2. Воздействие на гидросферу	90
6.3.3. Воздействие на литосферу	91
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	91
ВЫВОДЫ	94
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	98

Введение

В последние несколько лет наблюдается увеличение объёмов потребления и производства дизельного топлива, обусловленное активным использованием дизельных машин и агрегатов в промышленных целях. При этом стоит отметить, что существенную долю от этих объёмов составляет низкозастывающее дизельное топливо, поскольку оно используется в целях промышленного освоения территорий, отличающихся низкотемпературными климатическими условиями (Арктика и Крайний Север).

Использование депрессорных присадок является эффективным способом достижения необходимых низкотемпературных свойств дизельного топлива с точки зрения простоты технологического процесса и отсутствия больших капитальных затрат, в сравнении с каталитической переработкой. Однако использование депрессоров не всегда позволяет добиться требуемых низкотемпературных свойств, ввиду влияния состава дизельного топлива на эффективность действия депрессорных присадок. В частности, содержание н-парафиновых углеводородов оказывает существенное влияние на эффективность действия депрессоров, так как содержание данного класса углеводородов и определяет низкотемпературные свойства топлива. Также отдельного внимания заслуживает изучение депрессорного эффекта нефтяных смол при их добавлении в дизельное топливо, поскольку их содержание в нефти и тёмных нефтепродуктах определяет их низкотемпературные свойства.

Таким образом, **целью работы** является повышение эффективности действия депрессорных присадок добавлением н-парафинов и нефтяных смол.

Для достижения обозначенной цели был поставлен ряд **задач**:

1. Выделить н-парафины из тяжелой дизельной фракции и вакуумного газойля, а также нефтяные смолы из мазута.

2. Приготовить смеси образца дизельного топлива с депрессорной присадкой, н-парафинами и нефтяными смолами в различных концентрациях. Определить и проанализировать низкотемпературные свойства смесей. Оценить соответствие смесей требованиям стандартов.
3. Выявить закономерности влияния добавления н-парафинов на эффективность действия депрессорной присадки.
4. Выявить закономерности влияния добавления нефтяных смол на низкотемпературные свойства дизельного топлива.
5. Выявить закономерности влияния добавления нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки.

Объектом исследования в данной работе являются образец прямогонного дизельного топлива, его смеси с депрессорной присадкой, н-парафинами и нефтяными смолами.

Предметом исследования в данной работе являются низкотемпературные свойства дизельного топлива и его смесей с депрессорной присадкой, н-парафинами и нефтяными смолами в различных концентрациях; эффективность действия депрессорной присадки; эффективность действия депрессорной присадки.

Научная новизна работы:

1. Установлено, что добавление н-парафинов к смеси прямогонного дизельного топлива с депрессорной присадкой позволяет повысить эффективность действия присадки в отношении предельной температуры фильтруемости.
2. Показано, что концентрация н-парафинов, необходимая для повышения эффективности действия депрессорной присадки тем ниже, чем выше молекулярная масса добавляемых н-парафинов.
3. Установлено, что добавление небольшого количества нефтяных смол к прямогонному дизельному топливу оказывает депрессорный эффект в

отношении его предельной температуры фильтруемости и температуры застывания.

4. Показано, что добавление небольшого количества спирто-бензольных нефтяных смол к смеси прямогонного дизельного топлива с депрессорной присадкой позволяет повысить эффективность действия депрессорной присадки в отношении предельной температуры фильтруемости и температуры застывания.
5. Установлено, что влияние добавления небольшого количества нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки, зависит от полярности нефтяных смол.

Практическая значимость работы:

1. Показано, что использование исследуемого образца прямогонного дизельного топлива в условиях низких температур возможно только при использовании депрессорных присадок.
2. Выявленные закономерности влияния добавления небольшого количества н-парафинов/нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки могут быть использованы для составления рекомендаций, направленных на повышение эффективности действия депрессоров, которые в свою очередь позволяют повысить объемы производства низкозастывающих марок дизельного топлива.
3. Установленный депрессорный эффект нефтяных смол может быть использован для вовлечения их в производство низкозастывающих дизельных топлив, в качестве альтернативы синтетическим присадкам.

Апробация работы:

Основные положения работы были представлены на Международной научно-практической конференции имени Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Маргила, г. Тюмень, 2021 г.; на Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» имени выдающихся химиков Л.П. Кулева и Н.М. Кижнера, 2022-2023 гг.; на Всероссийской конференции

молодых ученых-химиков (с международным участием), г. Нижний Новгород, 2023 г. По итогам работы было подготовлено 4 публикации.

1 Литературный обзор

1.1 Дизельные топлива: состав, свойства, марки, требования

Дизельное топливо (ДТ) представляет собой нефтяную фракцию, углеводороды в которой выкипают преимущественно в температурном диапазоне 200-350 °С. Жидкость, более вязкая, чем бензин, желтого или светло-коричневого цвета в зависимости от содержания смол [1].

Качество ДТ определяется согласно физико-химическим, низкотемпературным свойствам, составу и эксплуатационным характеристикам.

1.1.1 Эксплуатационные характеристики ДТ

Цетановое число (ЦЧ) – эксплуатационный параметр, характеризующий самовоспламеняемость ДТ, характер работы дизельного двигателя в различных климатических условиях [2]. Оно равно процентному содержанию нормального цетана в смеси с α -метилнафталином, представляющей собой эталонное ДТ, равной по характеру сгорания испытываемому топливу [1]. Более высокое ЦЧ определяет раннее воспламенение, равномерное нарастание давления и мягкую работу двигателя. Меньшее же значение способствует позднему воспламенению, резкому нарастанию давления и более жесткой работе двигателя [2].

На значение ЦЧ влияет углеводородный состав: наиболее высокими значениями ЦЧ обладают н-парафины, самыми низкими – ароматические углеводороды [1].

В соответствие с [3] ДТ для быстроходных двигателей выпускается со значениями ЦЧ 40-45 пунктов. Применение ДТ с ЦЧ менее 40 пунктов приводит к возникновению жёсткой работы двигателя и увеличению периода

задержки самовоспламенения, а использование ДТ с ЦЧ более 50 пунктов приводит к увеличению удельного расхода ДТ из-за снижения его полноты сгорания [1].

Плотность – масса единицы объема вещества при определенной температуре, которая измеряется в системе СИ в кг/м³. Наиболее часто используемой разновидностью данного свойства является относительная плотность, представляющая собой отношение плотности нефти или жидкого нефтепродукта при температуре определения к плотности эталонного вещества при стандартной температуре [4]. Нормативные значения плотности ДТ в зависимости от марки, согласно [3], представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Нормативные значения плотности ДТ

Наименование показателя	Значение для марки			
	Л	Е	З	А
Плотность при 15 °С, кг/м ³ не более	863,4	843,4		833,5

Вязкость представляет собой свойство жидкостей оказывать сопротивление относительному перемещению слоев жидкости под усилием сдвига. Для оценки данного параметра применяют значения кинематической, динамической и условной вязкости. Динамическая вязкость является отношением действующего касательного напряжения к градиенту скорости при заданной температуре. Динамическая вязкость даёт представление о кинематической, поскольку кинематическая вязкость – отношение динамической вязкости жидкости к её плотности при одинаковой температуре. Условной вязкостью называют отношение времени истечения объема исследуемого продукта ко времени истечения такого же объема стандартной жидкости при заданной температуре [4]. Согласно [3], вязкость ДТ нормируется по значению кинематической вязкости (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Нормативные значения вязкости ДТ

Наименование показателя	Значение для марки
-------------------------	--------------------

	Л	Е	З	А
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с (сСт)	3,0-6,0	1,8-5,0		1,5-4,0

Плотность и вязкость влияют на процессы смесеобразования и испарения. Повышенные значения вязкости и плотности ухудшают качество смесеобразования, приводят к образованию больших капель при распылении. Также увеличивают длительность испарения и расход, уменьшают полноту сгорания ДТ, приводят к возникновению задымления. Пониженные же значения данных параметров способствуют повышению износа плунжерных пар, снижению давления впрыска, падению мощности двигателя [1].

Фракционный состав ДТ – величина, определяющая испаряемость, полноту сгорания и нагарообразование. Важными точками фракционного состава являются значения температур выкипания 10, 50, 90, 95 % об. топлива. Температура выкипания 10 % об. топлива определяют содержание лёгких углеводородов, характеризующих пусковые свойства. Для обеспечения холодного запуска двигателя температура выкипания 10 % об. топлива должна находиться в диапазоне 140-160 °С. Температура выкипания 50 % об. топлива определяет рабочие фракции топлива, обеспечивающие устойчивость работы ДВС и плавность переходов с одного режима работы на другой. Для нормальной работы двигателя это значение должно лежать в промежутке

250-280 °С. Температуры выкипания 90 % об. и 95 % об. топлива определяют полноту испарения топлива в ДВС. Высокие значения этих температур приводят к разжижению масла, увеличению нагарообразования, форсированному износу [5]. Согласно [3], фракционный состав ДТ нормируется по значениям температур выкипания 50 и 95 % объёма топлива (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Нормативные значения фракционного состава ДТ

Наименование показателя	Значение для марки			
	Л	Е	З	А
Фракционный состав:				

50 % об. перегоняется при температуре, °С, не выше	280	255
95 % об. перегоняется при температуре °С, не выше	360	

Температура вспышки – параметр, характеризующий степень горючести ДТ. Он определяет пожароопасность ДТ при его транспортировке и хранении [1]. Температура вспышки – это наименьшая температура, до которой нужно нагреть ДТ в закрытом тигле, чтобы его пары образовали с воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени. Низкая температура вспышки свидетельствует о наличии опасных для работы двигателя лёгких компонентов. Увеличить температуру вспышки можно повысив температуру начала кипения за счёт снижения отбора топлива от нефти. Значения температуры вспышки также регулируются государственным стандартом (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Нормативные значения температуры вспышки ДТ

Наименование показателя	Значение для марки			
	Л	Е	З	А
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С не ниже:				
для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	62	40		35
для дизелей общего назначения	40	30		

Сера содержится в ДТ в виде элементарной серы, меркаптанов, сероводорода, при этом наибольшей активностью обладает меркаптановая сер, повышенное содержание которой приводит к износу плунжерных пар и деталей форсунок [1]. Повышенное общее содержание серы приводит к возрастанию износу поршневых колец и гильз цилиндров. Согласно [3], содержание серы в ДТ регулируется следующим образом (таблица 1.5):

Таблица 1.5 – Нормативные значения содержания сернистых соединений в ДТ

Наименование показателя	Значение для марки			
	Л	Е	З	А

Массовая доля серы, мг/кг, не более	2000 500
Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01
Массовая доля сероводорода	Отсутствие
Испытание на медной пластинке	Выдерживает. Класс 1

1.1.2 Низкотемпературные свойства

Особую важность для ДТ представляют его низкотемпературные свойства (НТС), определяющие работу топливной системы, условия хранения и транспортировки ДТ. Они представлены температурой помутнения (Тп), предельной температурой фильтруемости (ПТФ), температурой застывания (Тз).

Тп – максимальная температура, при которой наблюдается фазовая неоднородность топлива, появляются кристаллы парафинов, хлопья [5]. Выпадающие кристаллы н-парафинов являются высокоплавкими, находятся в мелкодисперсном состоянии и не закупоривают топливные фильтры [6].

ПТФ – температура, при которой топливо после охлаждения в определённых условиях теряет способность проходить через топливный фильтр. При данной температуре высокоплавкие парафины образуют пространственную решетку, в структуре которой находятся жидкие углеводороды, подвижность топлива при этом снижается [7]. По значениям ПТФ определяют возможность применения ДТ в условиях низких температур. Более того, величина данного показателя является основой для деления ДТ на марки: летнее (Л), межсезонное (Е), зимнее (З), арктическое (А). Нормативные значения ПТФ в соответствии с марками согласно [3] представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Нормативные значения ПТФ ДТ

Наименование показателя	Значение для марки			
	Л	Е	З	А
ПТФ, °С, не выше	-5	-15	-25...-35	-45

Тз – температура, при которой дизельное топливо теряет текучесть при наклоне под углом 45 ° по истечению 1 минуты [5]. При данной температуре кристаллы н-парафинов срачиваются, образуя пространственную решётку, ДТ при этом теряет подвижность [7].

1.2 Депрессорные присадки для дизельного топлива

Депрессорные присадки начали свое развитие с 1931 г., когда была получена первая синтетическая присадка к маслам – парафлоу. Присадки же к ДТ начали создаваться с 60-х годов 20-ого столетия [8]. Они предназначены для снижения, улучшения НТС, таких как Тп, ПТФ, Тз, с целью использования ДТ в суровых климатических условиях.

Присадки представляют собой растворы активного вещества, обеспечивающего депрессорные свойства, в органическом растворителе, роль которого заключается в равномерном распределении депрессора в ДТ и придании присадке товарной формы [9]. Существующие на данный момент депрессорные присадки можно классифицировать по химической природе активного вещества:

- химические вещества неполимерного типа (алкилнафталины; эфиры многоатомных кислот и спиртов; амиды, содержащие длинные алкилы);
- продукты полиолефинового типа (сополимеры этилен-пропилена, этилен-пропилен-диена и продукты их деструкции, сополимеры α -олефинов, модифицированные полиолефины);
- сополимеры этилена с полярными мономерами (сополимеры этилен-винилацетата и их композиции, тройные сополимеры на основе этилена и винилацетата, и др.);
- полиметакрилатные присадки (полиалкил(мет)акрилаты, сополимеры алкил(мет)акрилатов).

1.2.1 Механизм действия депрессорных присадок

Депрессорные присадки влияют на процессы структурообразования и кристаллизации парафиновых углеводородов. Механизм данного влияния описывается различными гипотезами и теориями. Наиболее известные из них описывают действие присадки их адсорбцией на кристаллах парафина, а также сокристаллизацией депрессоров и молекул парафина [10].

В результате адсорбции молекулы депрессора поверхностью кристаллизующегося н-парафина происходит модификация поверхности н-парафинов, которая останавливает процесс роста кристаллов и препятствует их агрегации.

Сокристаллизация подразумевает объёмное и поверхностное действие молекул депрессора. Согласно поверхностному действию, молекулы депрессора являются центрами кристаллизации молекул н-парафина. Объёмное действие заключается во встраивании депрессора в растущие кристалла н-парафина, результатом которого является образование смешанных кристаллов [10].

1.3 Факторы, оказывающие влияние на эффективность действия депрессорных присадок

1.3.1 Влияние добавления депрессорных присадок на низкотемпературные свойства нефтепродуктов

Использование депрессорных присадок является оптимальным способом достижения необходимых НТС ДТ в условиях, где реализация промышленного способа получения низкозастывающих ДТ нецелесообразна. При этом эффективность действия депрессора зависит от используемой концентрации и типа присадки.

Так, в работе [11] исследованы НТС образцов, представляющие собой смеси летнего ДТ и депрессорных присадок Difron 315 и Keroflux ES 6100. Было установлено, что наиболее эффективное влияние на НТС летнего ДТ

оказало введение присадки Difron 315 в концентрации 0,55 % мас. ($\Delta\text{ПТФ} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\Delta\text{T}_3 = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$). В результате данной депрессии температур ДТ стало соответствовать зимней марке [3].

Так же, в работе [12] описано исследование НТС образцов товарного межсезонного и прямогонного гидроочищенного ДТ при введении различных депрессорных присадок. В результате было установлено, что при введении присадки АддитТОП ДДП в концентрации 750 мг/л марка образца прямогонного гидроочищенного ДТ изменилась с межсезонной на зимнюю ($\Delta\text{ПТФ} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Авторы работы [13] изучили НТС образцов товарного ДТ с депрессорной присадкой, активной составляющей которой является отход производства полиэтилена высокого давления. В результате установили, что при введении 0,2 % мас. присадки с содержанием активного компонента 20 %, депрессия ПТФ обуславливает изменение марки ДТ с летней на зимнюю ($\Delta\text{ПТФ} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$).

1.3.2 Влияние фракционного состава дизельного топлива на эффективность действия депрессорной присадки

Введение депрессора в концентрации, обеспечивающей оптимальные НТС для одного образца ДТ, может не оказать должного эффекта на НТС другого образца ДТ. Причина тому, влияние характеристик и состава ДТ на эффективность действия депрессора. Одной из важнейших величин, характеризующей данные свойства является фракционный состав ДТ.

Так, авторы работы [14] рассматривают ПТФ смесей, состоящих из образцов ДТ различного фракционного состава и введенной в них депрессорной присадки Keroflux 6100. В результате было установлено, что наибольшая депрессия ПТФ при введении одинакового количества депрессора наблюдается в негидроочищенном дизельном топливе ($\Delta\text{ПТФ} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Так же, в работе [15] представлен анализ влияния синтетических и природных депрессорных присадок на НТС летнего товарного ДТ, утяжелённого прямогонного ДТ, а также смесей летнего ДТ и легко газойля каталитического крекинга. По итогам анализа приемистости образцов летнего ДТ и утяжеленного прямогонного ДТ к сополимеру этилена с винил ацетатом и полиметилакрилату, было установлено, что введение данных депрессоров в образец летнего ДТ обеспечивает наибольшую депрессию T_z ($\Delta T_z = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\Delta T_z = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Работа [16] представляет исследование влияния присадок различного функционального назначения на НТС и смазывающую способность ДТ различного фракционного состава. Для установления зависимости между фракционным составом ДТ и эффектом действия депрессора авторы определили ПТФ у 10 образцов ДТ разного фракционного состава при введении в них одинакового количества депрессорно-диспергирующей присадки АддитТОП. В результате было установлено, что ДТ обладающие «хвостовой» фракцией (разница между точкой конца кипения и точкой, соответствующей выкипанию 90 % объёма ДТ) в диапазоне 24-30 °C обладают наилучшей приемистостью к данному депрессору.

1.3.3 Влияние содержания н-парафинов на эффективность действия депрессора в нефтепродуктах

Углеводородный состав ДТ оказывает существенное влияние на эффективность действия депрессорной присадки. В частности, содержание нормальных парафиновых углеводородов и их молекулярно-массовое распределение, так как действие молекул депрессора непосредственно связано с молекулами н-парафинов.

Так, работа [17] демонстрирует влияние группового химического состава, отражающего молекулярно-массовое распределение н-парафинов на приемистость депрессоров в ДТ. В результате исследования ПТФ и T_z 9 образцов летнего ДТ при добавлении в них двух депрессоров на основе

сополимера этилена с полярными мономерами было установлено, что депрессор №1 проявляет универсальные свойства в образцах ДТ, отличающихся по групповому составу. При этом депрессор №2 оказывает более эффективное влияние на ПТФ в образцах ДТ с меньшим содержанием тяжёлых парафинов, а в образцах ДТ с большим содержанием данной группы углеводородов обеспечивает схожую депрессором №1 депрессию Тз.

Авторы работы [18] изучили влияние молекулярно-массового распределения н-парафинов в смесях нефтепродуктов, моделирующих ДТ с различным содержанием тяжелых н-парафинов на НТС ДТ и эффективность действия депрессора на основе сополимера этилена с винилацетатом. Испытания депрессора, при добавлении его в различных концентрациях, проводилось в трёх смесях с наибольшим содержанием тяжёлых парафинов. В результате испытания было установлено, что эффективность депрессора в отношении ПТФ снижается с увеличением доли тяжёлых парафинов в топливе, при этом влияние концентрации депрессора на ПТФ отсутствует.

В работе [19] было изучено влияние углеводородного состава ДТ на эффективность действия депрессорной и депрессорно-диспергирующих присадок. В качестве депрессора использовался винилацетат. Исследование проводили на пяти образцах дизельных фракций, различающихся по содержанию парафиновых, ароматических и нафтеновых углеводородов. В результате было установлено, что снижение приемистости ДТ к депрессорно-диспергирующим и депрессорным присадкам наблюдается при содержании парафинов в составе ДТ свыше 60 % мас.

1.3.4 Влияние содержания нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки в нефтепродуктах

Другой важной характеристикой состава нефтепродуктов является содержание смолисто-асфальтеновых веществ. Нефтяные смолы являются природными депрессорами, механизм действия которых заключается в адсорбции на поверхности первичных центров кристаллизации н-парафина и

дроблении их, что в свою очередь существенно снижает скорость роста кристаллов н-парафинов.

Работа [20] представляет изучение влияния физико-химических свойств нефти на эффективность действия депрессорной присадки. В качестве объектов исследования были выбраны образцы Шаимской (содержание силикагелевых смол 7,5 % мас.), Верхнесалатской (содержание силикагелевых смол 0,46 % мас.) нефтей и 8 различных депрессорных присадок, эффективность действия которых оценивалась по значениям Тз. Данные о температуре застывания нефтей при добавлении депрессорной присадки свидетельствуют о том, что депрессорная присадка Sepsflux 3153 характеризуется высокой эффективностью в образце Шаимской нефти, обеспечивая наибольшую депрессию Тз ($\Delta T_z = 38^\circ\text{C}$) при введении её в концентрации 0,2 % мас.

Авторы работы [21] приводят данные сравнительных исследований эффективности действия зарубежных и отечественных депрессорных присадок. Объектами исследования стали образцы смешанной нефти Тарко-Салинского месторождения, нефти Верхне-Салатского месторождения и ассортимент зарубежных и отечественных присадок. Физико-химические свойства нефтей представлены в таблице 1.7. Оценка эффективности депрессоров производилась по Тз.

Таблица 1.7 – Физико-химические нефтей [21]

Показатели	Нефть	
	Тарко-Салинская	Верхне-Салатская
Плотность при 20 °С, кг/м ³	820	755
Содержание твёрдых парафиновых углеводородов с температурой плавления более 52,5 °С, % мас.	6,5	23,7
Температура застывания, °С	12	22
Содержание силикагелевых смол, % мас.	1,02	0,46
Содержание асфальтенов, % мас.	0,51	Отс.

Согласно полученным данным о Тз при вводе депрессорных присадок в интервале концентраций 0,005 до 1,000 % мас., авторы отметили депрессоры, действие которых эффективно независимо от состава нефтей. При этом анализируя данные о Тз образцов Тарко-Салинской нефти, отметили влияние большего содержания смолистых веществ и наличия асфальтенов на эффективность действия присадки.

Так же, авторы [22] приводят исследование влияние содержания нефтеполимерной смолы в комплексной присадке, сочетающей ингибирующий и депрессорный эффект, на вязкостно-температурные характеристики парафинистых и высокопарафинистых нефтей. В качестве одной из температурных характеристик была выбрана Тз. Объекты исследования представляют собой нефти Усть-Тегуского (УТ), Фестивального (ФС) и Арчинского месторождения (АР), отличающиеся по содержанию смолисто-асфальтеновых веществ и парафинов (таблица 1.8).

Таблица 1.8 – Характеристика исследуемых нефтей

Месторождение	Содержание, % мас.		
	Парафиновые углеводороды	Смолы	Асфальтены
АР	85,3 (7,0)	13,1	1,6
ФС	82,0 (20,0)	15,9	2,1
УТ	71,1 (4,5)	25,7	3,2

При исследовании влияния ввода в нефти комплексной присадки в концентрации 0,05 % мас., авторы отметили минимальный депрессорный эффект для нефти Усть-Тегуского месторождения, отличающейся более высоким содержанием смолисто-асфальтеновых веществ: максимальная депрессия Тз для АР – $\Delta T_z = 15^\circ\text{C}$; для ФС – $\Delta T_z = 18,5^\circ\text{C}$; для УТ – $\Delta T_z = 10,6^\circ\text{C}$.

Исходя из вышеприведенных работ о влиянии содержания нефтяных смол на эффективность действия депрессорной присадки в нефтепродуктах, можно сделать вывод, что влияние добавления нефтяных смол в ДТ на эффективность действия депрессора является мало изученным.

2 Объект и методы исследования

2.1 Объект исследования

Объектами исследования в работе являются образец ДТ, депрессорная присадка, н-парафины, выделенные из тяжелой дизельной фракции и вакуумного газойля, а также нефтяные смолы, выделенные из мазута (таблица 2.1). Всем объектам исследования были присвоены буквенные шифры.

Таблица 2.1 – Кодировка объектов исследования

Название объекта	Шифр объекта
Образец ДТ	I
Н-парафины 1	Y ₁
Н-парафины 2	Y ₂
Спирто-бензольные смолы	E ₁
Бензольные смолы	E ₂
Депрессорная присадка	Z

2.2 Приготовление смесей

Для приготовления смесей были использованы: образец ДТ (I), н-парафины 1 (Y₁), н-парафины 2 (Y₂), нефтяные смолы (E₁, E₂), депрессорная присадка (Z). Смесей представляют собой:

1. смесь образца прямоугольного ДТ и депрессорной присадки: (IZ);
2. смеси образца прямоугольного ДТ, депрессорной присадки и н-парафинов: (IZY);
3. смеси образца прямоугольного ДТ и нефтяных смол: (IE);
4. смеси образца прямоугольного ДТ, нефтяных смол и депрессорной присадки: (IEZ);

Смесь IZ приготовлена путем добавления Z к отмеренному количеству I в концентрации, рекомендованной производителем присадки – 0,26 мл Z на 100 мл I [23].

Смеси IZY приготовлены путём аналогичного добавления Z к I, с последующим внесением Y в концентрациях, рассчитанных на основе массы отмеренного количества I (0,50; 0,25; 0,10 и 0,05 % мас.).

Смеси IE приготовлены путём аналогичного внесения E в I в концентрациях, также рассчитанных на основе массы отмеренного количества I (0,0500; 0,0100; 0,0050 и 0,0025 % мас.).

К полученным смесям была добавлена Z тем же способом и в той же концентрации, что для смесей IZ и IZY.

2.3 Методы исследования

2.3.1 Методика выделения н-парафинов

Н-парафины были выделены согласно методике, представленной в [24]. Сущность данного метода заключается в удалении полициклоароматических углеводородов (ПЦА) и тяжёлых ароматических углеводородов из нефтепродукта с использованием методов экстракции и адсорбции и дальнейшим вымораживанием парафинов при температуре -20 °С. Методика содержит две основные части: выделение н-парафинов и их вымораживание. Химическая посуда, используемая в процессе выделения представлена на рисунке 2.1; оборудование для вымораживания на рисунке 2.2.

Выделение парафинов. Для данного этапа предварительно производилось: прокаливание силикагеля для удаления из него влаги; удаление из исходного образца ароматических углеводородов экстракцией с использованием петролейного эфира и последующей фильтрацией полученной в результате экстракции смеси. Сам процесс выделения производился с использованием адсорбционной колонки, заполненной подготовленным силикагелем, и промывочного раствора. При прохождении через колонку полученного фильтрата на силикагеле адсорбируются оставшиеся тяжёлые ароматические углеводороды и н-парафины; последние удалялись из колонки с помощью промывочного

раствора. В заключение выделения из полученного фильтрата удалялся промывочный раствор методом простой перегонки.



Рисунок 2.1 – Химическая посуда для выделения парафинов

Вымораживание парафинов. Для вымораживания предварительно производилось: подготовка охлаждающей бани (установка в бане воронок с фильтрами Шотта, заполнение бани охлажденным спиртом, размещение под баней колб Бунзена и подключение к ним насоса) и подготовка промывочного раствора для очистки парафинов от масел. Далее остаток перегонки вместе с промывочным раствором порциями добавлялся в воронку с фильтром, при этом в результате охлаждения из жидкости в воронке выделяются парафины, а с фильтра в колбу Бунзена под действием насоса стекает промывочный раствор, содержащий в себе масла. Затем из бани был удалён охлажденный спирт и проведён постепенный нагрев бани водой для плавления полученной на фильтре белой массы парафинов. При этом парафины стекают с фильтра в колбу. Остаток парафинов на фильтре смывался толуолом. В заключение полученная масса парафинов высушивалась в вытяжном шкафу для удаления остатков растворителя.



Рисунок 2.2 – Оборудование для вымораживания парафинов

Схема основных стадий выделения н-парафинов из нефтепродуктов изображена на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Схема стадий выделения н-парафинов из нефтепродуктов

2.3.2 Методика выделения смол

Спирто-бензольные и бензольные смолы были выделены согласно методике, представленной в [24]. Сущность данного метода заключается в выделении ПЦА с помощью петролейного эфира, последующим отделением,

фильтрацией и последовательного выделения парафинов, бензольных смол, спирто-бензольных смол с помощью методов адсорбции. Процесс последовательного выделения осуществляют с использованием химической посуды, аналогичной той, что используется для выделения парафинов (рисунок 2.1).

Выделение нефтяных смол. Предварительно выделению производилось: прокаливание силикагеля для удаления из него влаги; удаление из исходного образца ароматических углеводородов экстракцией с использованием петролейного эфира и последующей фильтрацией полученной в результате экстракции смеси. Сам процесс выделения производился с использованием адсорбционной колонки, заполненной подготовленным силикагелем, и промывочных растворов для выделения парафинов и нефтяных смол. При прохождении через колонку полученного фильтрата на силикагеле адсорбируются н-парафины и нефтяные смолы; при этом сначала из колонки удалялись н-парафины с помощью соответствующего промывочного раствора, затем нефтяные смолы. Далее из полученного фильтрата удалялся промывочный раствор методом простой перегонки. В заключение полученная масса смол высушивалась в вытяжном шкафу для удаления остатков растворителя.

Схема стадий выделения нефтяных смол из нефтепродукта изображена на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Схема выделения нефтяных смол из нефтепродукта

2.3.3 Методики определения низкотемпературных характеристик

Определение всех низкотемпературных характеристик было произведено с помощью жидкостного низкотемпературного термостата «КРИО-Т-05-01» (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Жидкостный низкотемпературный термостат «КРИО-Т-05-01»

Тп была определена согласно методу, описанному в [25]. Сущность данного метода заключается в установлении температуры, при которой в образце ДТ появляются первые устойчивые кристаллы парафинов, обуславливающие помутнение образца.

Подготовка к определению заключается в следующем: нагрев образца до температуры 50 °С с последующим перемешиванием и охлаждением до

30 °С; отбор определённого объёма образца в пробирку с двойными стенками и установке в неё мешалки и термометра (рисунок 2.6); помещение пробирки в ячейку термостата. Определение заключается в наблюдении за показанием термометра, при этом за несколько градусов до ожидаемой T_p пробирку вынимают из криостата и сравнивают ее содержимое с прозрачным эталоном. В случае отсутствия изменений пробирку вновь опускают в термостат. Конец измерения определяется температурой, при которой образец помутнеет относительно эталона.

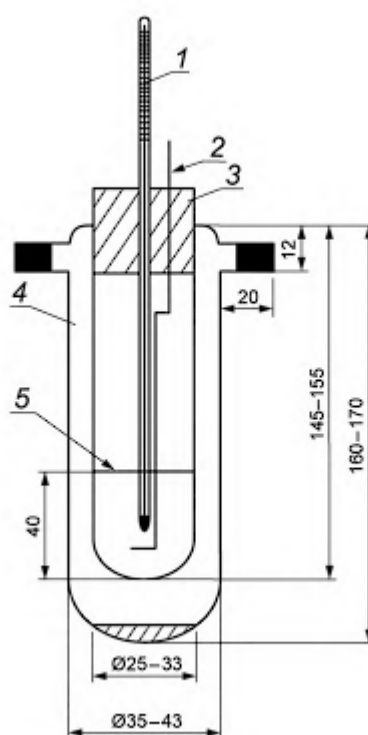


Рисунок 2.6 – Пробирка с мешалкой

1 – термометр; 2 – мешалка; 3 – пробка; 4 – пробирка; 5 – кольцевая метка

ПТФ определяют по методу, описанному в [26]. Данный метод заключается в определении температуры, при которой образец ДТ теряет способность к прокачиванию через стандартный фильтр за определённое время с помощью автоматического прибора.

Подготовка к определению состоит в нагреве образца до температуры 50 °С с последующим перемешиванием и охлаждением до 30 °С; отборе определенного объёма образца ДТ/смеси в стакан; погружении в него

термопары и конструкции, содержащей стандартный топливный фильтр, соединённый с пипеткой с помощью набора деталей; установка стакана в металлический кожух и размещение его в ячейке термостата; подключение термопары к криостату и присоединение шланга аппарата к пипетке (рисунок 2.7). Определение же осуществляется автоматически. Конец измерения определяется температурой, при которой образец ДТ/смесь не прокачивается в полном объёме через фильтр в течение минуты.



Рисунок 2.7 – Установка для определения ПТФ

Тз определяют по методу, описанному в [27]. Суть данного метода заключается в определении температуры, при которой наклон пробирки с образцом ДТ под углом 45° в течение 1 минуты обеспечивает устойчивое положение мениска образца при непосредственном охлаждении образца.

Приготовление к определению аналогично подготовке к измерению Тп. Определение заключается в наблюдении за показанием термометра и перемешиванием образца ДТ/смеси для равномерного охлаждения. Конец измерения определяется температурой, описанной в сущности метода.

5 Финансовый менеджмент

Данная работа посвящена исследованию влияния добавления парафинов и нефтяных смол на эффективность действия депрессорных присадок. Результаты работы могут применяться для составления рецептуры производства межсезонной марки дизельного топлива, разработки необходимого рецепта смешения и экономии дорогостоящих компонентов. Все это отражается на стоимости дизельного топлива, увеличивая его конкурентоспособность.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе исследования потребителей дизельного топлива (ДТ) был проанализирован целевой рынок и проведено его сегментирование, а именно определена часть рынка, характеризующаяся однородной по своему экономическому поведению группой покупателей. ДТ с улучшенными низкотемпературными свойствами обеспечивается преимущественно за счёт использования депрессорных присадок.

Продуктом исследования является дизельная фракция с улучшенными низкотемпературными свойствами, а в качестве целевого рынка были

представлены промышленные предприятия нефтеперерабатывающей отрасли (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Сегментирование рынка

НПЗ	Каталитическая изомеризация	Депрессорные присадки	Каталитическая депарафинизация
Крупное			
Среднее			
Маленькое			

Как видно из таблицы 5.1, из представленных способов улучшения качества топлива, каталитическая изомеризация возможна только на крупных НПЗ, так как главный ее недостаток – высокая стоимость катализаторов, содержащих металлы платиновой группы и использование их на малотоннажном предприятии не целесообразно; при применении каталитической депарафинизации снижается необходимость в дорогих металлах, однако применение данного метода не выгодно для малых объемов. Таким образом, наиболее рациональным методом улучшения низкотемпературных свойств является добавление депрессорных присадок в ДТ.

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В таблице 5.2 приведена оценка конкурентов, где ϕ – фундаментальное исследование получения ДТ с улучшенными низкотемпературными свойствами путем подбора оптимальной композиции депрессорной присадки и н-парафинов/нефтяных смол, k_1 – улучшение низкотемпературных свойств ДТ путем каталитической депарафинизации на НПЗ, k_2 – улучшение низкотемпературных свойств ДТ путем фракционирования нефти на атмосферно-вакуумной установке прямой перегонки нефти с обрезанным концом кипения.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
2. Точность	0,18	4	4	4	0,72	0,72	0,72
3. Скорость	0,15	5	4	3	0,7	0,6	0,45
4. Технологичность	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,14	5	3	2	0,7	0,42	0,28
Итого	1	32	27	24	3,42	2,76	2,61

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (5.1)$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Проведённый анализ конкурентов свидетельствует о том, что проект превосходит конкурентные способы улучшения низкотемпературных свойств ДТ, что связано с отсутствием капитальных затрат на покупку дорогостоящего оборудования, ресурсоэффективностью, а также скоростью получения топлив с улучшенными низкотемпературными свойствами. Однако уязвимость разрабатываемого проекта в том, что требуется проведение предварительных исследований по определению состава и физико-химических свойств образцов

5.3 SWOT – анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (Таблица 5.3). Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 5.3 – Матрица SWOT

Сильные стороны С1. Низкая цена проекта С2. Отсутствие подобного исследования на территории области С3. Достаточно высокая точность результатов С4. Распространённость и доступность объектов исследования С5. Экологичность проведенных исследований С6. Приоритетное направление научных исследований в рамках плана стратегического развития РФ	Слабые стороны Сл1. Удаленность территории объекта исследования Сл2. Погрешность методов анализа Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации
Возможности В1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на исследования	Угрозы У1. Развитие конкуренции У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в Таблице 5.4. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		С1.	С2.	С3.	С4.	С5.	С6.
	В1.	+	+	+	+	0	+
	В2.	+	+	+	0	+	+

Продолжение таблицы 5.4

Слабые стороны проекта							
Возможности проекта		Сл1.		Сл2.		Сл3.	
	B1.	0		–		+	
	B2.	0		–		+	
Сильные стороны проекта							
Угрозы		C1.	C2.	C3.	C4.	C5.	C6.
	У1.	+	+	+	–	0	+
	У2.	–	–	–	–	–	–
Слабые стороны проекта							
Угрозы		Сл1.		Сл2.		Сл3.	
	У1.	–		–		–	
	У2.	+		0		+	

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (Таблица 5.5).

Таблица 5.5 – SWOT-анализ

	Сильные стороны С1. Низкая цена проекта С2. Достаточно высокая точность результатов С3. Распространённость и доступность объектов исследования С4. Экологичность проведенных исследований.	Слабые стороны Сл1. Удаленность территории объекта исследования Сл2. Погрешность методов анализа Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации.
Возможности В1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на исследования	Привлечение дополнительного государственного финансирования для ТПУ; Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования; Дополнительный спрос может появиться за счет универсальности исследования.	Проверка результатов, отправлять пробы на внешний и внутренний контроль.
Угрозы У1. Развитие конкуренции У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Создание доступного и экологичного проекта.	Из-за относительной длительности анализа могут возникнуть проблемы с продвижением данного исследования.

5.4 Планирование научно-исследовательских работ

5.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для проведения научных исследований была сформирована исследовательская группа, в состав которой входят: Инженер, аспирант, Руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) ВКР. Составляется перечень этапов и работ в рамках проведения научно-исследовательской работы и проведено распределение исполнителей по отдельным видам работ (таблица 5.6)

Таблица 5.6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, консультант ЭЧ, СО
Выбор направления исследования	2	Выбор темы исследования	Руководитель, Инженер
	3	Поиск и изучение литературы по выбранной теме	
	4	Календарное планирование экспериментов	
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Поиск необходимых методик для проведения эксперимента	Инженер, аспирант
	6	Проведение экспериментов	Инженер, аспирант
	7	Сопоставление результатов экспериментов и выявленных зависимостей	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Инженер
Проведение ВКР			
Оформление отчета по НИР	9	Оформление экономической части работы	Инженер, консультант ЭЧ
	10	Оформление результатов по охране труда	Инженер, консультант СО
	11	Составление пояснительной записки	Инженер
	12	Сдача работы на рецензию	
	13	Предзащита ВКР	
	14	Защита дипломной работы	

5.4.2 Определение трудоемкости выполняемых работ

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

Трудоемкость выполнения исследовательской работы оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для расчета ожидаемого (среднего) значения трудоемкости ($t_{ож\ i}$) применим следующую формулу [28]:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5} \quad (5.2)$$

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

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемая трудоемкость для 1 этапа работы, приведенного в Таблице 5.4, рассчитывается по формуле:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

Для остальных этапов 2–14 расчет аналогичен.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями [28]:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i} \quad (5.3)$$

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

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

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

Тогда продолжительность первого этапа работы рассчитывается следующим образом:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн.}$$

Для остальных этапов 2–14 расчет аналогичен.

5.4.3 Разработка графика проведения исследования

При выполнении дипломных работ Инженеры становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем, поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения диаграммы длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни по формуле [28]:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (5.4)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по формуле (для шестидневной рабочей недели) [44]:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22 \quad (5.5)$$

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

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

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

Продолжительность выполнения первого этапа работы равна [44]:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 1,4 \cdot 1,22 = 2$$

Для этапов работ 2–14 расчет аналогичен.

Все рассчитанные значения представлены в Таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож\ i}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Руководитель	1,4	2
Выбор темы исследования	2	3	2,4	Инженер	2,4	3
Поиск и изучение литературы по выбранной теме	5	8	6,2	Инженер	6,2	8
Календарное планирование экспериментов	3	4	3,4	Руководитель	3,4	4
Поиск необходимых методик для проведения экспериментов	7	10	8,2	Инженер; аспирант	4,1	5
Проведение экспериментов	25	30	27	Инженер, аспирант	13,5	17
Сопоставление результатов экспериментов и выявление зависимостей	5	7	5,8	Инженер	5,8	8
Оценка эффективности полученных результатов	8	10	8,8	Руководитель, Инженер	4,4	6
Написание раздела «Финансовый	15	22	17,8	Инженер	17,8	22

менеджмент »						
Написание раздела «Социальная ответствен ность»	8	10	8,8	Инженер	8,8	11
Составление пояснительн ой записки	1	1	1	Инженер	1	1
Сдача работы на рецензию	2	3	2,4	Инженер	2,4	3
Предзащита ВКР	1	1	1	Инженер	1	1
Защита дипломной работы	1	1	1	Инженер	1	1
Итого					74	92

На основании расчёта временных показателей научного исследования, представленного в Таблице 5.7, был составлен календарный план-график, наглядно демонстрирующий продолжительность работы исполнителей (Таблица 5.8).

Таблица 5.8 – Календарный план-график проведения научного исследования

№ ра- бот	Вид работ	Испол- нители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководит ель	2													
2	Выбор темы исследования	Инженер	3													
3	Поиск и изучение литературы по выбранной теме	Инженер	8													
4	Календарное планирование работ	Руководит ель	4													
5	Поиск необходимых методик для проведения экспериментов	Инженер, аспирант	5													
6	Проведение экспериментов	Инженер, аспирант	17													
7	Сопоставление результатов экспериментов и выявление зависимостей	Инженер	8													
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководит ель, Инженер	6													
9	Написание раздела «Финансовый менеджмент»	Инженер	22													
10	Написание раздела «Социальная ответственность»	Инженер	11													
11	Составление пояснительной записки	Инженер	1													
12	Сдача работы на рецензию	Инженер	3													
13	Предзащита ВКР	Инженер	1													
14	Защита дипломной работы	Инженер	1													

– Руководитель; – Инженер; – аспирант

5.5 Бюджет научно-технического-исследования (НТИ)

При планировании бюджета проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям [28]:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

• 5.5.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [28]:

$$З_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расxi} \quad (5.6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – 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-заготовливаемые расходы. Величина коэффициента (k_T) принимается как 15% от стоимости материала.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, представлены в Таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Материальные затраты проекта

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ($З_M$), руб.
Дизельное топливо	л.	10	50	575,0
Мазут	кг.	15	35	603,75
Депрессорная присадка	шт.	1	380	437,0

«FillINN»				
Продолжение таблицы 5.9				
Ацетон	л.	5	220	1265,0
Тоуол	л.	10	270	3105,0
Бензол	л.	2	391	899,3
Силикагель	кг.	5	285	1638,75
Термометр лабораторный	шт.	4	4000	18400,0
Адсорбционная колонка	шт.	2	5000	11500,0
Пипетка градуированная на 1 см ³	шт.	4	50	230,0
Цилиндры мерные на 100 см ³	шт.	4	200	920,0
Стеклянные воронки	шт.	5	50	287,5
Колба Энглера	шт	2	1000	2300,0
Пробирка с двойными стенками ТС	шт.	2	8000	18400,0
Итого				60561,3

По данным из приведенной выше таблицы можно судить о материальных затратах научно-исследовательской работы.

• 5.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование

Так как специальное оборудование было приобретено до начала выполнения работы, то затраты на специальное оборудование сводятся к амортизационным отчислениям (таблица 5.10).

Произведем расчет амортизационных отчислений: срок службы всего оборудования – 5 лет, средневзвешенная норма амортизации $100 \% / 5 = 20 \%$.

Величина амортизации:

1. $((166100 \cdot 0,2) / 365) \cdot 92 = 8373,26$ руб.;
2. $((22440 \cdot 0,2) / 365) \cdot 92 = 1129,21$ руб.;
3. $((15000 \cdot 0,2) / 365) \cdot 92 = 756,16$ руб.;
4. $((212400 \cdot 0,2) / 365) \cdot 92 = 10707,29$ руб.;

Сумма = 20965,92 руб.

Таблица 5.10 – Расчет бюджета затрат на приобретение специального оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Амортизация, руб.
1	Термостат жидкостный низкотемпературный «КРИО-ВТ-05-01»	1	166100	8373,26
2	Колбанагреватель ES-4102	1	22440	1129,21
3	Аналитические весы	1	15000	756,16
4	Установка для определения предельной температуры фильтруемости Termex	1	212400	10707,29
Итого:				20965,92

• 5.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполненных работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. Заработная плата включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением исследования в рамках ВКР, (включая премии и доплаты) и дополнительную заработную плату. Также включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада [28]:

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (5.7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле [44]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб} \quad (5.8)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [28]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (5.9)$$

где $Z_{\text{м}}$ – 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;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (Таблица 5.11)

Таблица 5.11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер	Аспирант
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней:			
– выходные;	44	48	48
– праздничные дни	14	14	14
Потери рабочего времени			
– отпуск	48	48	48
– невыходы по болезни	0	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	259	255	255

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (5.10)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30 процентов от $Z_{\text{тс}}$);

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

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

Тарифная заработная плата $Z_{\text{тс}}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{\text{с1}} = 600$ руб. на тарифный коэффициент $k_{\text{т}}$ и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке.

Тарифный коэффициент для НР = 1,866; для С = 1,407; для А = 1,407.

Расчет основной заработной платы представлен в Таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	к _т	З _{тс} , руб.	к _{пр}	к _д	к _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	Старший преподаватель	1,866	39300	0,3	0,4	1,3	86853	3487,53	10	34875,3
Инженер	-	1,407	16242	0,3	0,2	1,3	31671,9	1291,72	69	89128,68
Аспирант	Инженер-исследователь	1,407	26200	0,3	0,2	1,3	51090	2083,67	18	37506,06
Итого										161510,04

5.5.4 Дополнительная заработная плата исполнительской темы

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (5.1)$$

1)

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый на стадии проектирования за 0,15.

Таблица 5.13 – Расчет заработной платы

Исполнитель	З _{осн} , руб	З _{доп} , руб	З _{зп} , руб
Руководитель	34875,3	5231,3	40106,6
Инженер	89128,68	13369,3	102497,98
Аспирант	37506,06	5625,91	43131,97
Итого, руб.			185736,55

5.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [28]:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (5.12)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды. На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Информация об отчислениях во внебюджетные фонды представлена в Таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	34875,3	5231,3
Инженер	89128,68	13369,3
Аспирант	37506,06	5625,91
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого, руб.:	$Z_{внеб}$ руководителя = 12031,98; $Z_{внеб}$ Инженера = 30749,4 $Z_{внеб}$ аспиранта = 12939,59	
В сумме, руб.:	55720,97	

• 5.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле [44]:

$$Z_{накл.} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр} \quad (5.1)$$

3)

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16 %. Результаты расчета представлены в таблице 5.15.

- **5.5.7 Формирование бюджета затрат исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат проводимой исследовательской работы 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.

Определение бюджета затрат на исследовательский проект приведен в Таблице 5.15.

Таблица 5.15 – Расчет бюджета затрат исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	60561,3	Пункт 5.5.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ (величина амортизации)	20965,92	Пункт 5.5.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	161510,04	Пункт 5.5.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	24226,51	Пункт 5.5.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	55720,97	Пункт 5.5.5
6. Накладные расходы	51677,56	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	374662,3	Сумма ст. 1-6

5.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (5.14)$$

где $I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный финансовый показатель разработки для данной работы равен 1 в силу того, что стоимость i -го варианта исполнения численно равна максимальной стоимости исполнения работы.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i \quad (5.15)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Результаты по расчёту интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в таблице 5.16

Таблица 5.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2	Аналог 3
Способствует улучшению низкотемпературных свойств	0,4	5	5	4	4
Удобство в эксплуатации	0,2	5	4	4	5
Энергосбережение	0,2	4	3	3	5

Продолжение таблицы 5.16

Надежность	0,2	4	3	4	3
Итого	1	1	4/4,6	3.8/4	4,2/4,6

$$I_{mn} = 0,4 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 4,6$$

$$I_{A1} = 0,4 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 = 4,0$$

$$I_{A2} = 0,4 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 = 3,8$$

$$I_{A3} = 0,4 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 = 4,2$$

Аналог 1 – фундаментальное исследование получения ДТ с улучшенными низкотемпературными свойствами путем подбора оптимальной композиции депрессорной присадки и н-парафинов/нефтяных смол.

Аналог 2 – улучшение низкотемпературных свойств ДТ путем каталитической депарафинизации на НПЗ.

Аналог 3 – улучшение низкотемпературных свойств ДТ путем фракционирования нефти на атмосферно-вакуумной установке прямой перегонки нефти с обрезанным концом кипения

Таким образом, видно, что проведение процесса получения ДТ с улучшенными низкотемпературными свойствами путем подбора оптимальной композиции депрессорной присадки и н-парафинов/нефтяных смол наиболее эффективный метод улучшения низкотемпературных свойств, так как имеет наивысшее значение интегрального показателя.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Эффективное использование ДТ в условиях низких температур обуславливается его низкотемпературными свойствами. Наиболее выгодным с экономической и технологической точки зрения способом решения данной проблемы является использование депрессорных присадок. Однако использование депрессорных присадок не всегда позволяет достичь требуемых низкотемпературных свойств ДТ. С целью повышения эффективности действия депрессорных присадок в ДТ также добавляют нефтяные смолы и н-парафины.

Актуальность темы исследования обусловлена массовым освоением арктического шельфа. Спрос на высококачественное ДТ с улучшенными низкотемпературными свойствами растет, так как никакое другое топливо не обеспечит технику и суда должной мобильностью, а использование реактивного топлива считается крайне невыгодным.

Область применения – химическая и нефтеперерабатывающая промышленности.

Объектом исследования – дизельное топливо, депрессорная присадка, добавочный компонент (н-парафин, нефтяная смола), смеси из указанных веществ с различными концентрациями добавочного компонента (0,005, 0,01, 0,025, 0,05, 0,1, 0,25, 0,5 % масс.).

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В данном разделе рассмотрены специальные правовые нормы трудового законодательства и их особенности, применимые к условиям научно-исследовательского проекта по исследованию влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива.

6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, № 197-ФЗ [29] каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

Согласно ТК РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ Глава 21:

- работник, занятый на тяжелых работах, работах с вредными или опасными и иными особыми условиями труда, имеет право получать повышенную ставку оплаты труда.

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочим местом выполнения экспериментальной части исследования влияния добавления н-парафинов и нефтяной смолы на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива являются химические лаборатории под номерами 134 и 129, находящиеся во 2 корпусе в отделении химической инженерии Томского политехнического университета. Лаборатория оборудована вентиляцией, водоснабжением и канализацией. Полы изготовлены из гидрофобной и жаростойкой керамогранитной плитки. Лабораторные столы имеют гладкие поверхности из материалов, не сорбирующих вредные вещества, и легко поддаются очистке.

Общая площадь химической лаборатории рассчитывается из условия 4,5 кв.м на одного человека и максимального числа одновременно занимающихся человек. Минимально допустимая высота помещения – 3,3 м. Минимальная ширина проходов – 0,7 м [30].

Места, предназначенные для работы с вредными и легколетучими веществами, оборудованы вытяжными шкафами, обеспечивающими изоляцию работающих от опасной среды. Помещения хорошо освещены как естественными так и искусственными источниками освещения.

В условиях химических лабораторий в задачи производственной санитарии входит предупреждение профессиональных отравлений, предотвращение воздействия на работающих ядовитых и раздражающих веществ, производственной пыли, шума и других вредных факторов, определение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе производственных помещений, разработка и эксплуатация средств

индивидуальной защиты, системы вентиляции, отопления и рационального освещения [31].

6.2 Производственная безопасность

В данном разделе, согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [32], приведены возможные вредные и опасные факторы при проведении работ в химической лаборатории (таблица 6.1), также приведён анализ на предмет минимизации их воздействия на организм человека.

Таблица 6.1 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте в химической лаборатории [32]

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Опасные и вредные производственные факторов, обладающие свойствами химического воздействия на организм человека: токсическое воздействие веществ		+	+	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
2.Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм человека				
2.1Отсутствие или недостаток необходимого искусственного/естественного освещения рабочего места	+	+	+	СП52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
2.2Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
2.3Производственные факторы, связанные с электрическим током		+	+	ГОСТ Р 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

2.4Повышенный уровень общей вибрации на рабочем месте		+	+	ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.
2.5 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

Продолжение таблицы 6.1

3.Пожаровзрывоопасность		+	+	ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность»
-------------------------	--	---	---	--

6.2.1 Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов на рабочем месте в химической лаборатории

Токсическое воздействие веществ. При работе в лаборатории используются вредные вещества. ПДК в воздухе рабочей зоны, класс опасности и влияние на организм человека этих веществ указаны в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Предельно-допустимые концентрации токсичных веществ в воздухе рабочей зоны и их влияние на организм человека [33]

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Воздействие на организм
Дизельное топливо	300	4	Высокие концентрации паров алифатических предельных углеводородов действуют на центральную нервную систему человека и оказывают наркотическое воздействие при вдыхании. Дизельное топливо раздражает слизистые оболочки и кожу человека, вызывая их поражение и кожные заболевания. Длительный контакт с дизельным топливом приводит к изменению функции центральной нервной системы и повышает заболеваемость органов дыхания.

Этиловый спирт	1000	4	При остром отравлении этиловым спиртом отмечается рвота, замедление дыхания и сердечных сокращений, потеря сознания.
----------------	------	---	--

Для снижения риска химического воздействия в лаборатории разрешается работать только в полагающейся для каждого вида работ спецодежде:

- Халат (при любых работах в лаборатории);
- Перчатки из химически стойких материалов (при работе с веществами и реагентами);
- Защитные очки (при необходимости).

Для исключения возможного внесения в организм вредных и ядовитых веществ в лаборатории запрещается хранить и принимать пищу, как и использовать лабораторную посуду в этих целях.

При работе с химическими реактивами в воздух поступают пары, газ или пыль, которые могут обладать ядовитыми или раздражающими свойствами. При накоплении в воздухе таких веществ могут возникнуть острые отравления. Для исключения загазованности и возможного отравления опасные химические эксперименты необходимо вести при включенной приточно-вытяжной вентиляции или в вытяжном шкафу.

Отсутствие или недостаток необходимого искусственного/естественного освещения рабочего места. Одним из важнейших элементов благоприятных условий труда является рациональное освещение помещений и рабочих установок. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет проведение работ, ведет к снижению производительности труда и может явиться причиной несчастных случаев. В лаборатории применяется естественное и искусственное освещение.

Естественное освещение характеризуется изменяющейся освещенностью на рабочих местах в течение суток года, которое обуславливается световым климатом. Искусственное освещение помогает избежать многих недостатков, характерных для естественного освещения, и

обеспечить оптимальный световой режим.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещении проводится чистка стекол оконных рам и светильников, а также производится замена перегоревших световых приборов.

Коэффициента естественного освещения для химических лабораторий, согласно [34], составляет – 0,5 % благодаря тому, что помещение лаборатории находится на солнечной стороне, снабжено оконными проемами площадью примерно 8 м. Искусственное освещение устанавливается во всех основных и вспомогательных помещениях лаборатории. Для искусственного освещения нормируется параметр – освещённость. Нормы искусственного освещения составляет по [34] 250 люкс. Для создания искусственного освещения установлены люминесцентные лампы. Условия труда по световому формату соответствуют допустимым [35].

Повышенный уровень шума на рабочем месте. Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создает предпосылки для общих и профессиональных заболеваний, а также приводит к ослаблению памяти, внимания, нарушению артериального давления и ритма сердца.

Нормирующей характеристикой постоянного шума на рабочем месте является уровень звуковых давлений, составляющий 80 дБА [36, 37]. Минимизировать негативные последствия возможно путем выполнения следующих мероприятий:

- подбор рабочего оборудования, обладающего меньшими шумовыми характеристиками;
- использование всех необходимых технических средств (защитные экраны, кожухи, звукопоглощающие покрытия, изоляция);
- ограничение продолжительности и интенсивности воздействия до уровней приемлемого риска;
- ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА

работников, не связанных с основным технологическим процессом; обязательное предоставление работникам средств индивидуальной защиты органа слуха. Условия труда по шумовому формату соответствуют допустимым [35].

Производственные факторы, связанные с электрическим током. Источниками электрической опасности являются: оголенные части проводов или отсутствие изоляции, отсутствие заземления, короткое замыкание, статическое электричество. Основным нормативным документом, устанавливающим требования по электробезопасности, является ГОСТ Р 12.1.019-2009 [38].

Химическая лаборатория второго корпуса ТПУ по опасности поражения электрическим током относится к первому классу – помещение без повышенной опасности, т.к. температура в помещении не превышает 30 °С, относительная влажность воздуха не превышает 70 %, токопроводящие полы отсутствуют (полы выполнены из керамической плитки) согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ).

К используемому в процессе выполнения экспериментальной части работы электрооборудованию относятся:

- термостат жидкостный низкотемпературный «крио-вт-05-01» (закрытый; до 1000 В; по способу защиты от поражения электрическим током термостат относится к классу I)
- установка для определения предельной температуры фильтруемости Termex (закрытая; до 1000 В; по способу защиты от поражения электрическим током установка относится к классу I)
- аналитические весы (закрытые; до 1000 В; по способу защиты человека от поражения электрическим током весы относятся к классу II)

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;

- прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
- ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
- поражение шаговым напряжением и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются:

- защитное зануление;
- автоматическое отключение питания;
- устройства защитного отключения;
- изолирующие электрозащитные средства;
- знаки и плакаты безопасности.

Для отключения электросетей на вводах должны быть рубильники или другие доступные устройства. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения, производится общим рубильником. В целях предотвращения электротравматизма запрещается работать на неисправных электрических приборах и установках, перегружать электросеть, переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы, загромождать подходы к электрическим устройствам.

При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения, производится общим рубильником

Повышенный уровень общей вибрации на рабочем месте. Вибрация воздействует на центральную нервную систему, желудочно-кишечный тракт, органы равновесия (вестибулярный аппарат), вызывает головокружение, онемение конечностей, заболевание суставов. Под влиянием интенсивного шума и вибрации наступают повышенная утомляемость и раздражительность, плохой сон, головная боль, ослабление памяти, внимания

и остроты зрения, что ведет к снижению производительности труда (в среднем на 10-15%) и часто является причиной травматизма.

Главным источником вибрации является оборудование, используемое для определения НТС топлива: термостат жидкостный низкотемпературный «крио-вт-05-01». Гигиенические допустимые уровни вибрации регламентирует [39]. Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации при работе в лаборатории представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации в химической лаборатории [40]

Вид вибрации	Категория вибрации	Направления действия	Коррекция	Нормативные эквивалентные корректированные значения и уровни виброускорения	
				м/с ²	дБ
общая	Зв	Z ₀	W _k	0,014	83
		X ₀ , Y ₀	W _d	0,0099	80

Основными методами снижения шума и вибрации, согласно [41], являются следующие:

- устранение причин вибрации или существенное их ослабление в источнике образования;
- изоляция источников вибрации от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения, акустическая обработка;
- архитектурно-планировочные решения с рациональным размещением технологического оборудования, машин, механизмов;
- применение средств индивидуальной защиты (перчатки, рукавицы, прокладки, вкладыши, защитная обувь, стельки и подметки). Условия труда по вибрационному формату соответствуют допустимым [35].

Производственные факторы, связанные с аномальными

микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего. Показателями, характеризующими микроклимат являются температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха и интенсивность теплового облучения.

Метеорологические условия производственной среды регламентируются санитарными нормами промышленных предприятий.

Согласно [42] выполняемая работа относится к категории Ia по тяжести выполняемых работ. Для данной категории работ определены оптимальные границы основных параметров микроклимата, которые приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia	23-25	22-26	60-40	0,1

Для того чтобы создать необходимые метеорологические условия рабочей зоны и предотвратить различные переохлаждения и перегревания организма должны быть использованы защитные мероприятия: системы местного кондиционирования воздуха и отопления, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы и т.д. К числу СИЗ от неблагоприятных климатических условий относят спецодежду и средства защиты рук. Условия труда по микроклимату соответствуют допустимым [35].

Пожаровзрывоопасность. Работа с химическими веществами отличается повышенной пожаровзрывоопасностью. В помещениях лаборатории и в непосредственной близости от них (в коридорах, под лестницами) запрещается хранить горючие материалы и устанавливать предметы, загромождающие проходы и доступ к средствам пожаротушения.

Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов. После окончания работы необходимо отключить электроэнергию, закрыть газовые баллоны и воду во всех помещениях.

При возникновении пожара необходимо принять все меры по его локализации и тушению. Для этого должен быть обеспечен проход между лабораторными столами, выходы недопустимо загромождать различными предметами. При возникновении возгорания все сотрудники должны действовать четко, в соответствии с заранее разработанной программой согласно инструкции.

По виду горючего материала химическая лаборатория относится к классам возможного пожара «В» и «Е» – производства, связанные с применением жидких горючих веществ и электроустановок. [43]

Основными причинами пожаров и взрывов являются несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств, самовозгорание веществ и материалов, разряды статического электричества, нарушение мер пожарной безопасности.

Для своевременной ликвидации очагов возможных загораний применяются первичные средства пожаротушения. В лаборатории имеются:

- ящик с песком;
- асбестовое полотно;
- огнетушители порошковые (ОП-3, 1 шт.);
- огнетушители углекислотные (ОУ-3, 1 шт.).

Средства пожаротушения и противопожарный инвентарь должны быть в исправном состоянии и окрашен в красный цвет.

Также проводятся профилактические мероприятия по предупреждению пожаров и взрывов:

- проведение проверки выполнения требований на месте работы;
- проведение запланированных инспекций;
- проверка пожарной безопасности в здании;
- проведение инструктажа по технике безопасности;

- обучение навыкам, которые необходимы для работы с устройствами для тушения;
- проверка исправности первичных средств пожаротушения;
- соответствующее состояние эвакуационных выходов;
- установка автоматических систем пожаротушений;
- применение в местах повышенной опасности огнестойких материалов;
- правильная организация хранения и использования пожароопасных веществ.

6.3 Экологическая безопасность

Химическая лаборатория не является особо опасным объектом воздействия на окружающую среду. Существует два основных подхода к решению проблемы защиты окружающей среды:

- максимально эффективная очистка;
- создание замкнутой безотходной технологической системы.

Для химической лаборатории оптимальным является первый вариант.

6.3.1. Воздействие на атмосферу

Так как в условиях лаборатории выбросы в атмосферу характеризуются незначительным содержанием вредных газов и паров, то для очистки достаточно использование адсорбционного фильтра. Для этого в лаборатории на выходе вентиляционных труб установлены перегородки, поверх которых уложен слой адсорбента. В качестве адсорбента наиболее часто используют активированный уголь. Воздушный поток, пройдя через слой адсорбента, очищается от вредных газов и паров [44].

6.3.2. Воздействие на гидросферу

Вредное воздействие на гидросферу может обуславливаться химическим загрязнением водотоков в следствие удаления химических отходов в хозяйственно-бытовую канализацию. Следовательно все

выбросы в канализацию также необходимо подвергать обезвреживанию и очистке. Для этих целей все отработанные кислотные и щелочные сливы собираются в отдельную для каждого вида тару, затем подвергаются нейтрализации и только после этого они могут быть слиты в канализацию с их предварительным 10-кратным разбавлением водопроводной водой. Отработанные органические сливы собираются в специальную герметически закрытую тару, которую по мере заполнения отправляют на обезвреживание и утилизацию [45].

6.3.3. Воздействие на литосферу

Твердые отходы собираются в специальные сборники и увозятся для уничтожения. Наиболее опасными отходами для литосферы в условиях лаборатории являются отработанные люминесцентные лампы, относящиеся к 1 классу опасности. Их утилизация производится согласно [46].

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одним из важнейших факторов в безопасности жизнедеятельности людей является подготовленность к чрезвычайным ситуациям (ЧС). Чрезвычайную ситуацию по природе возникновения можно классифицировать следующим образом [47]:

- ЧС техногенного характера (аварии, взрывы, пожары, выбросы веществ)
- ЧС природного характера (стихийные бедствия)
- ЧС биологического характера (эпидемии, эпизотии)
- ЧС социального характера (терроризм, грабеж, конфликты)
- ЧС экологического характера (загрязнение биосферы, разрушения озонового слоя)

Наиболее типичной и опасной для химической лаборатории является ЧС техногенного характера, сопровождающейся возникновением аварийной ситуации. Для ликвидации аварии разрабатываются планы, в которых предусматриваются мероприятия, направленные на спасение людей,

ликвидации аварий. Перечень мероприятий, необходимых к проведению при возникновении ЧС регламентирован в соответствии с ГОСТ Р 22.3.03-94 [48]:

- систематическая диагностика оборудования;
- обслуживание и ремонт вентиляторов, вытяжных шкафов, осветительных приборов;
- наличие современных сигнализаций и приборов контроля в помещении для исследования;
- систематический инструктаж персонала;
- планы поддержания рабочего состояния лаборатории после чрезвычайной ситуации или катастрофы;
- план реагирования в случае террористических действий.

Пожар является наиболее вероятной ЧС техногенного характера для химической лаборатории. При обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) необходимо:

1. немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону 01, 101, 112 сообщив при этом адрес учебного корпуса, место возникновения, фамилию, имя, отчество, телефон;
2. двигаться к ближайшему запасному выходу согласно плану эвакуации (рисунок 6.1);

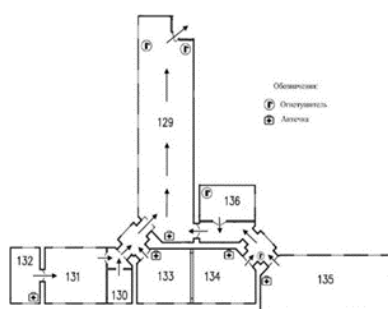


Рисунок 6.1 – План эвакуации

3. ориентироваться по лампам аварийного освещения при эвакуации (светильникам зеленого цвета) в коридорах и на лестничных клетках;
4. если помещение задымлено, дышать через влажный носовой платок и сохранять спокойствие;

5. выйти из здания и удалиться от него на безопасное расстояние.

Для ликвидации небольших очагов пожара на территории лаборатории имеются первичные средства тушения пожара – огнетушители, ящики с песком, асбестовые одеяла (кошмы).

В результате проведения анализа условий труда на рабочем месте, где выполнялась экспериментальная часть бакалаврской работы, можно сделать вывод, что лаборатория удовлетворяет предъявляемым требованиям и нормам. При соблюдении техники безопасности и правил работы в химической лаборатории данный вид работы не окажет влияния на здоровье работника.

Воздействие вредных и опасных факторов в лаборатории сведено к минимуму. Микроклимат, освещение и уровень шума удовлетворяют требованиям. При соблюдении описанных в работе правил утилизации отходов и использовании системы очистки воздуха в вентиляции, деятельность в лаборатории не представляет опасности для экологии.

Также была проанализирована наиболее вероятная чрезвычайная ситуация для химической лаборатории – пожар, и приведены мероприятия, проводимые во время чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

№	Наименование работы, ее вид	Характер работы	Выходные данные	Объем, стр.	Соавторы
Доклады и тезисы докладов, опубликованные в материалах российской Международной (Всероссийской) конференции: 4					
1	Улучшение низкотемпературных свойств прямогонного дизельного топлива	Печатная	Международная научно-практическая конференция им. Д.И. Менделеева, посвященная 90-летию профессора Р.З. Магарила: материалы, Тюмень, 25-27 Ноября 2021. – Тюмень: ТИУ, 2021 – Т. 1. Химия и химические технологии. Биотехнология и продовольственная безопасность. Энергетика, электротехника и приборостроение – С. 298-300.	2	Орлова А.М.
2	Влияние н-парафинов на низкотемпературные свойства смесей дизельное топливо/депрессор	Печатная	Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XXII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера. В 2 томах, Томск, 16-19 Мая 2022. – Томск: ТПУ, 2021 – Т. 2 – С. 111-112.	2	Орлова А.М.
3	Усиление эффекта действия депрессорных присадок добавлением нефтяных смол	Печатная	XXVI Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием): тезисы докладов, Нижний Новгород, 18-20 Апреля 2023. – Нижний Новгород: ННГУ, 2021 – С. 521.	1	Орлова А.М., Титаев К.М.
4	Сравнение влияния н-парафинов и нефтяных смол на эффективность действия депрессорных присадок	Печатная	Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XXIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера. В 2 томах, Томск, 15-18 Мая 2023. – Томск: ТПУ, 2021 – Т. 2 – С. 111-112.	3	Орлова А.М., Титаев К.М.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Топливо и смазочные материалы: учебное пособие. / сост. А.П. Сырбаков, М.А. Корчуганова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 159 с.
2. Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов. / Г.А. Терентьев, В.М. Тюков, Ф.В. Смаль – М.: Химия, 1989. – 272 с.
3. ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2009) «Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия (с Изменениями N 1, 2)» [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200041173> – Дата обращения 04.04.2023.
4. Коняева А.П. Анализ нефти и нефтепродуктов: [учеб.-метод. пособие] / науч. ред. О.А. Белоусова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 88 с.
5. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы / М: Наука-Пресс, 2004. – 420 с.
6. Мухортов Н.Ш., Карпов С.А., Капустин В.М. Эффективность депрессорных и диспергирующих присадок в зависимости от фракционного состава дизельных топлив //Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2012. – № 10 – С. 46-48.
7. Гуреев А.А. Химмотология / М: Химия, 1986. – 366 с.
8. Агаев С.Г. Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив: монография/ – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 145 с.
9. Тертерян Р.А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам / М.: Химия, 1990. – 238 с.
10. Таранова Л.В., Гуров Ю.П., Агаев В.Г. Механизм действия депрессорных присадок и оценка их эффективности современные наукоемкие технологии. – Пенза: Издательский Дом «Академия Естествознания», 2008, – № 4. – С. 76-77.
11. Уразаева А.А., Сидоров Г.М., Валинуров Р.Р., Азнабаев Ш.Т. Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива// Современные наукоемкие технологии. – 2017 – № 6 – С. 93-98.

12. Грохотова Е.В., Осипенко Д.Ф., Сидоров Г.М., Фатхутдинова Э.Н. Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива // Нефтегазовое дело. – 2019 – № 4 – С. 110-124.
13. Алипов Д.Е., Баулин О.А., Зиннатулина Г.М., Спащенко А.Ю., Шайхутдинова Р.Т. Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива// Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКАР. – 2018 – № 2 – С. 77-81.
14. Кондрашев Н.К., Кондрашева Д.О., Насиф Валид, Хасан С.Д. Низкотемпературные свойства смесевых дизельных топлив с депрессорными присадками// Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2007 – № 1 – С. 43.
15. Маннапов И.В., Спащенко А.Ю. Модификация свойств дизельных топлив присадками различного функционального назначения// Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2014 – № 3 – С. 168-186.
16. Буров Е.А., Иванова Л.В., Кошелев В.Н., Сорокина А.С. Влияние группового углеводородного состава дизельных топлив на эффективность действия депрессорных присадок// Химия и технология топлив и масел. – 2020 – № 2 – С. 16-20.
17. Буров Е.А., Иванова Л.В., Кошелев В.Н., Оганесян А.Н., Сорокина А.С. Влияние молекулярно-массового распределения n-алканов в дизельном топливе на эффективность действия депрессорной присадки// Бутлеровские сообщения. – 2021 – № 8 – С. 61-67.
18. Бердникова А.А., Машнич В.В., Францина Е.В. Исследование влияния углеводородного состава на низкотемпературные свойства дизельного топлива в присутствии депрессорной и депрессорно-диспергирующей присадок// Химия. Экология. Урбанистика. – 2021 – № 4 – С. 163-167.
19. Агаев С.Г., Землянский Е.О., Халин А.Н. Влияние депрессорных присадок на подвижность парафинистых нефтей различной природы// Нефть и газ Западной Сибири. Материалы всероссийской научно-технической конференции. Том 1. – 2007 – С. 303-306.

20. Агаев С.Г., Землянский Е.О., Мозырев А.Г. Депрессорные присадки для нефтей Западной Сибири// Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2007 – № 3 – С. 72-77.
21. Прозорова И.В., Саврасова Е.А., Юдина Н.В. Присадка многофункционального действия для парафинистых и высокопарафинистых нефтей// Химия в интересах устойчивого развития. – 2019 – № 5 – С. 525-529.
22. FL090 Антигель и очиститель дизельного топлива (концентрат), 520 мл [Электронный ресурс] – URL: <https://www.fill-inn.com/product/4228/antigel/> – Дата обращения 20.04.2023.
23. ГОСТ 11851-85 «Нефть. Метод определения парафина» [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024284> – Дата обращения 15.03.2023.
24. ГОСТ 11858-66 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания асфальтово-смолистых веществ» [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/464614249> – Дата обращения 15.04.2023.
25. ГОСТ 5066-2018. «Топлива моторные. Методы определения температур помутнения, начала кристаллизации и замерзания» [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200160608> – Дата обращения 10.04.2023.
26. ГОСТ 33755-2016. «Топливо дизельное и мазут топочный. Определение предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре» [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200138862> – Дата обращения 15.03.2023.
27. ГОСТ 20287-91. «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания» [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005428> – Дата обращения 15.03.2023.
28. Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение / – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

29. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru> – Дата обращения: 20.04.2023.
30. ГОСТ 12.4.113-82 «Система стандартов безопасности труда. Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012665> – Дата обращения 26.04.2023.
31. Захаров Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях / Л.Н. Захаров / – Ленинград: Химия, 1991. – 336 с.
32. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация./ – М.: Стандартиформ, 2019. – 10 с.
33. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений / – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2019. – 55 с.
34. Строительные нормы и правила: СНиП 23.05.95. Естественное и искусственное освещение: нормативно-технический материал / – М: [б.и.], 1999. – 36 с.
35. СОУТ (специальная оценка условий труда в ТПУ) 2021 г.
36. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности / М.: Издательство стандартов, 1988. – 11 с.
37. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки / М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 12 с.
38. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203> – Дата обращения: 29.04.2023.
39. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования / – М: Стандартиформ, 2008. – 15 с.

40. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.» [Электронный ресурс] – URL: https://base.garant.ru/71462000/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/#block_41 – Дата обращения 17.05.2023.
41. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 12 с.
42. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.
43. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/6e24082b0e98e57a0d005f9c20016b1393e16380 – Дата обращения 17.05.2023.
44. ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001355> – Дата обращения: 02.05.2023.
45. ГОСТ 17.1.3.05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами./ – М.: Издательство стандартов, 1983. – 3 с.
46. ГОСТ Р 52105-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения./ – М.: Издательство стандартов, 2005. – 11 с.
47. Жуков В.И. Защита и безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие/ В.И. Жуков, Л.Н. Горбунова; Сибирский федеральный университет (СФУ). – Москва; Красноярск: Инфра-М Изд-во СФУ, 2014. – 392 с.: ил. – Высшее образование. Бакалавриат. – Библиогр.: С. 384-387.

48. ГОСТ Р 22.3.03-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения / – М.: Издательство стандартов, 1995. – 14 с.