

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Специальность 18.03.01 Химическая технология

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива

УДК 665.753.4.038.64

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д8Б	Ефанова Альвина Олеговна		

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
Инженер-исследователь 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	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ

по образовательной программе
«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 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
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	способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-3	готовность 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	владение пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознания опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий

Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	способность и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	готовность 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	готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности
ПК(У)-4	способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-5	способность 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	способность настраивать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств
ПК(У)-7	способность проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта
ПК(У)-8	готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК(У)-9	способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования
ПК(У)-10	способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
ПК(У)-11	способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса
Дополнительные профессиональные компетенции (профессиональные компетенции, установленные университетом)	
ДПК(У)-1	способность 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	готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования
ДПК(У)-3	готовность 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	готовность использовать информационные технологии при разработке проектов
ДПК(У)-5	готовность 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 18.03.01 Химическая технология
Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Мойзес О.Е.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Д8Б	Ефанова Альвина Олеговна

Тема работы:

Исследование влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива	
Утверждена приказом директора ИШПР (дата, номер)	от 28.01.2022 г. № 28-92/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Образцы прямогонного дизельного топлива, образцы депрессорных присадок, утяжеляющие компоненты: вакуумный газойль, тяжелая фракция, высокопарафинистая фракция.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Литературный обзор 1.1 Состав, свойства и марки дизельных топлив 1.2 Депрессорные присадки для дизельного топлива и механизм их действия 1.3 Влияние состава дизельного топлива на эффективность действия депрессорных присадок 1.4 Влияние тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок 2 Объект и методы исследования 2.1 Объект исследования 2.2 Методики определения физико-химических свойств, эксплуатационных характеристик и состава исследуемых образцов 2.3 Методики определения низкотемпературных свойств

	3 Расчеты и аналитика 3.1 Состав и физико-химические свойства образцов дизельного топлива 3.2 Состав и физико-химические свойства тяжелых фракций 3.3 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей дизельного топлива с присадкой 3.4 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей дизельного топлива с присадкой и вакуумным газойлем 3.5 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей дизельного топлива с присадкой и тяжелой фракцией 3.6 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей дизельного топлива с присадкой и высокопарафинистой фракцией 4 Результаты исследования 4.1 Анализ влияния добавления утяжеляющих компонентов на эффективность действия депрессорной присадки в отношении предельной температуры фильтруемости 4.2 Анализ влияния добавления утяжеляющих компонентов на эффективность действия депрессорной присадки в отношении температуры застывания 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6 Социальная ответственность
--	---

Перечень графического материала

Нет

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	к.э.н., доцент ОСГН ШБИП Рыжакина Т.Г.
«Социальная ответственность»	старший преподаватель ООД ШБИП Гуляев М.В.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Нет

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д8Б	Ефанова Альвина Олеговна		

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 18.03.01 Химическая технология
Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии
Период выполнения весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2022 г.	Введение	10
15.03.2022 г.	Литературный обзор: состав, свойства и марки дизельных топлив, депрессорные присадки для дизельного топлива и механизм их действия, влияние состава дизельного топлива на эффективность действия депрессорных присадок, влияние тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок.	15
01.04.2022 г.	Объект и методы исследования: объект исследования; методики определения состава и свойств исследуемых образцов (содержания серы, вязкости, плотности, температуры помутнения и температуры застывания, предельной температуры фильтруемости, фракционного состава, цетанового индекса).	15
15.04.2022 г.	Расчеты и аналитика: результаты определения состава и свойств компонентов; результаты определения низкотемпературных свойств приготовленных топливных смесей.	20
01.05.2022 г.	Результаты исследования: Анализ влияния добавления вакуумного газойля, тяжелой фракции и высокопарафинистой фракции на эффективность действия депрессорной присадки.	20
20.05.2022 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Раздел «Социальная ответственность».	10
01.06.2022 г.	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
Инженер-исследователь 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
2Д8Б	Ефанова Альвина Олеговна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Д8Б	Ефановой Альвине Олеговне

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работы. Расчет трудоемкости выполнения работ. Подсчет бюджета исследования
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений	
2. Матрица SWOT	
3. Альтернативы проведения НИ	
4. График проведения и бюджет НИ	
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		03.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д8Б	Ефанова Альвина Олеговна		03.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2Д8Б		Ефанова Альвина Олеговна	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

Тема ВКР:

Исследование влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива	
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, утяжеляющий компонент (вакуумный газойль, тяжелая фракция, высокопарафинистая фракция), смеси из указанных веществ в различном соотношении и концентрациях утяжеляющего компонента (1, 3, 5, 10 % об.). 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 потенциально опасных и вредных производственных факторов.	Потенциально вредные производственные факторы при работе в химической лаборатории: 1. Повышенный уровень общей вибрации; 2. Повышенный уровень шума;

– Разработка мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных факторов.	3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего. Потенциально 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, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: использование защитных костюмов, печатки, защитные очки, аптечка, средства пожаротушения.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	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 при эксплуатации	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	
03.02.2022	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д8Б	Ефанова Альвина Олеговна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 102 страницы, 10 рисунков, 30 таблиц, 46 источников и 1 Приложение.

Ключевые слова: дизельное топливо, депрессорная присадка, утяжеляющий компонент, предельная температура фильтруемости, температура застывания.

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

Цель работы – исследование влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива.

Объект исследования – образцы дизельного топлива, депрессорная присадка, утяжеляющие компоненты, а также их смеси.

Предмет исследования – низкотемпературные свойства смесей дизельного топлива, депрессорной присадки и утяжеляющих компонентов, а также эффективность действия депрессорной присадки.

В ходе работы определены и проанализированы низкотемпературные свойства смесей образцов дизельного топлива с депрессорной присадкой и утяжеляющими компонентами в различной концентрации; выявлены закономерности влияния концентрации добавляемых утяжеляющих компонентов на эффективность действия депрессорной присадки, осуществлено сравнение эффектов, оказываемых при добавлении различных утяжеляющих компонентов.

Экономическая эффективность/значимость работы: вовлечение тяжелых фракций для повышения эффективности действия депрессорных присадок позволит ресурсоэффективно использовать данные компоненты, а также повысить объемы производства дизельного топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	16
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	20
1.1 Состав, свойства и марки дизельных топлив	20
1.2 Депрессорные присадки для дизельного топлива и механизм их действия	25
1.3 Влияние состава дизельного топлива на эффективность действия депрессорных присадок	27
1.4 Влияние тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок	29
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	30
2.1 Объект исследования	30
2.2 Методики определения физико-химических свойств, эксплуатационных характеристик и состава исследуемых образцов	32
2.2.1 Методика определения цетанового индекса	32
2.2.2 Методика определения фракционного состава	32
2.2.3 Методика определения содержания серы	33
2.2.4 Методика определения вязкости и плотности	34
2.3 Методики определения низкотемпературных свойств	35
2.3.1 Методика определения температура помутнения и застывания	35
2.3.2 Методика определения предельной температуры фильтруемости	36
3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА	37
3.1 Состав и физико-химические свойства образцов дизельного топлива	37
3.2 Состав и физико-химические свойства утяжеляющих компонентов	39
3.3 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей образцов дизельного топлива с депрессорной присадкой	39
3.4 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей дизельного топлива с депрессорной присадкой и вакуумным газойлем	40

3.5 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей дизельного топлива с депрессорной присадкой и тяжелой фракцией	41
3.6 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей дизельного топлива с депрессорной присадкой и высокопарафинистой фракцией	42
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	44
4.1 Анализ влияния добавления утяжеляющих компонентов на эффективность действия депрессорной присадки в отношении предельной температуры фильтруемости	44
4.2 Анализ влияния добавления утяжеляющих компонентов на эффективность действия депрессорной присадки в отношении температуры застывания	47
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	50
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования	50
5.2 Анализ конкурентных технических решений	51
5.3 SWOT-анализ	52
5.4 Планирование работ по научно-техническому исследованию	56
5.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	56
5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ	57
5.4.3 Разработка графика проведения научного исследования	58
5.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	59
5.5.1 Расчет материальных затрат НТИ	60
5.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	60
5.5.3 Основная заработная плата исполнителя темы	62
5.5.4 Расчет дополнительной заработной платы	65
5.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды	66
5.5.6 Накладные расходы	67
5.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	68

5.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	69
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	72
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	73
6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	74
6.2 Производственная безопасность	75
6.2.1 Анализ потенциально вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	75
6.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	77
6.2.2.1 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	77
6.2.2.2 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	78
6.2.2.3 Повышенный уровень шума	79
6.2.2.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	80
6.2.2.5 Повышенный уровень общей вибрации	82
6.2.2.6 Пожаровзрывобезопасность	83
6.2.3 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	84
6.3 Экологическая безопасность	85
6.3.1. Воздействие на атмосферу	85
6.3.2. Воздействие на гидросферу	85
6.3.3. Воздействие на литосферу	86
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	86

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований, и ЧС, которые могут произойти на рабочем месте	86
6.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	87
ВЫВОДЫ	89
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	95
ПРИЛОЖЕНИЕ	101

ВВЕДЕНИЕ

Активное освоение Арктики и северных территорий Российской Федерации приводит к увеличению объемов производства и, соответственно, потребления дизельного топлива, способного работать при низких температурах. Наиболее целесообразным и экономически выгодным способом получения низкозастывающих топлив является применение депрессорных присадок.

Однако известно, что состав дизельного топлива влияет на эффективность действия депрессорных присадок. Особое внимание уделяется содержанию парафиновых углеводородов, входящих в состав дизельного топлива, поскольку именно с данными веществами взаимодействуют депрессорные присадки.

Механизм взаимодействия депрессоров и парафинов носит специфический характер, поэтому не всегда получается путем добавления только депрессорной присадки достичь необходимых низкотемпературных показателей дизельного топлива. Исследования, связанные с повышением эффективности действия депрессорных присадок для дизельного топлива являются релевантными.

Таким образом **целью работы** является исследование влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи**:

1. Определить и провести анализ состава и свойств образцов дизельного топлива, а также утяжеляющих компонентов (вакуумный газойль, тяжелая фракция, высокопарафинистая фракция);

2. Приготовить смеси образцов дизельного топлива с депрессорной присадкой, а также смеси образцов дизельного топлива с депрессорной присадкой и утяжеляющими компонентами в различной концентрации;

3. Определить и провести анализ низкотемпературных свойств полученных смесей. Оценить соответствие полученных смесей требованиям стандартов;

4. Выявить закономерности влияния концентрации добавляемых утяжеляющих компонентов на эффективность действия депрессорной присадки;

5. Сравнить эффект, оказываемый добавлением вакуумного газойля, тяжелой и высокопарафинистой фракций на низкотемпературные свойства смесей и эффективность действия депрессорной присадки.

Объектом исследования в данной работе являются образцы дизельного топлива, депрессорная присадка, утяжеляющие компоненты, а также их смеси.

Предметом исследования в данной работе являются низкотемпературные свойства смесей дизельного топлива, депрессорной присадки и утяжеляющих компонентов, а также эффективность действия депрессорной присадки.

Научная новизна работы:

1. Выявлены закономерности влияния концентрации добавляемых утяжеляющих компонентов на эффективность действия депрессорной присадки.

2. Установлено, что для повышения эффективности действия депрессорной присадки в отношении предельной температуры фильтруемости рекомендуется добавлять наиболее легкий утяжеляющий компонент (высокопарафинистую фракцию). Эффект будет тем больше, чем легче дизельное топливо.

3. Показано, что для повышения эффективности действия депрессорной присадки в отношении температуры застывания рекомендуется добавлять наиболее тяжелый утяжеляющий компонент (вакуумный газойль).

4. Выявлено, что чем легче утяжеляющий компонент, тем большая его концентрация позволит повысить эффективность действия депрессорной присадки в отношении температуры застывания.

Практическая значимость работы:

Установлено, что вовлечение утяжеляющих компонентов в состав дизельных топлив одновременно с депрессорной присадкой, позволяет в ряде случаев повысить эффективность действия присадки, а также получить товарные топлива, соответствующие требованиям стандартов.

Для получения летнего топлива в смесь дизельного топлива №1 с депрессором возможно вовлекать 10 % об. вакуумного газойля, 1-10 % об. тяжелой фракции, 1-5 % об. высокопарафинистой фракции; в смесь дизельного топлива №2 с депрессором возможно вовлекать 1-5 % об. вакуумного газойля или высокопарафинистой фракции, а также 5-10 % об. тяжелой фракции. Для получения межсезонного топлива в смесь дизельного топлива №1 с депрессором возможно вовлекать 10 % об. высокопарафинистой фракции; в смесь дизельного топлива №2 с депрессором возможно вовлекать 1-3 % об. тяжелой фракции.

Вовлечение тяжелых фракций для повышения эффективности действия депрессорных присадок позволит ресурсоэффективно использовать данные компоненты, а также повысить объемы производства дизельного топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами.

Апробация работы:

Основные положения работы были представлены на Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» имени выдающихся химиков

Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера, 2021-2022 гг.; на Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», 2020-2021 гг.; на Международной научно-практической конференции имени Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Магарила, г. Тюмень, 2021 г. По итогам работы подготовлено 6 публикаций.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Состав, свойства и марки дизельных топлив

Дизельное топливо (ДТ) – это жидкий нефтепродукт, полученный из керосиногазойлевой фракции путем прямой перегонки нефти с пределами выкипания от 180 до 360 °С.

В состав ДТ могут входить нафтеновые, ароматические, а также парафиновые углеводороды, которые при низких температурах способны к кристаллизации. Данный факт негативно сказывается на эксплуатационных свойствах ДТ и приводит к проблеме, связанной с использованием ДТ при отрицательных температурах. В связи с этим в зависимости от условий применения выделяют 4 марки ДТ, согласно [1]:

1. Летнее ДТ (марка Л) следует использовать при температуре окружающей среды не ниже -5 °С;
2. Межсезонное ДТ (марка Е) применяется при температуре окружающей среды не ниже -15 °С;
3. Зимнее ДТ (марка З) применяется при температуре окружающей среды не ниже -35 °С;
4. Арктическое ДТ (марка А) следует использовать при температуре окружающей среды не ниже -45 °С

Помимо этого, к основным физико-химическим и эксплуатационным характеристикам ДТ относят: цетановое число, содержание серы, вязкость, плотность, низкотемпературные характеристики, а также групповой углеводородный и фракционный составы.

Цетановое число

ДТ, попав в цилиндр двигателя, воспламеняется не сразу, а через определенное время. Данный промежуток времени носит название период задержки самовоспламенения. Чем он выше, тем ниже будет цетановое число (ЦЧ), а это свидетельствует о жесткой работе двигателя. Принято выделять 2 режима работы дизельного двигателя: мягкий и жесткий [2].

Для определения самовоспламеняемости анализируемый образец ДТ сравнивают с эталонным образцом. В качестве эталонных топлив используют смеси углеводородов: цетан ($C_{16}H_{34}$) и α -метилнафталин ($C_{10}H_8$) с малым и большим периодами задержки самовоспламенения соответственно.

ЦЧ ДТ есть процентное содержание цетана в его смеси с α -метилнафталином, которая по характеру сгорания равноценна ДТ, взятому для проведения анализа. При помощи эталонных топлив можно получать смеси с любыми ЦЧ от 0 до 100 [2].

ЦЧ товарных ДТ обычно варьируется в пределах 40-50 пунктов. Применение топлив с ЦЧ меньше 40 пунктов приводит к жесткой работе двигателя, а ЦЧ больше 50 пунктов – к увеличению удельного расхода топлива за счет уменьшения полноты сгорания. Летом можно успешно применять топлива с ЦЧ равным 40 пунктов, а зимой для обеспечения холодного пуска двигателя требуется ЦЧ не менее 45 пунктов [3].

Фракционный состав

Фракционный состав ДТ, наряду с ЦЧ, определяет его испаряемость. ДТ, содержащее в своем составе больше легких компонентов, усложняет процесс пуска дизеля. Это объясняется тем, что лёгкие фракции характеризуются низкой самовоспламеняемостью, нежели тяжелые фракции. Таким образом, пусковые свойства определяются температурой выкипания 50 и 95 % об. ДТ.

Чем ниже температурные показатели ДТ, тем легче фракционный состав анализируемого образца ДТ, тем быстрее оно испаряется в камере сгорания. Однако после прогрева двигателя до рабочей температуры использование ДТ с легким фракционным составом ведет к увеличению периода задержки самовоспламенения, что приведет к жесткому режиму работы двигателя [4].

Согласно требованиям стандарта [1], фракционный состав ДТ должен удовлетворять следующим требованиям (Таблица 1.1):

Таблица 1.1 – Фракционный состав ДТ [1]

Показатель	Значение для марки			
	Л	Е	З	А
50 % об. перегоняется при температуре, °С, не выше	280	280	280	255
95 % об. перегоняется при температуре, °С, не выше	360	360	360	360

Содержание серы

Наличие в ДТ серосодержащих соединений негативно сказывается на работе оборудования. Коррозия, которая происходит при использовании топлива с высоким содержанием серы приводит к незамедлительному износу двигателя, сокращая срок его службы. Кроме этого, данные вещества могут спровоцировать высокое нагарообразование [4].

Для предотвращения неблагоприятных последствий и повышения производительности работы двигателей, данный показатель контролируется стандартами [1, 6]. Исходя из информации, изложенной в документах, в ДТ допускается содержание серы не более 2000 мг/кг, содержание меркаптановой серы не более 0,01 % об. [1].

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к бензинам автомобильному и авиационному, дизельному и судовому топливам, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» включает нормы контроля содержания серы, представленные в Таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Классификация ДТ по экологическим классам в зависимости от содержания серы [6]

Показатель	Единица измерения	Нормы в отношении экологического класса			
		К2	К3	К4	К5
Массовая доля серы, не более	мг/кг	500	350	50	10

Вязкость и плотность

Важными показателями качества ДТ являются вязкость и плотность. Вязкостью называют свойство жидкости оказывать сопротивление при перемещении одного слоя жидкости относительно другого. В стандартах на ДТ регламентируется кинематическая вязкость [1].

Под плотностью понимают отношение веса нефтепродукта к объему.

Данные физико-химические свойства оказывают влияние на качество распыливания и смесеобразования топлива. Чем больше плотность ДТ, тем больше его вязкость, тем более крупные капли топлива получают при впрыске форсункой и тем больше дальнобойность струи.

При низких температурах вязкость ДТ увеличивается и как следствие ухудшается его прокачиваемость (Рисунок 1.1).

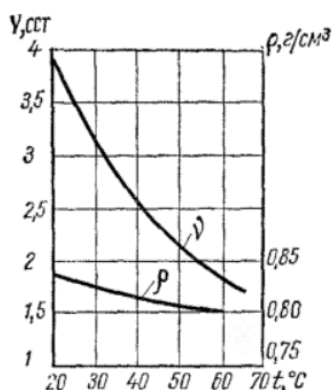


Рисунок 1.1 – Зависимость вязкости и плотности ДТ от температуры [5]

В зависимости от марки ДТ допускаются следующие показатели плотности и вязкости [1]:

1. Для летней и межсезонной марок ДТ плотность должна составлять не более 863,4 кг/м³ при температуре 15 °C, кинематическая вязкость должна находиться в пределах от 3 до 6 мм²/с при температуре 20 °C;
2. Для зимней марки ДТ плотность должна составлять не более 843,4 кг/м³ при температуре 15 °C, кинематическая вязкость должна находиться в пределах от 1,8 до 5,0 мм²/с при температуре 20 °C;

3. Для арктической марки ДТ плотность должна составлять не более 833,5 кг/м³ при температуре 15 °С, кинематическая вязкость должна находиться в пределах от 1,5 до 4,0 мм²/с при температуре 20 °С.

Низкотемпературные характеристики

Российская Федерация территориально находится там, где господствуют холодные климатические условия, поэтому для всех марок ДТ существуют требования к низкотемпературным свойствам, которые приведены в [6].

Основными показателями низкотемпературных свойств ДТ являются: температура помутнения (T_n), предельная температура фильтруемости (ПТФ) и температура застывания (T_z).

Температура помутнения (T_n) – значение температуры, при которой чистое прозрачное ДТ в ходе процесса охлаждения становится мутным. Это происходит в результате начала образования кристаллов n-парафинов.

Предельная температура фильтруемости (ПТФ) – минимальная температура, допускающая процесс фильтрации ДТ при постепенном охлаждении.

Температура застывания (T_z) – температура, при которой анализируемый образец ДТ теряет свойство текучести при наклоне колбы под углом в 45°.

В настоящее время актуальной является проблема увеличения объемов производства и усовершенствования качества ДТ в части их низкотемпературных свойств. Это связано с популяризацией темы освоения арктических территорий, где для исправной и эффективной работы оборудования требуется качественное низкозастывающее ДТ.

1.2 Депрессорные присадки для дизельного топлива и механизм их действия

Как было сказано ранее, для эффективной работы на ДТ в условиях низких температур требуется улучшение его низкотемпературных свойств. Осуществить это можно при помощи добавления в состав ДТ депрессорных присадок.

Депрессорные присадки – это вещества, при добавлении которых происходит улучшение низкотемпературных свойств нефтепродукта.

При постепенном понижении температуры ДТ начинает становится мутным из-за начала процесса кристаллизации нормальных парафинов. Данное явление затрудняет прокачивание топлива через фильтр. Однако если добавить в ДТ депрессорную присадку, то она начнет адорбироваться на зародившихся кристаллах н-парафинов и тем самым будет препятствовать их дальнейшему росту, улучшая низкотемпературные свойства ДТ [7].

Согласно [8], существуют и другие способы повышения качества низкозастывающих ДТ, например:

- снижение конца кипения фракции на 40-60 °С, т.е. удаление из нее высокоплавких парафиновых углеводородов;
- использование процессов карбамидной, цеолитной и микробиологической депарафинизации, т.е. снижение общего содержания парафиновых углеводородов;
- применение процессов гидрокрекинга, гидроизомеризации, каталитической депарафинизации, позволяющих превращать парафиновые углеводороды в углеводороды других классов.

Несмотря на это, использование депрессорных присадок является наиболее действенным и экономически выгодным способом получения низкозастывающих ДТ. Об этом свидетельствует работа [9], в которой было проведено сравнение двух методов улучшения низкотемпературных

показателей ДТ: добавление в состав ДТ депрессорных присадок и использование процесса гидродепарафинизации сырья. Результаты добавления в ДТ депрессорных присадок, а именно Keroflux 6100 и Difron 315, в различных концентрациях показали улучшение низкотемпературных свойств ДТ. Данный факт позволил авторам представить в конечном итоге технологическую схему приготовления товарного ДТ с улучшенными низкотемпературными свойствами. Процесс гидродепарафинизации был определен, как менее эффективный относительно добавления депрессорных присадок в ДТ. Это объясняется тем, на территории России находится лишь несколько НПЗ, которые имеют установку гидродепарафинизации, транспортировка ДТ в эти места носит затруднительный и малоэкономичный характер.

Исследованиями, нацеленными на улучшение низкотемпературных свойств ДТ при помощи добавления депрессорных присадок, занимаются не только на территории России, но и за ее пределами. Например, авторы научной статьи [10] из Узбекистана проводили анализ влияния депрессорных присадок на T_z ДТ с целью получения зимней марки ДТ. В качестве депрессорной присадки использовалось высокомолекулярное соединение, полученное на основе отходов химических производств. Результаты исследования показали, что все образцы используемых присадок можно применять для снижения T_z летней марки ДТ. Кроме этого, было отмечено, что при повышении температуры растворимость депрессорных присадок увеличивается.

Авторы [11] подтверждают, что использование депрессорных присадок в составе ДТ является и будет оставаться перспективным способом улучшения низкотемпературных характеристик ДТ. В данной работе был проведен анализ основных композиций, которые добавляют в ДТ в качестве депрессорных присадок. Наиболее популярными являются полиэфирные присадки, но особое внимание в настоящее время уделяется

полиолефиновым присадкам и сополимерам этилена с винилацетатом. Для производства полиолефиновых присадок необходим синтетический каучук отечественного производства, а большой интерес к этилену с винилацетатом можно объяснить широким варьированием физико-химических свойств при синтезе и эксплуатационных характеристик при добавлении в ДТ.

1.3 Влияние состава дизельного топлива на эффективность действия депрессорных присадок

Существенное влияние на эффективность действия депрессорных присадок оказывает химический состав ДТ. Как известно, топливо не имеет единого химического состава. Принято считать, что основную часть ДТ составляют нафтеновые, парафиновые и ароматические углеводороды. Больше всего на низкотемпературные характеристики влияет содержание именно *n*-парафиновых углеводородов, их молекулярно-массовое распределение, а также состав углеводородной среды.

В работе [12] был проведен анализ влияния фракционного состава ДТ на механизм действия депрессорной присадки. Наиболее высокие температуры плавления имеют парафиновые углеводороды с длинной неразветвлённой цепью углеводородных атомов. Ароматические и нафтеновые углеводороды плавятся при низких температурах, однако эти же углеводороды, но с длинной неразветвленной боковой цепью, плавятся при более высоких температурах [12].

Для проведения анализа в работе использовалось 4 образца ДТ с различным фракционным составом и депрессорная присадка (Keroflux 6100). Согласно полученным результатам, образцы с более тяжелым фракционным составом имели показатели $T_{п}$ и $T_{з}$ несколько хуже, а концентрации депрессорной присадки, необходимые для улучшения их низкотемпературных свойств, понадобились большие, чем для образцов с

более легким фракционным составом. Авторы это объясняют тем, что н-парафины, входящие в состав ДТ, кристаллизуются в первую очередь и взаимодействуют с присадкой.

Также авторы предполагают, что образцы ДТ с высокими низкотемпературными свойствами содержат в своем составе больше парафиновых углеводородов, и напротив, меньше нафтеновых и ароматических углеводородов.

Кроме этого, исследование на подобную тему было проведено авторами работы [13]. В качестве образцов послужили 3 марки ДТ от разных производителей и 2 вида депрессорной присадки.

В результате исследования было установлено, что эффективность присадки зависит от компонентного состава ДТ и предположительно от молекулярной структуры полимера. Высокоплавкие парафины ухудшают растворимость макромолекул полимера, также имеющих парафиновую природу, и как бы «вытесняют» их из раствора. В особенности это проявляется вблизи показателя температуры начала кристаллизации парафинов [13].

Работа [14] была направлена на исследование влияния углеводородного состава ДТ на эффективность действия депрессорной присадки. Для анализа были выбраны 3 образца ДТ, значительно отличающиеся по своему групповому углеводородному составу и депрессорная присадка, которую добавляли в ДТ в различных концентрациях. Полученные в ходе экспериментальной части данные дают авторам научной статьи основание полагать, что действие депрессоров проявляется лучше всего при оптимальном содержании н-парафинов в составе, поскольку превышение содержания парафиновых углеводородов ухудшает низкотемпературные свойства ДТ из-за высоких показателей T_3 н-парафинов.

1.4 Влияние тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок

Как было сказано ранее, состав топлива играет важную роль и влияет на эффективность действия депрессорных присадок. В качестве дополнительных источников н-парафинов могут выступать тяжелые компоненты. Например, в работе [15] было исследовано, каким образом вовлечение тяжелой дизельной фракции в состав ДТ с депрессорной присадкой в различных концентрациях влияет на изменение физико-химических свойств ДТ. Исходя из полученных результатов, был сделан вывод, что присадка оказывает различное действие на низкотемпературные свойства смеси. Для более эффективного действия присадки и подбора ее концентрации необходимо учитывать содержание тяжелой дизельной фракции в товарном топливе.

В качестве примера можно также рассмотреть работы [16, 17] в которых авторы установили, что утяжеление состава ДТ положительно сказывается на эффективности действия депрессорных присадок. Авторами было установлено, что для улучшения T_z ДТ одновременно с депрессорной присадкой целесообразно вовлекать небольшие количества тяжёлой ДФ; вовлечение средней и лёгкой ДФ нецелесообразно, а вовлечение лёгкой ДФ приводит к существенному ухудшению ПТФ ДТ.

Таким образом, на данный момент тема утяжеления состава ДТ и реакции на это депрессорной присадки является актуальной. Исследования в данной области набирают популярность, однако отсутствуют результаты исследований, рассматривающих эффект добавления в образцы ДТ с депрессором вакуумного газойля, тяжелой дизельной фракции, высокопарафинистых дизельных фракций.

2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объект исследования

В качестве объекта исследования в работе использованы 2 образца прямогонного ДТ, полученные с различных месторождений Западной Сибири. Для обозначения образцов ДТ введена маркировка – ДТ₁ и ДТ₂.

Кроме того, для проведения исследования была использована депрессорная присадка марки Filipp в концентрации 0,26 мл на 100 мл ДТ, согласно рекомендациям производителя. В состав данной депрессорной присадки входят дистилляты нефти и полимерное действующее вещество [18]. Для депрессорной присадки была принята маркировка – ДП.

В качестве утяжеляющего компонента (УК) были использованы вакуумный газойль, тяжелая фракция и высокопарафинистая фракция. Для обозначения УК введена маркировка – ВГ, ТФ, ВФ, соответственно. В Таблице 2.1 представлена маркировка всех компонентов, используемых в работе для приготовления образцов для анализа.

Таблица 2.1 – Маркировка исходных компонентов

Наименование	Обозначение
Дизельное топливо (ДТ)	
1 вид	ДТ ₁
2 вид	ДТ ₂
Депрессорная присадка (ДП)	ДП
Утяжеляющий компонент (УК)	
Вакуумный газойль	ВГ
Тяжелая фракция	ТФ
Высокопарафинистая фракция	ВФ

Далее из перечисленных компонентов были приготовлены следующие смеси:

- дизельное топливо/депрессорная присадка;
- дизельное топливо/утяжеляющий компонент;

- дизельное топливо/депрессорная присадка/утяжеляющий компонент.

Маркировка и концентрации компонентов в смесях представлены в Таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Маркировка и концентрации веществ, использованных для приготовления смесей

Маркировка	Концентрация вещества, мл		
	ДТ	ДП	УК
Дизельное топливо/депрессорная присадка			
ДТ ₁ + ДП	50	0,13	–
ДТ ₂ + ДП	50	0,13	–
Дизельное топливо/утяжеляющий компонент			
Вакуумный газойль			
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 1 % ВГ	49,5	–	0,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 3 % ВГ	48,5	–	1,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 5 % ВГ	47,5	–	2,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 10 % ВГ	45,0	–	5,0
Тяжелая фракция			
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 1 % ТФ	49,5	–	0,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 3 % ТФ	48,5	–	1,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 5 % ТФ	47,5	–	2,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 10 % ТФ	45,0	–	5,0
Высокопарафинистая фракция			
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 1 % ВФ	49,5	–	0,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 3 % ВФ	48,5	–	1,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 5 % ВФ	47,5	–	2,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + 10 % ВФ	45,0	–	5,0
Дизельное топливо/депрессорная присадка/утяжеляющий компонент			
Вакуумный газойль			
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 1 % ВГ	49,5	0,13	0,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 3 % ВГ	48,5	0,13	1,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 5 % ВГ	47,5	0,13	2,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 10 % ВГ	45,0	0,13	5,0
Тяжелая фракция			
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 1 % ТФ	49,5	0,13	0,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 3 % ТФ	48,5	0,13	1,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 5 % ТФ	47,5	0,13	2,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 10 % ТФ	45,0	0,13	5,0
Высокопарафинистая фракция			
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 1 % ВФ	49,5	0,13	0,5

ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 3 % ВФ	48,5	0,13	1,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 5 % ВФ	47,5	0,13	2,5
ДТ ₁ / ДТ ₂ + ДП + 10 % ВФ	45,0	0,13	5,0

2.2 Методики определения физико-химических свойств, эксплуатационных характеристик и состава исследуемых образцов

2.2.1 Методика определения цетанового индекса

Расчет ЦИ в работе был произведен по методике, представленной в стандарте [19].

Для определения ЦИ необходимо определить температуры кипения 10, 50, 90 % об. исследуемой фракции и плотность при 15 °С.

После проведения необходимых измерений ЦИ рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ЦИ} = 45,2 + 0,0892 \cdot T_{10N} + (0,131 + 0,901 \cdot B) \cdot T_{50N} + (0,0523 - 0,42 \cdot B) \cdot T_{90N} + [0,00049 \cdot (T_{10N}^2 - T_{90N}^2)] \cdot 107B + 60B^2; \text{ а}$$

$$T_{10N} = T_{10} - 215;$$

$$T_{50N} = T_{50} - 260;$$

$$T_{90N} = T_{90} - 310;$$

$$B = e^{-0,0035 \cdot D_N} - 1; D_N = D - 850$$

где ЦИ – цетановый индекс, пункты; T_{10} , T_{50} , T_{90} – температура кипения 10, 50, 90 % об. фракции, °С; D – плотность топлива при 15 °С, кг/м³

2.2.2 Методика определения фракционного состава

Определение фракционного состава проводилось по методике, представленной в стандарте [20] с использованием аппарата АРНС-Э (Рисунок 2.1), предназначенного для разгонки различных видов топлива, в том числе ДТ.



Рисунок 2.1 – Аппарат АРНС-Э для разгонки нефтепродуктов [21]

Исследуемый образец топлива в объеме 100 мл помещается в колбу Энглера и подвергается постепенному нагреванию при условиях, соответствующих природе продукта. Сила нагрева должна быть такой, чтобы скорость перегонки от 10 % об. отгона до получения 95 % об. отгона в мерный цилиндр была постоянной и соответствовала приблизительно 1 капле в секунду. В ходе проведения постоянных наблюдений за показаниями термометра и объема конденсата, фиксируются температуры кипения 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 95 % об. топлива.

2.2.3 Методика определения содержания серы

Определение содержания серы в топливе проводилось по методике, представленной в [22], используя анализатор Спектроскан S (Рисунок 2.2).

Сущность методики заключается в том, что испытуемый образец топлива помещается в пучок лучей, испускаемых источником рентгеновского излучения. Далее проводится измерение характеристики энергии возбуждения от рентгеновского излучения и сравнение полученного сигнала счетчика импульсов с сигналами счетчиков, полученных при испытании с калибровочными образцами.



Рисунок 2.2 – Аппарат для определения содержания серы Спектроскан S [23]

2.2.4 Методика определения вязкости и плотности

Для определения кинематической и динамической вязкостей при температуре 20 °С и плотности образца топлива при температуре 15 °С был использованы методики, представленные в документах [24, 25]:

Работа по определению данных показателей исследуемого образца проводилась на вискозиметре Штабингера (Рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Вискозиметр Штабингера [26]

Суть метода определения вязкости образца топлива заключается в измерении скорости вращения измерительного ротора, который находится в цилиндре, заполненном исследуемым образцом. Показатель

динамической вязкости определяется путем определения значения разности скоростей вращения внутреннего и внешнего роторов [24].

Сущность метода измерения плотности образца топлива заключается в измерении резонансной частоты механических колебаний чувствительного элемента (U-образной трубки), в которую помещается исследуемый образец [25].

2.3 Методики определения низкотемпературных свойств

2.3.1 Методика определения температура помутнения и застывания

Определение T_n и T_z исследуемых образцов проводилось согласно методикам, представленным в [27, 28] с использованием жидкостного низкотемпературного термостата КРИО-ВТ-05-01 (Рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Жидкостный низкотемпературный термостат КРИО-ВТ-05-01 [29]

Сущность методов заключается в предварительном нагревании испытуемого нефтепродукта с последующим охлаждением его с заданной скоростью до температуры, при которой образец становится мутным. Указанную температуру принимают за T_n . Дальнейшее охлаждение образца топлива до температуры, при которой нефтепродукт теряет свою подвижность при наклоне пробирки в 45° называют T_z .

2.3.2 Методика определения предельной температуры фильтруемости

Подробное описание процесса определения ПТФ представлено в [30].



Рисунок 2.5 – Установка для определения ПТФ нефтепродукта [31]

Суть метода основывается на прохождении топлива через фильтр при постепенном охлаждении до тех пор, пока нефтепродукт будет способен на данный процесс, либо время наполнения камеры пипетки не станет превышать одну минуту. В противном случае процесс определения прекращается, а полученный результат фиксируется, как ПТФ.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Разработка НИ производится студентом и научным руководителем.

Данная выпускная квалификационная работа заключается в исследовании влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является обоснование энергоэффективности, определение срока окупаемости предложенного решения, определение уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НИ;
2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования;
4. Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продуктом, получаемым в ходе научно-исследовательской работы, является дизельное топливо, обладающее улучшенными низкотемпературными свойствами. К потенциальным потребителям могут относиться химические и нефтехимические компании, нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ).

Примером предприятия потребителя является АО «Антипинский нефтеперерабатывающий завод», г. Тюмень.

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.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в Таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Е	Б _И	Б _В	К _Е	К _И	К _В
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Простота проведения	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
2. Стоимость услуги	0,2	3	2	5	0,6	0,4	1,0
3. Энергосбережение	0,2	4	3	4	0,8	0,6	0,8
4. Универсальность метода	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
5. Безопасность метода	0,2	4	4	5	0,8	0,8	1,0
Экономические критерии оценки эффективности							
6. Цена	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
7. Конкурентоспособность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
Итого	1	27	24	31	3,8	3,3	4,5

Где Б_Е – улучшение низкотемпературных свойств путем каталитической депарафинизации;

Б_И – улучшение низкотемпературных свойств путем каталитической изомеризации;

Б_В – улучшение низкотемпературных свойств путем добавления депрессорной присадки.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность вида;

B_i – вес критерия (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

По данным оценочной карты можно увидеть, что для повышения конкурентоспособности с минимальными издержками более эффективно использовать способ добавления депрессорных присадок для улучшения низкотемпературных свойств ДТ.

5.3 SWOT-анализ

Для оценки факторов и явлений, способствующих или препятствующих продвижению данного метода улучшения низкотемпературных свойств ДТ на рынок, произведем в данном разделе SWOT – анализ НИ.

Сильные стороны – это факторы, которые положительно сказываются на развитии проекта. Сюда включают то, что превращает функционирование в успешную и конкурентную работу.

Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта: тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

На первом этапе SWOT анализа в Таблице 5.2 описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НИ.

Таблица 5.2 – Матрица SWOT анализа

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Данный метод все больше и больше изучается, дорабатывается; С2. Использование депрессорных присадок несет в себе экономичность, ресурсоэффективность, экологичность; С3. Актуальность и высокая технологичность метода; С4. Наличие опытного руководителя. С5. Возможность корректировки соотношения компонентов смесового ДТ и параметров процесса.	В1. Нетрудоемкая адаптация научного исследования под иностранные языки; В2. Большой потенциал применения метода в России; В3. Публикации о проекте в тематических журналах.
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с данным методом и кадров, способных внедрить его; Сл2. Отсутствие оборудования, необходимого для получения продукта и определения его свойств; Сл3. Погрешности при проведении исследований.	У1. Отсутствие спроса на данный метод; У2. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции; У3. Нехватка финансирования.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно

использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. 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 «-». Интерактивная матрица проекта представлена в Таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

	Сильные стороны						Слабые стороны		
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	0	+	0	-	-	0	0
	B2	+	+	+	0	+	+	+	-
	B3	+	+	+	+	0	-	0	+

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

	Сильные стороны					Слабые стороны			
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	+	0	-	+	+	-
	У2	+	+	+	-	+	-	-	-
	У3	0	+	-	0	0	0	+	-

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей или слабых сторон и возможностей:

- B1B2B3C1C3; B2B3C2; B3C4; B2C5;
- B2Сл1Сл2; B3Сл3;
- У1Сл1; У2У3С2; У1У2С3; У2С5;
- У1Сл1; У1У3Сл2.

Самой большой угрозой для проекта является отсутствие спроса на данный метод, связанной с научной новизной исследования.

Что касается слабых сторон, то для данного метода требуется привлечение опытных и квалифицированных специалистов в данной области.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в Таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны НИ: С1. Данный метод все больше и больше изучается, дорабатывается; С2. Использование депрессорных присадок несет в себе экономичность, ресурсоэффективность, экологичность для УПН; С3. Актуальность и высокая технологичность метода; С4. Наличие опытного руководителя; С5. Возможность корректировки соотношения компонентов смесового ДТ и параметров процесса.	Слабые стороны НИ: Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с данным методом и кадров, способных внедрить его; Сл2. Отсутствие оборудования, необходимого для получения продукта и определения его свойств; Сл3. Погрешности при проведении исследований.
Возможности: В1. Нетрудоемкая адаптация научного исследования под иностранные языки; В2. Большой потенциал применения метода в России; В3. Публикации о проекте в тематических журналах.	Большой потенциал применения программы добавления депрессорной присадки в России способствует развитию и доработке данного метода.	1. Разработка научного исследования; 2. Помощь специалистов ТПУ в проведении исследований; 3. Использование оборудования ТПУ в проведении исследований; 4. Повышение квалификации кадров.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данный метод; У2. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции; У3. Нехватка финансирования.	1. Сертификация продукции; 2. Изучение законодательной базы; 3. Продвижение программы с целью создания спроса на рынке.	1. Необходимо привлечение заказчиков; 2. Отсутствие спроса на разработки вызвано недостаточным финансированием исследований со стороны государства.

5.4 Планирование работ по научно-техническому исследованию

5.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Таблица 5.6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Киргина М.В., доцент ОХИ ИШПР, к.т.н.
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Ефанова А.О., бакалавр ОХИ ИШПР
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Ефанова А.О., бакалавр ОХИ ИШПР
	4	Календарное планирование работ	Киргина М.В., доцент ОХИ ИШПР, к.т.н., Ефанова А.О., бакалавр ОХИ ИШПР
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение экспериментальной части	Богданов И.А., аспирант ОХИ ИШПР, к.т.н., Ефанова А.О., бакалавр ОХИ ИШПР
	6	Разработка методики	Ефанова А.О., бакалавр ОХИ ИШПР
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Ефанова А.О., бакалавр ОХИ ИШПР
Оформление отчета по НИР	8	Составление пояснительной записки	Ефанова А.О., бакалавр ОХИ ИШПР

В ходе реализации научного проекта, помимо бакалавра, задействован также научный руководитель и аспирант проекта, которые отвечают за реализацию проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координирует деятельность бакалавра. Перечень этапов и работ,

распределение исполнителей по данным видам работ приведен в Таблице 5.6.

5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

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

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (5.3)$$

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

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

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

5.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

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

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

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 следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (5.5)$$

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.

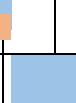
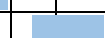
Расчет коэффициента календарности:

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

Составлен план научного исследования, в котором разработан календарный план выполнения работ. Для построения таблицы временных показателей проведения НИ был рассчитан коэффициент календарности. С помощью показателей в Таблице А.1 (Приложение) был разработан календарный план-график проведения НИ по теме. Для иллюстрации

календарного плана была использована диаграмма Ганта, указывающая на целесообразность проведения данного исследования.

Таблица 5.7 – Календарный план-график проведения научного исследования

№ ра- бот	Вид работ	Испол- нители	Т _{к_и} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль		март			апрель			май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Выбор темы ВКР	Ст, НР	1												
2	Составление и утверждение плана работ	НР	2												
3	Подбор и изучение материалов по теме	Ст	4												
4	Выбор направления исследования	Ст, НР	1												
5	Календарное планирование работ	Ст, НР	1												
6	Подбор и изучение материалов по теме	Ст	15												
7	Проведение экспериментальной части работы	Ст, НР	8												
8	Разработка методики	Ст	9												
9	Оценка эффективности полученных результатов	Ст	7												
10	Написание раздела «Финансовый менеджмент»	Ст	7												
11	Написание раздела «Социальная ответственность»	Ст	2												
12	Оформление ВКР	Ст	8												

 – научный руководитель;  – студент;  – аспирант

5.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

1. Материальные затраты.
2. Затраты на спец. оборудование
3. Основная и дополнительная ЗП.
4. Социальные отчисления.
4. Прямые затраты.
5. Накладные расходы.

5.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

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

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.); $Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Общие материальные затраты составили 13471 руб.

5.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Расчет затрат по данной статье представлен в Таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (ЗМ), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3
Дизельное топливо	л	2	3	3	70	140	210	210
Депрессорная присадка	шт	1	1	1	150	150	150	150
Вакуумный газойль	л	0,5	1	1	50	25	50	50
Тяжелая дизельная фракция	л	0,5	1	1	60	30	60	60
Высокопарафинистая дизельная фракция	л	0,5	1	1	50	25	50	50
Спирт этиловый	л	2	5	3	350	700	1750	1050
Термометр	шт	2	3	2	1500	3000	4500	3000
Пипетки, градуированные на 1 см ³	шт	5	6	5	50	250	300	250
Цилиндры мерные на 100 см ³	шт	2	3	3	250	500	750	750
Пробирка с двойными стенками	шт	2	3	2	2500	5000	7500	5000
Бутылки для топливных смесей	шт	26	30	28	10	260	300	280
Ручка	шт	-	1	2	40	-	40	80
Тетрадь для записей	шт	-	1	1	150	-	150	150
Электроэнергия	кВт*ч	380	420	397	4,3	1634	1806	1707
Всего за материалы, руб.						11714	17616	12787
Транспортно-заготовительные расходы (15 %)						1757	2642,4	1918
Итого, руб.						13471	20258,4	14705

Таблица 5.9 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., тыс. руб.	Затраты на материалы, (ЗМ), тыс. руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Термостат жидкостный низкотемпературный КРИО-ВТ-05-01	шт.	1	1	1	446	446	446	446
Аппарат для определения ПТФ	шт.	1	1	1	213	213	213	213
Программное обеспечение (Microsoft Office 2021 Pro)	Шт.	1	1	1	6	6	6	6
Ноутбук Honor Magic	шт.	1	-	-	72	72	-	-
Системный блок Dell Vostro	шт.	-	1	1	30	-	30	30
Монитор ASUS VZ249H	шт.	-	1	1	15	-	15	15
Компьютерная мышь Lenovo 500 Silver	шт.	1	1	1	1	1	1	1
Клавиатура Defender Oscar SM-660L	шт.	-	1	1	2	-	2	2
Итого:						738	713	713

5.5.3 Основная заработная плата исполнителя темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приводится в Таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящая ся на один чел-дн.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Выбор темы ВКР	Ст, НР	1	1	1	4			4	4	4
2.	Составление и утверждение плана работ	НР, А	1	1	2	2			2	2	4
3.	Подбор и изучение материалов по теме	Ст	2	2	3	2			4	4	6
4.	Выбор направления исследования	Ст, НР	2	2	2	4			8	8	8
5.	Календарное планирование работ	Ст, НР, А	2	3	3	4			8	12	12
6.	Подбор и изучение материалов по теме	Ст, А	13	12	18	2			25	24	36
7.	Проведение эксперименталь ной части работы	Ст, НР, А	13	14	15	4			52	56	60
8.	Разработка методики	Ст	10	10	8	2			20	20	16
9.	Оценка эффективности полученных результатов	Ст	4	4	5	2			8	8	10
10.	Написание раздела «Финансовый менеджмент»	Ст	5	7	6	2			10	14	12
11	Написание раздела «Социальная ответственност ь»	Ст	3	1	2	2			6	2	4
12	Оформление ВКР	Ст	5	6	7	2			10	12	14
Итого									157	166	186

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии,

доплаты) и дополнительную заработную плату и рассчитывается по формуле:

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

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

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

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_p \quad (5.8)$$

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

$Т_p$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (5.9)$$

где $З_m$ – 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_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 5.11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент	Аспирант
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней: – выходные дни – праздничные дни	118	118	118
Потери рабочего времени – отпуск – невыходы по болезни	48 0	72 0	72 0
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	175	175

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

(5.10)

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата Z_{tc} находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $Tc_1 = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_T 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	k_T	Z_{tc} , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	Старший преподаватель	1,866	30000	0,3	0,4	1,3	66300	3731,45	21	78360,45
Студент	Инженер	1,407	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1872	56	104832,00
Аспирант	Инженер-исследователь	1,407	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1872	44	82368,00
Итого										265569,75

5.5.4 Расчет дополнительной заработной платы

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:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} ,$$

(5.11)

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

Таблица 5.13 – Расчет заработной платы

Исполнитель	$З_{\text{осн}}$, руб	$З_{\text{доп}}$, руб	$З_{\text{зп}}$, руб
Руководитель	78360,45	11754,07	90114,52
Студент	104832,00	15724,8	120556,8
Аспирант	82368,00	12355,2	94723,2
Итого, руб.			305394,2

5.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды

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 формулы:

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

(5.12)

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в Таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	78360,45	79367,6	82613,87	11754,07	11905,14	12392,08
Студент	104832	111257	123653	15724,8	16688,55	18488,55
Аспирант	82368	88346	90221	12355,2	13251,9	13533,2
$k_{внеб}$	0,30					
Итого						
Исполнение 1	91618,4					
Исполнение 2	92673,4					
Исполнение 3	102370,5					

5.5.6 Накладные расходы

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

$$Z_{накл} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{нр} \quad (5.13)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы для исполнения 1 составили:

$$\begin{aligned} Z_{накл} &= (13471 + 738000 + 157000 + 39834,07 + 91618,4) \cdot 0,16 \\ &= 166387,74 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Накладные расходы для исполнения 2 составили:

$$\begin{aligned} Z_{накл} &= (20258,4 + 713000 + 166000 + 41845,6 + 92673,4) \cdot 0,16 \\ &= 165404,38 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Накладные расходы для исполнения 3 составили:

$$\begin{aligned} Z_{накл} &= (14705 + 713000 + 186000 + 44413,83 + 102370,5) \cdot 0,16 \\ &= 169678,30 \text{ руб.} \end{aligned}$$

5.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в Таблице 5.15.

Таблица 5.15 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	13471	20258,4	14705	Пункт 5.5.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	738000	713000	713000	Пункт 5.5.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	157000	166000	186000	Пункт 5.5.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	39834,07	41845,6	44413,83	Пункт 5.5.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	91618,4	92673,4	102370,5	Пункт 5.5.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	-	-	-	Отсутствуют
7. Контрагентские расходы	-	-	-	Отсутствуют
8. Накладные расходы	166387,74	165404,38	169678,30	Пункт 5.5.6
9. Бюджет затрат НТИ	1206311,21	1199181,78	1230167,67	

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.

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{1206311,21}{1230167,67} = 0,98;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{1199181,78}{1230167,67} = 0,97;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}} = \frac{1230167,67}{1230167,67} = 1$$

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

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

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 – балльная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 5.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	3	3
3. Помехоустойчивость	0,1	4	5	3
4. Энергосбережение	0,2	5	3	4
5. Надежность	0,2	5	4	3
6. Материалоемкость	0,2	4	3	4
Итого	1	4,7	3,4	3,5

$$I_{p-исп1} = 4,7;$$

$$I_{p-исп2} = 3,4;$$

$$I_{p-исп3} = 3,5.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}^{исп1}} = \frac{4,7}{0,98} = 4,80$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}^{исп2}} = \frac{3,4}{0,97} = 3,505;$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{фин.р}^{исп3}} = \frac{3,5}{1} = 3,5.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную

эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп2}}}{I_{\text{исп1}}} \quad (5.16)$$

Таблица 5.17 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	0,96	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,4	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,80	3,505	3,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,730	0,729

Сравнив значения интегральных показателей эффективности, можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективностей.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Для эффективной работы на дизельном топливе в условиях низких температур требуется улучшить его низкотемпературные свойства. Использование депрессорных присадок является наиболее действенным и экономически выгодным способом решения данной проблемы. Для более эффективного действия присадки и подбора ее концентрации необходимо учитывать содержание тяжелой дизельной фракции в товарном топливе.

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 судна должной мобильностью, а использование реактивного топлива считается крайне невыгодным.

Область применения данного исследования с глобальной стороны затрагивает северные районы Российской Федерации, нуждающиеся в получении ДТ с улучшенными низкотемпературными свойствами.

Объектом исследования являются дизельное топливо, депрессорная присадка, утяжеляющий компонент (вакуумный газойль, тяжелая дизельная фракция, высокопарафинистая дизельная фракция), смеси из указанных веществ в различном соотношении и концентрациях утяжеляющего компонента (1, 3, 5, 10 % об.).

Сущность данной работы – исследование влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива

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 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 исследования влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива являются химические лаборатории под номерами 129 и 134, находящиеся во 2 корпусе в отделении химической инженерии Томского политехнического университета. Лаборатория оборудована вентиляцией, водоснабжением и канализацией. Полы выполнены из жаростойкой и гидрофобной керамогранитной плитки. Лабораторный столы имеют гладкие поверхности из материалов, не сорбирующих вредные вещества, и легко поддаются очистке.

Места, предназначенные для работы с вредными и легколетучими веществами, оборудованы вытяжными шкафами, обеспечивающими изоляцию работающих от опасной среды. Помещения хорошо освещены как дневным, так и искусственным светом.

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 [35].

6.2 Производственная безопасность

6.2.1 Анализ потенциально вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

При работе в лаборатории используется вредные вещества, ПДК в воздухе рабочей зоны, класс опасности и влияние на организм человека этих веществ указаны в Таблице 6.2 [36-42].

Таблица 6.1 – Потенциально опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.пПроизводственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм человека (Таблица 6.2)		+	+	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
2.иПроизводственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
3.иОтсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	+	+	+	СП52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
4. Повышенный уровень шума		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
5.иПроизводственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий		+	+	ГОСТ Р 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

6. Повышенный уровень общей вибрации		+	+	ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.
7. Пожаро-ми взрывоопасность		+	+	ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность»

Таблица 6.2 – Вредные вещества и их характеристика

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Воздействие на организм
Дизельное топливо, включая тяжелые фракции	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.

Поэтому при работе в химической лаборатории необходимо соблюдать следующие требования по технике безопасности [36]:

1. Перед началом работы необходимо осмотреть и привести в порядок рабочее место.
2. Запрещено работать в химической лаборатории без контроля преподавателя или других сотрудников.
3. Необходимо знать, где находятся средства индивидуальной защиты, аптечка, а также средства тушения пожара.
4. Работа в лаборатории осуществляется только с использованием средств индивидуальной защиты.

5. Нельзя пробовать химические вещества на вкус. Нюхать вещества необходимо осторожно, направляя к себе пары или газы легким движением руки.

6. Все сосуды, используемые для хранения химических веществ, должны иметь этикетки с соответствующими названиями.

7. Работу с ядовитыми и едкими веществами, а также с органическими растворителями необходимо проводить только в вытяжном шкафу.

8. Запрещено сливать в раковину остатки кислот и щелочей, огнеопасных и взрывоопасных, а также сильно пахнущих химических веществ. Слив данных веществ осуществляется в вытяжном шкафу в специальные сосуды с плотно притертыми крышками и соответствующими этикетками.

9. По окончании работы необходимо отключить воду, вытяжные шкафы и электроприборы.

При работе в лаборатории используются следующие средства индивидуальной защиты:

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

6.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

6.2.2.1 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего

Показателями, характеризующими микроклимат, являются температуровоздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха, а также интенсивность теплового облучения.

Метеорологические условия производственной среды регламентируются [37].

Микроклимат в лаборатории поддерживается:

- в холодный период 16-22 °С;
- в теплый период 18-25 °С.

Влажность воздуха не должна превышать 40 – 60 %, скорость движения воздуха 0,2 м/с.

Создание необходимого микроклимата в химической лаборатории и предотвращение различного рода переохлаждений и перегреваний организма осуществляются при помощи проведения различных защитных мероприятий. К таким мероприятиям относятся системы местного кондиционирования воздуха и отопления, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы и т. д.

В летний период проветривание помещений осуществляется с использованием вентиляторов. В зимнее время обогрев помещений производят центральным отоплением. Условия труда по метеорологическому фактору соответствуют допустимым.

6.2.2.2 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Важное значение для создания благоприятных условий труда имеет рациональное освещение. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет проведение работ, ведет к снижению производительности труда и может явиться причиной несчастных случаев. Искусственное освещение помогает избежать многих недостатков, характерных для естественного освещения, и обеспечить оптимальный световой режим. В лаборатории, где проводилось исследование, используется совмещенная система освещения, то есть общее искусственное и местное освещение.

За счёт рационального освещения помещений и рабочих мест обеспечивается снижение утомляемости работающих и повышается производительность труда. Нормы естественного освещения сводятся к нормированию коэффициента естественного освещения, и определяется санитарными нормами и правилами [38].

Коэффициента естественного освещения для химических лабораторий, согласно [39], 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 [38] 250 люкс. Для создания необходимого освещения установлены люминесцентные лампы.

6.2.2.3 Повышенный уровень шума

Длительное воздействие шума оказывает раздражающее воздействие на работника, способствует возникновению психических и физиологических нарушений, а также приводит к снижению остроты слуха, повышению кровяного давления, утомлению центральной нервной системы, ослаблению внимания, увеличению количества ошибок в действиях рабочего, снижению производительности труда. Воздействие шума также является причиной возникновения профессиональных заболеваний.

Для химической лаборатории характерны следующие источники шума:

- механический шум (при трении, биении узлов и деталей машин делительных воронок, механической мешалки);

- аэрогидродинамический шум (возникает в аппаратах при больших скоростях движения газа или жидкости и при резких направлениях их движения и давления)

По данным [40] в лабораторных помещениях максимальный допустимый уровень шума 75 дБА. В Таблице 6.3 приведен допустимый уровень шума в лабораторных помещениях.

Таблица 6.3 – Допустимый уровень шума в лабораторных помещениях

	Уровни звукового давления, дБА, в октановых полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Лабораторные помещения	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Выполнение определенных мероприятий позволяет минимизировать негативное воздействие шума. К таким мероприятиям относят:

- использование специальных технических средств, таких как защитные экраны, кожухи, звукопоглощающие покрытия и изоляция;
- ограничение продолжительности и интенсивности воздействия шума до приемлемого уровня риска;
- обязательное предоставление работникам средств индивидуальной защиты органов слуха.

В качестве средств индивидуальной защиты для органов слуха от шума применяются наушники. Наушники понижают негативное воздействие в диапазоне от 7 до 38 дБс частотой от 125 до 8000 Гц.

6.2.2.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

Электробезопасность установки должна обеспечиваться в любых возможных нормальных и аварийных эксплуатационных ситуациях. Все

помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками согласно [41].

Основным нормативным документом, устанавливающим требования по электробезопасности, является ГОСТ Р 12.1.019-2009 [42].

Источниками электрической опасности являются: оголенные части проводов или отсутствие изоляции, замыкания, статическое напряжение, отсутствие заземления.

В целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются:

- устройства защитного заземления и зануление;
- автоматическое защитное отключение;
- электрическое разделение сети;
- электрозащитные средства;
- недоступность токоведущих частей (размещение их на необходимой высоте, ограждение от случайного прикосновения, изоляция токоведущих частей, блокировка)

При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Для отключения электросетей на вводах предусмотрены рубильники. 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. Помимо этого, осуществляются инструктажи по безопасности и выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе на электрических установках.

6.2.2.5 Повышенный уровень общей вибрации

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 физико-химических свойств топлива. Гигиенические допустимые уровни вибрации регламентирует [43]. Основными методами снижения шума и вибрации, согласно [44], являются следующие:

- устранение причин шума и вибрации или существенное их ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума и 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).

6.2.2.6 Пожаровзрывобезопасность

Работа с химическими веществами отличается высокой 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 «В» и «Е» – производства, связанные с применением жидких горючих веществ и электроустановок.

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:

- ящики 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.

6.2.3 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Для обеспечения снижения влияния опасных и вредных факторов на работающих при исследовании влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива могут быть предприняты следующие решения:

- систематический осмотр помещения, в котором проводят исследование, на наличие вышедших из строя осветительных приборов;

- осмотр систем отопления, проверка толщины стен, проверка утеплителя в холодное время года;
- систематическая проверка влажности на предмет отклонения от допустимой нормы;
- установка термометра для определения возможного отклонения от допустимых показателей температуры на рабочем месте;
- систематическая проверка вентилятора и вытяжки на предмет некорректной работы.

6.3 Экологическая безопасность

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

- путем максимально эффективной очистки;
- путем создания замкнутой безотходной технологической системы.

Для лаборатории наиболее оптимален выбор первого варианта.

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 [45].

6.3.2. Воздействие на гидросферу

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.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одним из важнейших факторов в безопасности исследований влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива жизнедеятельности людей является подготовленность к чрезвычайным ситуациям.

Чрезвычайная ситуация – это совокупность обстоятельств, которые сопровождаются разрушениями зданий, сооружений, материальных ценностей, поражению и гибелью людей.

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований, и ЧС, которые могут произойти на рабочем месте

Наиболее типичной и опасной является ЧС техногенного характера (производственные аварии). В любой лаборатории всегда существует вероятность возникновения аварийной ситуации. Для ликвидации аварии разрабатываются планы, в которых предусматриваются мероприятия, направленные на спасение людей, ликвидации аварий.

В аварийных ситуациях, когда атмосфера лаборатории, внезапно оказывается зараженной ядовитыми парами или газами, оставаться в помещении для ликвидации последствий аварии только в противогазе, при отключенных нагревательных приборах. После дезактивации помещение необходимо проветрить.

При возникновении пожара необходимо отключить электронагревательные приборы, вентиляцию, убрать огнеопасные вещества в безопасное место, одновременно, по возможности ликвидировать очаг.

При стихийном бедствии необходимо оповестить всех работников лаборатории об угрозе возникновения бедствия. При поступлении сигнала о возможном инциденте все работники лаборатории должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, после чего в лаборатории отключается электроэнергия, водоснабжение. При необходимости персонал эвакуируется в безопасное место [46].

6.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Наиболее типичной ЧС будет являться ситуация техногенного характера, теоретически вызванная выходом из строя отсеков с хранением образцов ДТ, самовозгоранием топлива, пожаром на производстве. Для ликвидации аварии на производстве разрабатываются планы, в которых предусматриваются мероприятия, направленные на спасение людей, ликвидации аварий.

Мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций представлены ниже согласно ГОСТ Р 22.3.03-94:

- 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.

Проанализировав условия труда на рабочем месте, где выполнялось исследование влияния добавления тяжелых фракций на эффективность действия депрессорных присадок для дизельного топлива, можно сделать вывод, что исследовательская лаборатория, удовлетворяет предъявляемым требованиям и нормам.

Соблюдение техники безопасности и правил работы в химической лаборатории не окажет влияния на здоровье работника при выполнении работ. Микроклимат, освещение и уровень шума в химической лаборатории удовлетворяют требованиям, а воздействие вредных и опасных факторов сведено к минимуму.

При соблюдении описанных в работе правил утилизации отходов, деятельность в химической лаборатории не будет представлять опасности для экологической обстановки окружающей среды

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: 6					
1	Анализ изменения низкотемпературных свойств при добавлении высокопарафинистой дизельной фракции к смеси дизельного топлива с депрессорной присадкой	Печатная	Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию и Памяти ученого, горного инженера геолога, кандидата геолого-минералогических наук, профессора РАЕ, академика МАИ РК, член-корреспондента АМР РК Темирхан Ниязовича Жаркинбекова, Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2022 – С. 355-358.	3	Богданов И.А.
2	Использование вакуумного газойля для повышения эффективности действия депрессорных присадок	Печатная	Материалы XXV Всероссийской конференции молодых учёных-химиков (с международным участием): тезисы докладов, Нижний Новгород, 19-21 Апреля 2022. – Нижний Новгород: ННГУ, 2022 – С. 311.	1	—
3	Сравнение физико-химических свойств прямогонных дизельных топлив	Печатная	XXIV Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием): тезисы докладов, Нижний Новгород, 20-22 Апреля 2021. – Нижний Новгород: ННГУ, 2021 – С. 248.	1	Киргина М.В.
4	Влияние тяжелого газойля на изменения низкотемпературных свойств смеси дизельного топлива с депрессорной присадкой	Печатная	Комплексное изучение и освоение недр Европейского Севера России: материалы Всероссийской научно-технической конференции, Ухта, 16-17 Сентября 2021. – Ухта: УГТУ, 2021 – С. 142-145.	3	Богданов И.А.

5	Анализ низкотемпературных свойств композиций дизельное топливо / тяжелый газойль / 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, посвященной 125-летию со дня основания Томского политехнического университета. В 2 томах, Томск, 17-20 Мая 2021. – Томск: ТПУ, 2021 – Т. 2 – С. 48-49.	1	Богданов И.А., Киргина М.В.
6	Оценка целесообразности добавления малых концентраций тяжелого газойля для усиления эффективности действия депрессора	Печатная	Проблемы геологии и освоения недр: труды XXV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию горно-геологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания ТПУ, Томск, 5-9 Апреля 2021. – Томск: ТПУ, 2021 – Т. 2 – С. 262-263.	2	Киргина М.В.
7	Анализ изменения низкотемпературных свойств дизельного топлива в смеси с тяжелым газойлем и депрессорной присадкой	Печатная	Международная научно-практическая конференция им. Д.И. Менделеева, посвященная 90-летию профессора Р.З. Магарилы: материалы, Тюмень, 25-27 Ноября 2021. – Тюмень: ТИУ, 2021 – Т. 1. Химия и химические технологии. Биотехнология и продовольственная безопасность. Энергетика, электротехника и приборостроение – С. 88-91.	3	Богданов И.А.
8	Исследование влияния различных концентраций вакуумного газойля на эффективность действия депрессорной присадки в составе дизельного топлива	Печатная	Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Альметьевск, 25 Ноября 2021. – Альметьевск: АГНИ, 2021 – С. 261-264.	2	Богданов И.А.

9	Анализ изменения низкотемпературных свойств смесей дизельное топливо/депрессор при добавлении различных концентраций тяжелого газойля	Печатная	Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции молодых ученых, Альметьевск, 26 Ноября 2021. – Альметьевск: АГНИ, 2021 – С. 431-433.	2	—
10	Исследование эффективности депрессорной присадки в составе дизельного топлива при добавлении различных концентраций высокопарафинистой дизельной фракции	Печатная	XV Международная научно-практическая конференция Global science and innovations: Central Asia, Нур-Султан, Казахстан – 2021 – № 4 (15). – С. 86-89.	2	Богданов И.А.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2014. – 12 с.
2. Сырбаков А.П., Корчуганова М.А. Топливо и смазочные материалы. – Томск: Томский политехнический университет, 2015. – 159 с.
3. Трактовенко И.А. Исследование влияния цетанового числа топлива на работу двигателя. – М.: Машгиз, 2016. – 32 с.
4. Современные технологии производства. Дизельное топливо. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://extxe.com/11819/dizelnoe-toplivo/>, свободный (дата обращения: 11.02.2022).
5. Дизельное топливо. Физико-химические свойства. Вязкость, плотность, теплопроводность [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://thermalinfo.ru/svoystva-zhidkостей/toplivo-i-masla/svoystva-dizelnogo-topliva-plotnost-teploprovodnost-vyazkost>, свободный (дата обращения: 11.02.2022).
6. ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту (с изменениями на 2 декабря 2015 года)» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://docs.cntd.ru>, свободный (дата обращения: 11.02.2022).
7. Тертерян Р.А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам. – М.: Химия, 1990. – 238 с.
8. Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф., Валиев Д.З. Улучшение низкотемпературных свойств нефтяных топлив // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 8. – с. 423-424.
9. Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива / А.А. Уразаева, Г.М. Сидоров, Р.Р. Валинуров, Ш.Т. Азнабаев // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 6. – с. 93-98.

10. Вафаев О.Ш., Таджиходжаев З.А., Джалилов А.Т. Влияние депрессорных присадок на снижение температуры застывания дизельных топлив. – 2019.

11. Клементьев В.Н., Левин В.О. Тенденции улучшения качества и низкотемпературных свойств дизельных топлив // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2015. – № 29 (55). – с. 36-40.

12. Мухторов Н.Ш., Карпов С. А., Капустин В.М. Эффективность депрессорных диспергирующих присадок в зависимости от фракционного состава дизельных топлив // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2012. – № 10. – с. 46-48.

13. Валиев М.И. и др. Факторы, влияющие на эффективность противотурбулентных присадок в дизельном топливе // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2018. – Т. 8. – № 2. – с. 224.

14. Вафаев О.Ш. и др. Влияния депрессорной присадки на качественные показатели дизельного топлива // Universum: технические науки. – 2018. – № 9 (54). – с. 46-49.

15. Морозова Я.П., Богданов И. Исследование влияния добавления дизельной фракции 300-360 °С на эффективность действия депрессорной присадки // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Томск, 6-10 апреля 2020 г. Т. 2. – Томск, 2020. – 2020. – Т. 2. – с. 299-300.

16. Богданов И.А., Морозова Я.П., Никонова Н.П., Алтынов А.А., Белинская Н. С., Киргина М.В. Расширение сырьевой базы производства дизельных топлив вовлечением тяжелой дизельной фракции и использованием низкотемпературных присадок // Нефтепереработка и

нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2020. – № 3. – с. 10-16.

17. Богданов И.А., Алтынов А.А., Морозова Я.П., Киргина М.В. Исследование влияния узких дизельных фракций на эффективность действия депрессорных присадок // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2020. – № 9. – с. 27-33.

18. Автохимия и автокосметика для ухода за автомобилем [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://www.fill-inn.com/catalog/2/avtohimiya/> (дата обращения: 24.03.2022).

19. ISO 4264 «Petroleum products – Calculation of cetane index of middledistillate fuels by the four-variable equation» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://www.iso.org>, свободный. (дата обращения: 24.03.2022).

20. ГОСТ 2177-99 «Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный (дата обращения: 24.03.2022).

21. Производство лабораторного оборудования [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://laborday.ru/kupit-pribory-dlya-analiza-nefteproduktov-sena/apparat-arns-t-arns-1e>, свободный (дата обращения: 24.03.2022).

22. ГОСТ 32139-2013 «Нефть и нефтепродукты. Определение содержания серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный (дата обращения: 24.03.2022).

23. Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный анализатор // Рентгеновские спектрометры и анализаторы. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://spectronxray.ru/devices/analyzers/spectroscans-sl>, свободный (дата обращения: 24.03.2022).

24. ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94) Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет

динамической вязкости» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный (дата обращения: 24.03.2022).

25. ГОСТ 3900-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный (дата обращения: 24.03.2022).

26. Вискозиметры Штабингера // Штабингер SVM300 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/67298-17-svm-76857> (дата обращения: 24.03.2022).

27. ГОСТ 5066-91 «Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – (дата обращения: 24.03.2022).

28. ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания». [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.

29. КРИО-ВТ-05-01 Термостат жидкостный низкотемпературный // Общелабораторное оборудование. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://termexlab.ru/#!/ru/product/krio-t-05-01-termostat-zhidkostnyij-nizkotemperaturnyj-133510/>, свободный (дата обращения: 24.03.2022).

30. ГОСТ EN 116-2013 «Топлива дизельные и печные бытовые. Метод определения предельной температуры фильтруемости» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL: <http://vsegost.com>, свободный (дата обращения: 24.03.2022).

31. Установка для определения предельной температуры фильтруемости // Общелабораторное оборудование. Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL: <https://www.geo-ndt.ru/pribor-7156-ystanovka-dlya-opredeleniya-predelnoi-temperatyri-filtryemosti-ptf.htm>, свободный (дата обращения: 24.03.2022).

32. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

33. Абишов К.А. Безопасность в лабораторных кабинетах // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты. – 2017. – с. 298-300.

34. Усович Д.А., Панков В.А. Анализ нарушений работниками требований пожарной безопасности в лабораториях по исследованию нефтепродуктов // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2020. – Т. 1. – № 7. – с. 270-271.

35. Захаров Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях / Л.Н. Захаров. – Ленинград: Химия, 1991. – 336 с.

36. ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200233>, свободный (дата обращения: 03.05.2022).

37. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>, свободный (дата обращения: 03.05.2022).

38. Макаров Г.В., Васин А.Я., Маринина Л.К. и др. Охрана труда в химической промышленности: учебник. – М.: Химия, 1989. – 496 с.

39. Строительные нормы и правила: СНиП 23.05.95. Естественное и искусственное освещение: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 1999. – 36 с.

40. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности» [Электронный ресурс]. –

URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606>, свободный (дата обращения: 03.05.2022).

41. ГОСТ 12.1.002-84 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200271>, свободный (дата обращения: 03.05.2022).

42. 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>, свободный (дата обращения: 03.05.2022).

43. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 12 с.

44. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 15 с.

45. 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> свободный (дата обращения: 03.05.2022).

46. ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200139176> свободный (дата обращения: 03.05.2022).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица А.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	T_{min} , чел–дни			T_{max} , чел–дни			$T_{ожі}$, чел– дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Выбор темы ВКР	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Студент, научный руководитель	0,7	0,7	0,7	1	1	1
Составление и утверждение плана работ	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Научный руководитель, аспирант	1,4	1,4	1,4	2,1	2,1	2,1
Подбор и изучение материалов по теме	2	2	3	4	4	5	2,8	2,8	3,8	Студент	2,8	2,8	3,8	4,1	4,1	5,6
Выбор направления исследования	1	1	1	3	2	2	1,8	1,4	1,4	Студент, научный руководитель	0,9	0,7	0,7	1,3	1	1
Календарное планирование работ	1	1	1	3	4	4	1,8	2,2	2,2	Студент, научный руководитель, аспирант	0,9	1,1	1,1	1,3	1,6	1,6
Подбор и изучение материалов по теме	9	10	13	14	16	18	11,5	13,0	14,6	Студент, аспирант	10,2	12,4	14,6	15,1	18,3	21,6
Проведение экспериментальной части работы	10	12	14	13	15	17	11,5	13,2	15,2	Студент, научный руководитель, аспирант	5,4	6,6	7,6	7,9	9,7	11,2

Разработка методики	5	6	7	12	13	10	8,2	9,2	8,2	Студент	6,2	7,2	8,2	9,2	10,6	12,1
Оценка эффективности полученных результатов	4	4	5	6	6	8	4,8	4,8	6,2	Студент	4,8	4,8	6,2	7,1	7,1	9,1
Написание раздела «Финансовый менеджмент»	4	4	4	6	6	6	4,8	4,8	4,8	Студент	4,8	4,8	4,8	7,1	7,1	7,1
Написание раздела «Социальная ответственность»	1	2	2	3	4	4	1,8	2,8	2,8	Студент	1,8	2,8	2,8	2,6	4,1	4,1
Оформление ВКР	5	4	6	7	7	8	5,8	5,2	6,8	Студент	5,8	5,2	6,8	8,6	7,7	10,1