

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 ООП Химическая технология переработки нефти и газа
 Отделение химической инженерии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Оценка эффективности влияния постоянного магнитного поля на эксплуатационные характеристики дизельных топлив

УДК 665.753.4.035:537.63

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Андреева Илона Николаевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Попок Евгений Владимирович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.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 ООП
«Химическая технология переработки нефти и газа»
(направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»)

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен и готов использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готов использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-3	Готов использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
ОПК(У)-4	Владеет пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознанием опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	Владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Д92	Андреева Илона Николаевна

Тема работы:

Оценка эффективности влияния постоянного магнитного поля на эксплуатационные характеристики дизельных топлив	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	30-98/с от 30.01.2023 г.

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	29 мая 2023 г.
--	-----------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Образцы дизельного топлива и дизельные фракции, обладающие разными составами, соответственно, низкотемпературными характеристиками. Установки обработки жидких веществ постоянным магнитным полем.</p>
---	--

<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Введение. Роль дизельного топлива в РФ 2) Обзор основных эксплуатационных характеристик дизельных топлив 3) Обзор низкотемпературных свойств дизельных топлив. 4) Характеристика методов изменения низкотемпературных показателей дизельных топлив 5) Цели и задачи работы. 6) Объект и методы исследования 7) Описание хода эксперимента по омагничиванию дизельных топлив 8) Анализ полученных результатов
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Схема установки омагничивания дизельных топлив
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Криницына З.В., к.т.н., доцент, отделение социально-гуманитарных наук ШБИП ТПУ</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Гуляев М.В., старший преподаватель, отделение общетехнических дисциплин ШБИП ТПУ</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>—</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p style="text-align: center;">30 января 2023 г.</p>
--	---

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Попок Е.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Андреева Илона Николаевна		

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»
 ООП: Химическая технология переработки нефти и газа
 Профиль (специализация): Технология подготовки и переработки нефти и газа
 Уровень образования — бакалавриат
 Отделение химической инженерии
 Период выполнения — весенний семестр 2022/2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Д92	Андреева Илона Николаевна

Тема работы:

Оценка эффективности влияния постоянного магнитного поля на эксплуатационные характеристики дизельных топлив

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	29 мая 2023 г.
--	-----------------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
18.02.2023 г.	Введение. Роль дизельного топлива в РФ	10
07.03.2023 г.	Обзор основных эксплуатационных характеристик дизельных топлив. Обзор низкотемпературных свойств дизельных топлив. Характеристика методов изменения низкотемпературных показателей дизельных топлив	20
15.04.2023 г.	Цели и задачи работы. выполнение экспериментальных исследований.	10
10.05.2023 г.	Анализ полученных результатов.	50
25.05.2023 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Раздел «Социальная ответственность». Заключение (выводы).	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попок Е.В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Руководитель ОП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мойзес О.Е.	к.т.н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Андреева Илона Николаевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Д92	Андреева Илона Николаевна

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	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	20.02.2023
--	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Андреева Илона Николаевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
2Д92		Андреева Илона Николаевна	
Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Оценка эффективности влияния постоянного магнитного поля на эксплуатационные характеристики дизельных топлив Объект исследования: дизельное топливо Область применения: двигатели внутреннего сгорания</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения</p>	<p>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства.</p> <p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (научно-исследовательская лаборатория 2 корпуса НИ ТПУ).</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения</p>	<p>Анализ потенциально вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.</p> <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – производственные факторы, связанные с электрическим током; – производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм человека. – пожаровзрывоопасность <p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; – повышенный уровень шума;

	<p>– отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: химический халат, перчатки, защитные очки, средства пожаротушения, работа приточно-вытяжной вентиляции.</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. Решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> <p>Выбор наиболее типичной ЧС.</p> <p>Разработка превентивных норм по предупреждению ЧС.</p> <p>Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий. Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
20.02.2023	

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
2Д92	Андреева Илона Николаевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 80 страниц, 8 рисунков, 25 таблиц, 59 источников.

Ключевые слова: дизельное топливо, низкотемпературные характеристики, магнитное поле, постоянный магнит, двигатель внутреннего сгорания.

Объект исследования: товарное дизельное топливо.

Цель работы: изучение влияния постоянного магнитного поля на низкотемпературные свойства дизельных топлив, таких как: температура помутнения, застывания и предельная температура фильтруемости и подбор необходимого метода улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив.

Методика исследования: магнитная обработка дизельных топлив и оценка эффективности магнитного воздействия.

В результате исследования была доказана эффективность магнитной обработки, а также подобраны оптимальные условия для максимизации ее эффективности.

Степень внедрения: находится на стадии разработки.

Область применения: двигатели внутреннего сгорания, топливное направление.

Значимость работы: внедрение альтернативных способов улучшения низкотемпературных характеристик дизельного топлива.

Содержание

Введение.....	14
1 Литературный обзор	17
1.1 Низкотемпературные характеристики дизельного топлива	17
1.2 Низкотемпературные присадки для дизельного топлива	18
1.3 Методы изменения низкотемпературных свойств дизельного топлива ...	21
2 Объекты и методы исследования	29
2.1 Опытная установка и ее описание	30
2.2 Измеритель низкотемпературных показателей нефтепродуктов	32
2.3 Измеритель низкотемпературных показателей нефтепродуктов	32
3 Экспериментальная часть, результаты и их обсуждение	34
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережение ..	39
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	39
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	39
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	40
4.1.3 SWOT-анализ.....	42
4.1.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	45
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	46
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	46
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	47
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	48

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	50
4.2.4.1 Планирование материальных затрат НТИ.....	50
4.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для экспериментальных работ	51
4.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	52
4.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	54
4.2.4.5 Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	54
4.2.4.6 Накладные расходы.....	55
4.2.4.7 Формирование бюджет затрат научно-исследовательского проекта ..	55
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	56
5 Социальная ответственность	59
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
5.2 Производственная безопасность.....	61
5.2.1 Анализ потенциальных вредных и опасных факторов анализируемой производственной среды	61
5.2.2 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	62
5.2.3 Повышенный уровень шума	63
5.2.4 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	64
5.2.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током	66
5.2.6 Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм человека	68
5.3 Экологическая безопасность.....	69
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	70

Заключение	72
Список использованных источников	74

Введение

В последнее время во всем мире наблюдается увеличение количества автомобилей, оснащенных дизельными двигателями, и снижение числа других видов транспорта. В сравнении с бензиновыми двигателями, дизельные имеют ряд преимуществ:

- экономичность;
- более высокий коэффициент полезного действия двигателя;
- большая пожаро-, взрывоопасность топлива;
- возможность работы на обедненных топливовоздушных смесях;
- меньшее содержание вредных веществ в выбросах.

Исходя из особенностей работы дизельного двигателя, такая продукция должна отвечать определенным требованиям, учитывающим особенности работы двигателя. Топливо должно:

- обеспечивать эффективное смешивание и распыление топлива в цилиндрах двигателя;
- обеспечивать простой запуск двигателя;
- обеспечивать надежный запуск двигателя при любых температурах;
- образовывать минимум нагара;
- плавно сгорать и легко воспламеняться.

Качество дизельного топлива имеет прямое влияние на надежность и долговечность двигателя. Использование низкокачественного топлива может привести к нестабильной работе топливной системы, жесткой работе двигателя, увеличению образования отложений, снижению полноты сгорания, увеличению выхлопных газов, снижению экономичности и др.

Дизельное топливо является необходимым для работы на северных территориях, благодаря его способности работать при низких температурах, которые могут повредить двигатели. Однако содержание парафинов в дизельном топливе может вызвать его кристаллизацию и создавать проблемы

с фильтрацией. Уровень парафинов в дизельном топливе зависит от месторождения нефти и может быть различным.

В зимний период запуск двигателей на дизельном топливе становится проблемой из-за недостатков его низкотемпературных свойств, несмотря на ряд преимуществ этого вида топлива перед бензином и другими. В связи с этим, дизельное топливо является сезонным продуктом, который производится с различными характеристиками в зависимости от климатических условий, в которых будет использоваться двигатель.

Большинство дизельного топлива, около 85 %, является летним сортом, который имеет более низкую температуру застывания и подходит для использования в более теплых условиях. Оставшиеся 15 % относятся к зимнему и арктическому сортам, которые имеют более высокие показатели цетанового числа и присадки, обеспечивающие эксплуатацию при низких температурах до -50 °С. Однако, производство этих сортов ограничено и требует дополнительных затрат на обработку и хранение. Данное количество только на половину может удовлетворить растущий спрос на топливо с высокими показателями низкотемпературных свойств, таких как температура помутнения и застывания, а также предельная температура фильтруемости.

Данное исследование ориентировано на удовлетворение растущего спроса на сезонное дизельное топливо, а именно на арктическое и зимнее топливо в связи с активной добычей нефти и газа на северных территориях.

Целью исследовательской работы является изучение влияния постоянного магнитного поля на низкотемпературные свойства дизельных топлив, таких как: температура помутнения, застывания и предельная температура фильтруемости и подбор необходимого метода повышения низкотемпературных свойств дизельных топлив.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучение механизма воздействия магнитного поля на дизельные топлива различного состава и свойств;

- проведение магнитной обработки товарного дизельного топлива, сравнение его характеристик до и после магнитной обработки;
- анализ полученных результатов, выявление закономерностей влияния постоянного магнитного поля на низкотемпературные свойства.

1 Литературный обзор

1.1 Низкотемпературные характеристики дизельного топлива

Температура замерзания дизельного топлива гораздо выше, чем бензина. Парафины, содержащиеся в дизельном топливе, отвечают за его вязкость и могут вызывать кристаллизацию при низких температурах, что приводит к засорению фильтров. Для решения этой проблемы используются специальные присадки, которые понижают температуру замерзания топлива и предотвращают образование кристаллов. Кроме того, содержание парафинов в дизельном топливе может меняться в зависимости от месторождения, где было добыто сырье. Для работы в условиях низких температур также можно использовать подогреватели топлива, чтобы сохранить его текучесть и обеспечить нормальную работу двигателя.

При положительной температуре парафины не доставляют особых проблем, но при понижении температуры происходит образование кристаллов. Во избежание этого, топливо дополнительно очищают от парафинов. Этим можно объяснить выпуск разных марок топлива, они различаются рядом свойств.

Качество дизельного топлива имеет прямое влияние на надежность и долговечность двигателя. Использование низкокачественного топлива может привести к нестабильной работе топливной системы, жесткой работе двигателя, увеличению образования отложений, снижению полноты сгорания, увеличению выхлопных газов, снижению экономичности и др.

Низкотемпературные характеристики одни из важнейших характеристик дизельного топлива, они напрямую связаны с работой двигателя внутреннего сгорания (температура помутнения, предельная температура фильтруемости и температура застывания) [1, 2]:

Температура помутнения (T_n) – температура, при которой происходит образование первых кристаллов парафинов, что ведет к помутнению

дизельного топлива [3, 4]. Процесс кристаллизации парафина происходит путем выделения зародышей кристаллов из пересыщенного раствора и их последующего роста. При достижении определенной ТП молекулы ДТ замедляют свое движение и образуют зародыши кристаллов под действием Ван-дер-Ваальсовых сил. Рост зародышей может быть одномерным, двумерным или трехмерным, что влияет на форму кристаллов парафина [5].

Минимальная температура, при которой топливо может проходить через стандартный фильтр с определенной скоростью, называется предельной температурой фильтруемости (ПТФ) [6-8]. Если температура понижается, то первыми выпадают кристаллы парафина с наибольшей молекулярной массой, которые являются активными центрами кристаллизации и способны забивать фильтры топливной системы ДВС. Это особенно характерно для ДТ с высокой температурой помутнения [9-12].

Температура застывания (Тз) – это температура, при которой ДТ перестает быть подвижным и полностью застывает при малых механических воздействиях [8, 13, 14]. При достижении Тз, кристаллы n-парафинов создают прочную структуру, которая делает топливо неподвижным и превращает его в гель со связнодисперсной коллоидной структурой.

1.2 Низкотемпературные присадки для дизельного топлива

Как известно, существуют различные способы повышения качества дизельного топлива, и наиболее распространенными и экономически целесообразными являются применение добавок - присадок различного функционального назначения, таких как депрессорно-диспергирующие, цетаноповышающие, противоизносные.

При использовании дизельного топлива в холодных условиях арктических регионов, когда температура опускается до определенного уровня, кристаллы парафинов начинают образовывать прочную структуру, которая оказывает влияние топливо, и оно теряет свою подвижность [15-17].

Для предотвращения этого используют специальные депрессорные и диспергирующие присадки, которые замедляют рост кристаллической решетки и улучшают низкотемпературные свойства топлива. Депрессорные присадки содержат активное вещество и органический растворитель, который обеспечивает равномерное распределение депрессора в топливе [18, 19]. По принципу действия депрессорные присадки к дизельному топливу могут быть разделены на категории [20, 21]:

1. Присадки, которые улучшают прокачиваемость топлива при низких температурах путем предотвращения роста кристаллов парафина. Структура таких присадок может изменяться в зависимости от состава топлива и температуры его использования. Введение сополимеров в депрессорную присадку может изменить форму кристаллов на более зернистую, что облегчает прохождение топлива через фильтры и снижает ПТФ.

2. Присадки, препятствующие осаждению парафинов. Диспергирующие присадки, которые предотвращают осаждение парафинов. Они работают путем создания двойного электрического слоя на поверхности кристаллов парафина, который препятствует образованию отложений в нижних слоях раствора. Это обеспечивает равномерное распределение кристаллов по всему объему топлива.

3. Присадки, ориентированные на снижение T_3 топлива, изменяют характер кристаллов n-парафина, которые осаждаются из топлива, и тем самым снижают их склонность к слипанию и застыванию в гелях. Механизм действия депрессорной присадки, направленной на снижение T_3 , объясняется различной скоростью пересыщения растворов депрессорной присадки и ДТ. При плавном снижении температуры в смеси ДТ и депрессорной присадки активными центрами кристаллообразования являются зародыши кристалла депрессора, образующие совместные ассоциаты с кристаллами парафина. Сокристаллизация n-парафина и активного центра кристалла депрессора позволяет модифицировать гексагональную кристаллическую решетку n-парафина в ортогональную. Новая образованная ортогональная

кристаллическая решетка замедляет адгезию кристаллов, необходимых для образования геля [22].

Все современные низкотемпературные присадки к ДТ могут быть классифицированы по природе депрессора на [22]:

1. Сополимеры этилена с полярными мономерами. В работах [23-34] результаты исследования касаются использования сополимера этилена с винилацетатом в качестве низкотемпературной присадки для ДТ и его влияния на топливо. Авторы [23] исследовали воздействие сополимера этилена с винилацетатом в качестве низкотемпературной присадки на топливо с различным составом. Было обнаружено, что эффективность данного вещества зависит от молекулярной массы топлива и содержания тяжелых компонентов. Сополимер с более высокой молекулярной массой $(0,5-10) \cdot 10^3$, растворенный в органическом растворителе при повышенной температуре, образует центры кристаллизации при последующем охлаждении. Сополимер с более низкой молекулярной массой замедляет рост кристаллов n-парафина. Такой тип низкотемпературной присадки может быть получен путем смешения отдельно синтезированных сополимеров или общего синтеза, при этом первым получается сополимер, ответственный за образование зародышей кристаллов.

2. Полиметакрилатные присадки (ПМА). Молекулы ПМА обладают гибкой структурой, что делает их наиболее распространенными депрессорами, способными понижать температуру застывания. В работах [30-34] результаты исследования показали, что сополимер метилметакрилата с малеиновым ангидридом и малеиновой кислотой может быть использован в качестве низкотемпературной присадки для ДТ, так как он способен улучшать Тз и ПТФ образцов ДТ на 24 и 8 °С соответственно. Механизм действия этого депрессора основан на сокристаллизации ПМА и полиакриламида с n-парафинами, а не на адсорбции на поверхности кристалла парафина, как это происходит с сополимерами этилена с полярными мономерами. Одна из алкильных боковых цепей R1 или R2 имеет длину, близкую по размеру к молекулам парафина, а другая алкильная группа имеет меньшую длину и

нейтральна к молекулам парафина. Более короткие боковые алкильные цепи выступают в качестве модификаторов кристалла, разделяя кристаллы парафина от длинноцепочечных алкильных заместителей и встраиваясь в структуру кристаллической решетки парафина.

3. Химические вещества неполимерного типа (алкилнафталины; эфиры многоатомных кислот и спиртов; амиды, содержащие длинные алкилы). Наиболее эффективным представителем химических веществ неполимерного типа является активное вещество эфирнафталин, а отдельные фракции нефти, такие как крекинг-остаток и остаток смолы пиролиза, могут ухудшать цвет ДТ и изменять состав самого топлива. В качестве активного вещества депрессорной присадки также широко применяются сложные эфиры. В работах [35-37] описаны депрессорные свойства эфиров на основе карбоновой кислоты и многоатомных спиртов.

1.3 Методы изменения низкотемпературных свойств дизельного топлива

Изменение низкотемпературных характеристик дизельных топлив является крайне актуальной задачей, активно исследуемой в периодической литературе. В работе [38] авторы приводят обзор методов улучшения низкотемпературных свойств и экологических характеристик дизельных топлив. Показано, что для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива применяются 6 способов:

- снижение конца кипения дизельной фракции, но это может снизить количество производимого дизельного топлива;
- смешивание дизельного топлива с керосиновой фракцией, однако, для того чтобы добавить керосиновую фракцию в дизельное топливо, необходимо провести гидроочистку керосина;

- экстрактивная кристаллизация для удаления н-парафинов, однако этот метод имеет недостатки, такие как периодичность процесса и низкое качество получаемого парафина;
- добавление депрессорно-диспергирующих присадок, но для снижения температуры помутнения дизельного топлива является малоэффективным;
- каталитическая изомеризация является перспективным способом, но имеет недостаток - высокую стоимость катализаторов, содержащих металлы платиновой группы;
- каталитическая депарафинизация, при этом не требуется использование дорогих металлов в качестве катализаторов.

В работе [39] приведены методы улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив. Предложены способы улучшения низкотемпературных свойств летних дизельных топлив, путем добавления депрессорных присадок, которые могут быть синтезированы из амидополиформальдегидных соединений и используя частичную депарафинизацию топлива в постоянном электрическом поле. Определены оптимальные условия синтеза присадок для дизельных топлив. Авторы исследования демонстрируют возможность проведения депарафинизации дизельного топлива в условиях высокого напряжения электрического поля с использованием депрессорных присадок ДП-19/9ПЭ и ДП-62. Для достижения желаемых низкотемпературных свойств дизельного топлива предпочтительным методом является депарафинизация в электрическом поле, который соответствует требованиям по температуре застывания и помутнения. Однако этот метод требует более сложного оборудования по сравнению с обычным добавлением присадки.

В работе [40] рассматривается возможность улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива путём применения ультразвукового воздействия на депрессорные свойства растворов этиленпропиленового сополимера в олефиновом растворителе. При таком

воздействии происходит распад ассоциатов полимера, что приводит к более равномерному распределению компонентов в растворе. Введение 0,05 % сополимера в виде 30 %-го раствора в олефиновом растворителе позволило снизить температуру застывания летнего дизельного топлива с минус 14 °С до минус 20 °С, а при дополнительном ультразвуковом воздействии в течение 5-7 минут - до минус 39 °С. Авторы указывают на то, что использование депрессорных присадок на основе этиленпропиленовых сополимеров является экономически выгодным и эффективным способом производства топлива с требуемыми низкотемпературными свойствами. Они также отмечают, что улучшение депрессорных свойств растворов полимера в олефиновом растворителе после ультразвуковой обработки связано с деструкцией ассоциатов полимера, что приводит к более равномерному распределению компонентов в растворе.

В работе [41] рассматривается влияние концентрации депрессорной присадки на низкотемпературные свойства дизельных фракций. Были определены температуры помутнения, предельной фильтруемости и застывания дизельных фракций, а также идентифицирован углеводородный состав и массовое содержание парафинов, нафтенов и ароматических углеводородов в трех образцах дизельных и газойлевых фракций с помощью хроматомасспектрометрического анализа. Также было проведено исследование влияния углеводородного состава на низкотемпературные свойства дизельного топлива при использовании депрессорной присадки. Авторы заключили, что использование депрессорной присадки на основе винилацетата эффективно снижает температуры помутнения, фильтруемости и застывания дизельных фракций уже при небольших концентрациях до 0,5 об.%. Было выявлено, что углеводородный состав влияет на эффективность действия присадки: чем выше содержание нормальных парафиновых углеводородов в дизельных фракциях, тем меньше концентрации присадки требуются для снижения температур фильтруемости и застывания. Однако присадка не оказывает значимого влияния на температуру помутнения, что

говорит о том, что она не препятствует зарождению кристаллов парафинов, а замедляет процесс их роста.

В работе [42] были рассмотрены методы улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива, а именно гидродепарафинизация и добавление депрессорной присадки. В данной работе исследованы присадки Kerofl ux ES 6100 и Difron 315. Количество добавляемой присадки зависит от углеводородного состава, типа и количества парафинов и других параметров. Авторы заключили, что, разработанная технологическая схема позволяет безопасно и точно смешивать «летнее» дизельное топливо с присадкой и получать дизельное топливо с требуемыми низкотемпературными свойствами. Для достижения оптимальных результатов, необходимо подобрать соответствующее количество присадки в зависимости от типа и количества парафинов в сырье. Например, для присадки Keroflux 6100 на каждую тонну «летнего» дизельного топлива необходимо добавить 2 кг присадки (0,20 % масс. на сырье), а для присадки Difron 315 – 5,5 кг (0,55 % масс. на сырье).

В работе [43] были изучены свойства дизельного топлива с добавлением ПАВ на основе триацилглицеринов рыжикового масла, которые влияют на его смазочные и низкотемпературные характеристики. Современные дизельные топлива могут содержать присадки различной природы, а также могут быть разработаны новые комплексные добавки с использованием возобновляемого растительного сырья, что имеет большой потенциал. В данном исследовании были получены новые компоненты из технического непищевого растительного масла, такие как этаноламиды, триэтанолламиды, полимеризованное и окислированное растительное масло. Эти соединения были добавлены в дизельное и биодизельное топлива в количестве 1 % от массы чистого топлива, после чего были измерены изменения смазывающих и низкотемпературных свойств. Авторы выяснили, что добавки на основе технического непищевого растительного масла, таких как этаноламиды, триэтанолламиды, полимеризованное и окислированное

масло, могут использоваться для создания комплексных присадок, которые улучшают смазочные и низкотемпературные свойства дизельного топлива. Особенно эффективными оказались продукты взаимодействия рыжикового масла с триэтаноламином и окисленное рыжиковое масло, которые повышают смазывающие свойства на 15-25 % и 39-49 % соответственно. Кроме того, депрессия температуры замерзания дизельного топлива является дополнительным полезным эффектом. Полученные результаты указывают на потенциал использования возобновляемого растительного сырья для создания присадок для дизельного топлива.

Магнитная обработка является нетрадиционным методом обработки топлива, который может уменьшить расход топлива, содержание в нём несгоревших углеводородов и монооксида углерода, повысить тепловой эффект работы двигателя и улучшить дисперсность топливовоздушной смеси для более полноценного сгорания. Авторы работы [44] отмечают, что для определения оптимального режима магнитной обработки необходимы предварительные экспериментальные исследования на конкретном объекте. Более высокая индукция магнитного поля может привести к уменьшению размера частиц дисперсной фазы, плотности, вязкости и температуры вспышки дизельного топлива. Исследование показало, что использование магнитной обработки дизельного топлива перед его использованием в двигателе может привести к сокращению расхода топлива на 5 %, а также уменьшению содержания монооксида углерода в отработавших газах на 70 % при определенных параметрах (напряженность поля: 142-144 кА/м; скорость потока в активном зазоре: 0,68-0,70 м/с). Авторы исследования изучили влияние магнитной обработки на качество дизельного топлива и выявили положительный эффект как на дисперсное состояние топлива, так и на его эксплуатационные свойства. Оптимальной величиной индукции магнитного поля для достижения максимального улучшения свойств дизельного топлива является 0,4 Тл.

Цель работы [45] заключалась в изучении влияния магнитной обработки смесового биодизельного топлива на его цетановое число, которое напрямую связано с особенностями внутренней структуры данного вещества. Биологическое топливо содержит электролиты и более 10 % массы кислорода, который известен своим парамагнетизмом. Поэтому магнитная обработка может вызвать различные эффекты в таких топливах, прежде всего, за счет перестройки веществ с кислородом в их структуре. Авторы пришли к выводу, что наличие значительного количества кислорода в составе биодизельного топлива делает его более чувствительным к магнитной обработке. Для оценки экономических и токсических показателей дизельного двигателя при использовании магнитно обработанного ТБП были проведены сравнительные испытания. Кроме того, была изучена чувствительность топлива к магнитной обработке путем изменения его цетанового числа. Исследователи пришли к выводу, что эффект от магнитной обработки сохраняется в течение некоторого времени, поэтому магнитный модификатор можно располагать в топливной системе не обязательно в непосредственной близости от двигателя.

В работе [46] решается проблема улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива для использования в зимний период. Авторы обращают внимание на факт изменения эксплуатационных свойств дизельного топлива при магнитной и ультразвуковой обработке. Они также отмечают, что при компаундировании активированной дизельной фракции снижается количество добавляемой депрессорной присадки, что отражается в техникоэкономической оценке. Авторы разработали схему для получения дизельного топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами, она заключается в следующем: сырье подвергается магнитной обработке, после чего поступает на установку первичной переработки нефти. После первичной переработки нефти дизельная фракция проходит гидроочистку, добавляются депрессорные присадки и она отправляется на компаундирование. Затем дизельная фракция подвергается магнитной обработке и отправляется в товарный парк. Таким образом, авторы разработали метод улучшения

качества дизельного топлива путем магнитной обработки. Этот метод позволяет улучшить низкотемпературные показатели топлива, что позволяет сократить количество депрессорных присадок, используемых для этой цели.

Современная нефтеперерабатывающая промышленность сталкивается с проблемой низкотемпературных свойств дизельного топлива, вызванных наличием в нем парафиновых углеводородов, которые кристаллизуются уже при положительных температурах. Для решения этой проблемы применяются различные методы, такие как облегчение фракционного состава, добавление депрессорных присадок, каталитическая депарафинизация и смешение с низкозастывающим топливом. Однако все эти методы имеют свои недостатки. Исследователи предлагают альтернативный способ улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива - магнитную обработку, которая может сократить использование депрессорных присадок и сохранять свой эффект на протяжении определенного времени. Для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива и снижения использования депрессорных присадок авторы работы [47] предложили использовать магнитную обработку. Использование волнового воздействия магнитного поля показало положительное влияние на низкотемпературные свойства и эксплуатационные характеристики топлива, такие как воспламеняемость и горючесть.

При оптимизации работы дизелей, важное значение имеет воздействие на процесс горения топлива, так как это связано с достижением требуемой мощности и экономичности, а также снижением вредных выбросов, шума и вибрации, обеспечением многотопливности и надежности. Для решения этих задач используются различные методы, в том числе улучшение свойств топлива, которые влияют на его способность к самовоспламенению и быстрому распространению пламени по камере сгорания. Одним из таких методов является магнитная обработка, которая положительно влияет на низкотемпературные свойства и эксплуатационные характеристики топлива. Работе [48] была посвящена изучению воздействия импульсного магнитного

поля на процесс горения дизельного топлива, с целью оптимизации работы двигателя. Для этого были проведены эксперименты, в которых топливо было обработано униполярными импульсами, движущимися по трубопроводу. В результате были измерены физико-химические параметры обработанного топлива и сравнены с такими же параметрами необработанного топлива. Авторы проанализировали эффект магнитной обработки дизельного топлива с помощью униполярных импульсов, движущихся по трубопроводу. Результаты экспериментов показали, что данная методика имеет большую эффективность в сравнении с другими способами подготовки топлива к сгоранию, так как воздействие на топливо имеет резонансный характер по частоте и напряженности поля.

Таким образом, магнитная обработка дизельных топлив является перспективным направлением улучшения характеристик дизельных топлив, отличающейся достаточной эффективностью и высокими экономическими показателями.

2 Объекты и методы исследования

Объектом исследования является опытная установка процесса магнитной обработки и образцы товарного дизельного топлива, реализуемого на заправочных станциях.

Дополнительно использовалась широкая фракция фракционного состава 180-350 °С.

В качестве предмета исследования приняты низкотемпературные и реологические характеристики опытных образцов.

Методы исследований:

Атмосферная разгонка дизельного топлива на аппарате АРНС-1Э по ГОСТ 2177-99. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава.

Определение группового состава по методическим указаниям к лабораторной работе для студентов химико-технологического факультета (сост. О.С. Сухина, А.И. Левашова.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.– 22 с.).

Измерение температуры вспышки в открытом тигле по ГОСТ 4333-2021. Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле.

Измерение низкотемпературных свойств дизельных топлив на измерителе низкотемпературных показателей нефтепродуктов ИНПН.

Измерение динамической вязкости и плотности на вискозиметре Stabinger Viscometer по ASTM D 7042.

Магнитная обработка на опытной установке.

Методика исследования заключалась во влиянии постоянного магнитного поля на ДТ. Было использовано 2 магнита с индукционной силой 95 и 180 мТ.

Процесс проведения омагничивания заключается в проливании ДТ по трубе из нержавеющей стали, которую окружают постоянные магниты. Омагничивание проводилось однократно, пятикратно, десятикратно.

2.1 Опытная установка и ее описание

Магнитная обработка осуществляется с использованием оборудования, представленного на рисунке 2.1



Рисунок 2.1 – Магнитная система

Эскиз внутреннего строения магнитной системы приведено на рисунке 2.2 состоит из следующих блоков:

1. труба из нержавеющей стали (1);
2. высокоэнергетические прямоугольные постоянные магниты (2);
3. блоки для усиления магнитного поля в виде металлических пластин (3).

Дизельная фракция проходит по трубе из нержавеющей стали 1, которую окружают постоянные магниты 2. Магниты прямоугольной формы расположены на определенном расстоянии друг от друга, приварены к металлическим пластинам 3 – корпусу магнитной системы. Металлические пластины 3 также выполняют функцию концентраторов магнитного поля, не дают магнитным силовым полям рассеяться.

На дизельную фракцию оказывается комплексное воздействие высокоэнергетических магнитных силовых полей, за счет чего увеличивается эффективность процесса. Комплексное воздействие обуславливается

наличием объемного магнитного поля, действующего как в перпендикулярном, так и в продольном направлении в жидкости, и определенным расположением магнитов, которое увеличивает время прохождения жидкости в магнитной системе. При недостаточном времени воздействия магнитного поля, «магнитная память» движущегося потока быстро исчезает, и необходимо множественное воздействие магнитного поля на жидкость. В виду того, что в представленной магнитной системе магниты расположены определенным образом, необходимая эффективность достигается уже при однократном прохождении топлива через систему.

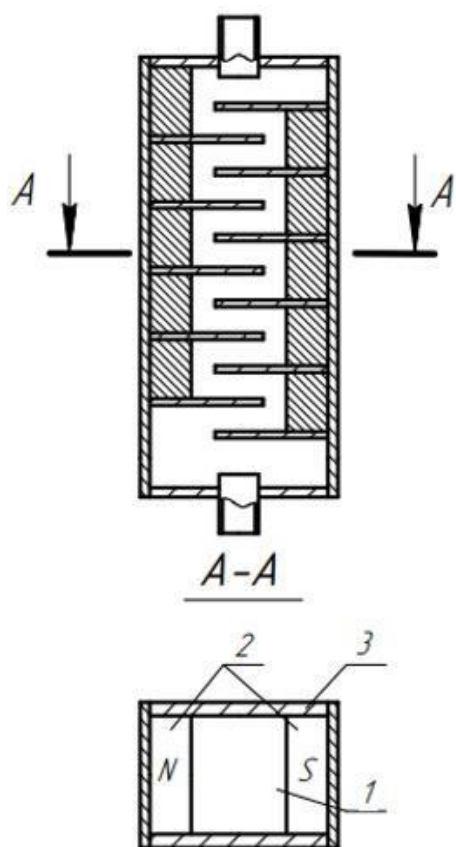


Рисунок 2.2 – Эскиз магнитной системы:

1 – труба, 2 – высокоэнергетические постоянные магниты, 3 –
пластина

2.2 Измеритель низкотемпературных показателей нефтепродуктов

Исследование низкотемпературных свойств производилось с помощью

измерителя низкотемпературных показателей нефтепродуктов ИНПН (Рисунок 2.3). Основные технические характеристики оборудования [49]:

- диапазон воспроизводимых температур, °С: от минус 60 до 5;
- дискретность показаний, °С: 0,1;
- пределы допускаемой основной погрешности, не более, °С: $\pm 3,0$;
- повторяемость (сходимость) результатов определения температуры помутнения (начала кристаллизации), не более, °С: 1,0;
- воспроизводимость результатов определения температуры помутнения, не более, °С: 3,0.



Рисунок 2.3 – ИНПН

2.3 Измеритель низкотемпературных показателей нефтепродуктов

В работе был использован вискозиметр Штабингера SVM 3000 (Рисунок 2.4) для измерения динамической вязкости и плотности по ASTM D7042.



Рисунок 2.4 – Stabinger viscometer SVM3000

Основные технические характеристики прибора [50]:

- диапазон измерения динамической вязкости, мПа·с: 0,2 – 104;
- кинематической вязкости, мм²/с – 0,2 – 104; плотности, кг/м³ – 650...2000;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерения вязкости, % – $\pm 0,35$;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения плотности, кг/м³ – $\pm 0,5$.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки.

Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Данный раздел был написан с помощью методических указаний [25].

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Объектом исследования является дизельное топливо. Для выявления потенциальных потребителей результатов исследования, а именно магнитных установок для улучшения низкотемпературных характеристик, необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевым рынком, на котором будет продаваться в будущем разработка, являются коммерческие организации, в сферу деятельности которых входит производство двигателей внутреннего сгорания. Для построения карты сегментирования рынка в качестве критериев сегментирования были выбраны

размер компаний и их климатические условия. Карта сегментирования рынка услуг по внедрению магнитной обработки дизельного топлива представлена на рисунке 4.1.

		Климатические условия региона	
		Арктические	Умеренные
Размер компании	Крупные		
	Средние		
	Малые		

	Зона острой необходимости	
	Зона средней необходимости	

Рисунок 4.1 – Карта сегментирования рынка

Из рисунка 4.1 видно, что основными сегментами рынка являются крупные предприятия, находящиеся в арктических климатических условиях. Результаты исследования будут ориентироваться на средние и крупные предприятия, осуществляющие производство двигателей внутреннего сгорания, однако начинать внедрение разрабатываемого решения следует со средних предприятий. Сегмент рынка, привлекательный как потребитель исследования в будущем, включает крупные предприятия.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В ходе данного анализа были подобраны критерии и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Анализ конкурентных технических решений определялся по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Результаты анализов представлены в виде оценочной карты (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		БПОС	БПЕР	БИМП	КПОС	КПЕР	КИМП
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Результативность	0,25	4	5	5	1	1,25	1,25
2. Затраты на материалы	0,25	5	4	3	1	0,8	0,6
3. Стабильность	0,2	5	4	3	0,75	0,6	0,45
4. Надежность работы	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
5. Восстанавливаемость	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
6. Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Итого	1	29	26	21	4,25	3,95	3,3

ПОС – постоянное магнитное поле, ПЕР – переменное магнитное поле, ИМП – импульсное магнитное поле

Из таблицы 4.1 видно, что разрабатываемое решение, хоть и уступает по результативности конкурентным, но обладает преимуществом за счет надежности работы, стабильности, восстанавливаемости, а его цена ниже, чем у конкурентов в связи с простой конструкции и низкими затратами на материалы.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ нацелен на комплексное исследование внешней и внутренней среды проекта и проводится в несколько этапов. SWOT-анализ включает выявление сильных и слабых сторон и возможностей и угроз для его реализации, а также оценка соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. SWOT-анализ проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде (Таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Экономичность и эффективность технологии С2. Простота эксплуатации и обслуживания установки С3. Низкая материалоемкость и габариты основного аппарата С4. Гибкость работы установки С5. Возможность улучшения низкотемпературных характеристик	В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Открытие нового сегмента рынка использования магнитных систем В3. Снижение затрат на транспортировку дизельного топлива
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Недостаточное улучшение низкотемпературных характеристик Сл2. Дизельные топлива низкого качества Сл3. Малая мощность по сырью лабораторной установки Сл4. Индивидуальность качества сырья	У1. Отсутствие спроса на разработанную технологию У2. Развитая конкуренция существующих технологий улучшения низкотемпературных характеристик У3. Снижение других характеристик дизельного топлива

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

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

	С1	С2	С3	С4	С5	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
В1	+	+	+	+	+	+	0	+	+
В2	+	+	+	+	+	+	0	+	+
В3	+	+	+	+	+	0	-	0	+

В ходе анализа таблицы 4.3 были выявлено, что все сильные стороны и все возможности сильно коррелируются, а случае слабых сторон к сильно коррелирующийся можно отнести В1В2Сл1Сл3Сл4, В3Сл4 и В4Сл3Сл4.

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

	С1	С2	С3	С4	С5	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
У1	+	+	+	+	+	-	-	-	+
У2	+	+	+	+	+	-	-	-	-
У3	+	+	+	+	+	-	-	-	-

Анализ таблицы 4.4 показал, что сильная корреляция между сильными сторонами и угрозами возникает во всех случаях, а к сильно коррелирующийся можно отнести У1Сл4.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа (Таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Итоговая матрица SWOT

	Сильные стороне научно-исследовательского проекта: С1. Экономичность и эффективность технологии. С2. Простота эксплуатации и обслуживания установки.	Слабые стороне научно-исследовательского проекта: Сл1. Недостаточное улучшение низкотемпературных характеристик.
--	--	---

Продолжение таблицы 4.5

	<p>С3. Низкая материалоемкость и габариты основного аппарата.</p> <p>С4. Гибкость работы установки.</p> <p>С5. Возможность улучшения низкотемпературных характеристик</p>	<p>Сл2. Дизельные качества низкого качества.</p> <p>Сл3. Малая мощность по сырью лабораторной установки.</p> <p>Сл4. Индивидуальность качества сырья.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В2. Открытие нового сегмента рынка использования магнитных систем.</p> <p>В3. Снижение затрат на транспортировку дизельного топлива.</p>	<p>Снижение затрат на транспортировку и хранение дизельного топлива.</p> <p>Снижение затрат на эксплуатацию оборудования.</p> <p>Приобретение химических реагентов.</p> <p>Расширение рынка магнитных устройств.</p>	<p>Проведение исследования влияния физико-химических характеристик (сырья на эффективность коалесценции).</p> <p>Разработка конструкции источника магнитного поля, который возможно адаптировать в промышленных условиях.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на разработанную технологию.</p> <p>У2. Развитая конкуренция существующих технологий улучшения низкотемпературных характеристик.</p> <p>У3. Отсутствие требуемой эффективности новой технологии в промышленных масштабах.</p>	<p>Продвижение новой технологии улучшения низкотемпературных характеристик.</p> <p>Проектирование установки с учетом производственных мощностей.</p>	<p>Разработка пилотных установок для комплексного исследования факторов, влияющих на низкотемпературные характеристики.</p>

По результатам анализа внешней и внутренней среды проекта будут учитываться при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

4.1.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Разработка находится на начальном этапе исследования, поэтому требуется рассмотрение возможных альтернатив проведения исследования, для чего был использован морфологический подход. В ходе реализации метода была выявлена проблема исследования, а именно подбор оптимальных условий для улучшения низкотемпературных характеристик, подобраны морфологические характеристики объекта исследования и составлена морфологическая матрица способов улучшения низкотемпературных характеристик дизельного топлива с применением магнитных полей (Таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Морфологическая матрица интенсификации процесса коалесценции с помощью магнитных полей

	1	2	3
А. Вид магнитного поля	Постоянное	Переменное	Импульсное
Б. Режим движения дизельного топлива	Ламинарный	Переходный	Турбулентный
Б. Подача дизельного топлива	Вертикальный	Под углом	Горизонтальный

С помощью морфологической матрицы для поставленной проблемы было найдено три решения с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения:

– прокачивание дизельного топлива через постоянное магнитное поле при ламинарном режиме движения, с последующей подачей в двигатель в вертикальном расположении (А1Б1В1/исполнение 1);

– прокачивание дизельного топлива через переменное магнитное поле при переходном режиме движения, с последующей подачей в двигатель находящейся под углом (А2Б2В2/исполнение 2);

– прокачивание дизельного топлива через импульсное магнитное поле при турбулентном режиме движения, с последующей подачей в двигатель в горизонтальном расположении (А3Б3В3/исполнение 3);

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В ходе планирования научно-исследовательских работ необходимо определить структуру, участников и продолжительность работ, а также построить график проведения научных исследований. Перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и распределение участников приведено в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Проведение патентных исследований	Студент
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Определение методики исследования	Руководитель студент
	7	Проведение экспериментов	Студент
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент
Оформление отчета по ВКР	10	Составление пояснительной записки	Студент
	11	Сдача работы на рецензию	Руководитель, студент
	12	Защита ВКР	Студент

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основная часть стоимости разработки образуется исходя из трудовых затрат каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости определяется по формуле:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot t_{min_i} + 2 \cdot t_{max_i}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.; t_{min_i} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; t_{max_i} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , которая учитывает параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Величина T_p определяется по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.; $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для всех альтернатив проведения исследования трудоемкость выполнения работ одинаковая. Результаты определения трудоемкости выполнения работ представлены в таблице 4.8.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобный способ представления графика проведения научных работ диаграмма Ганта. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{k_i} = T_{p_i} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{k_i} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях; T_{p_i} – продолжительность выполнения i -ой работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22, \quad (5)$$

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.

Результаты расчетов представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{p_i}	Длительность работ в календарных днях T_{k_i}
	t_{min_i} , чел.-дн	t_{max_i} , чел.-дн	$t_{\text{ож}_i}$, чел.-дн			
Составление и утверждение технического задания	1	3	1,8	Руководитель	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	3	5	3,8	Студент	4	5
Проведение патентных исследований	3	5	3,8	Студент	4	5

Продолжение таблицы 4.8

Выбор направления исследований	1	3	1,8	Руководитель, студент	1	2
Календарное планирование работ по теме	1	2	1,4	Руководитель, студент	1	2

Определение методики исследования	1	2	1,4	Руководитель студент	1	2
Проведение экспериментов	10	30	18	Студент	18	22
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	3	5	3,8	Студент	4	5
Оценка эффективности полученных результатов	3	5	3,8	Руководитель, студент	2	3
Составление пояснительной записки	25	30	27	Студент	27	33
Сдача работы на рецензию	1	2	1,4	Руководитель, студент	1	2
Защита ВКР	1	2	1,4	Студент	2	3
Итого					67	87

По результатам расчетов, приведенных в таблице 4.8, длительность работ в рабочих днях для руководителя и студента соответственно составляют 8 и 65, в календарных днях – 14 и 84. Также по результатам таблицы 12 был составлен график проведения научного исследования. Работы, выполняемые руководителем, отмечены зеленым цветом, работы студента – оранжевым (Таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Календарный план – график проведения научных исследований

№ работ	Исполнитель	$T_{k,i}$, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Р	3																		
	С																			
2	С	5																		
3	С	5																		

Продолжение таблицы 4.9

4	Р	2																		
	С																			
5	Р	2																		
	С																			

6	Р	2																		
	С																			
7	С	22																		
8	С	5																		
9	Р	3																		
	С																			
10	С	33																		
11	Р	2																		
	С																			
12	С	2																		

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям: материальные затраты НТИ, затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, основная заработная плата исполнителей темы, дополнительная заработная плата исполнителей темы, отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления), затраты научные и производственные командировки, контрагентные расходы, накладные расходы.

4.2.4.1 Планирование материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расх_i}, \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расх_i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); Π_i – цена приобретения единицы i -го вида

потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);
 k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Принимаем $k_T = 20\%$ от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для проведения исследования приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (Z_M), руб.
Пробирки лабораторные	шт.	4	15	72
Цилиндры мерные 100 см ³	шт.	2	980	2352
Стакан стеклянный лабораторный 50 см ³	шт.	4	115	552
Стакан стеклянный лабораторный 400 см ³	шт.	1	335	402
Бюксы лабораторные стеклянные	шт.	6	165	1188
Итого				4566

4.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для экспериментальных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стенов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НИИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений. Результаты расчетов представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для экспериментальных работ

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Магнитная система	1	45	58	82	51,75	66,70	94,30
Термостат ВИС-Т-08-4 жидкостный	1	144			165,6		
Насос перистальтический LIOP LS-301	1	57			65,55		
Лабораторный шейкер Экрос ПЭ-6500	1	79,5			91,43		
Итого					374,43	389,38	416,98

4.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Для расчета основной заработной платы необходим баланс рабочего времени (Таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
– выходные дни	44	48
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
– отпуск	56	28
– невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275

Основная заработная плата работников $Z_{зп}$, непосредственно занятых выполнением НТИ, с учетом дополнительной (20 % от $Z_{осн}$) рассчитывается по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (7)$$

Основная заработная плата $Z_{\text{осн}}$ рассчитывается исходя из продолжительности работ T_p (раб. дн.) и среднедневной заработной платы $Z_{\text{дн}}$ по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p. \quad (8)$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течении года; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (Таблица 16).

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p, \quad (10)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,2; k_d – коэффициент доплат и надбавок, равный 0,5; k_p – районный коэффициент, равный для Томска 1,3.

Результаты расчета основной заработной платы представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	39300	0,2	0,5	1,3	86853	3598,69	8	28789,52
Инженер	26200	-	-	1,3	34060	1288,09	65	83725,85
Итого								112515,37

4.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с

обеспечением гарантий и компенсаций. Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (11)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (принимается равным 0,15). Тогда, дополнительная заработная плата руководителя и студента соответственно составляет 4318,43 и 12558,89 руб. По формуле 8 определили основную заработную плату с учетом дополнительной, которая для руководителя и студента соответственно составляет 28789,52 и 83725,85 руб.

4.2.4.5 Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды, численно равный 30 %. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Заработная плата, руб.	$k_{\text{внеб}}$	Размер отчислений, руб.
Руководитель	28789,52	0,3	8636,71
Студент	83725,85		25117,76
Итого			33754,46

4.2.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и

телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (13)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов принимаем равным 16 %.

С учетом принятого коэффициента накладные расходы составят:

$$Z_{\text{накл}_{\text{исп1}}} = (4566,00 + 374430 + 43063,64 + 6459,55 + 14856,95) \cdot 0,16 = 70940,18 \text{ руб.} \quad (14)$$

$$Z_{\text{накл}_{\text{исп2}}} = (4566,00 + 389380 + 43063,64 + 6459,55 + 14856,95) \cdot 0,16 = 73332,18 \text{ руб.} \quad (15)$$

$$Z_{\text{накл}_{\text{исп3}}} = (4566,00 + 416980 + 43063,64 + 6459,55 + 14856,95) \cdot 0,16 = 77748,18 \text{ руб.} \quad (16)$$

4.2.4.7 Формирование бюджет затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1.	Исп.2.	Исп.3.	
1. Материальные затраты НИИ	4566,00	4566,00	4566,00	Пункт 5.2.4.1

Продолжение таблицы 4.15

2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	374430	389380	416980	Пункт 5.2.4.2
--	--------	--------	--------	---------------

3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	43063,64	43063,64	43063,64	Пункт 5.2.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6459,55	6459,55	6459,55	Пункт 5.2.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	14856,96	14856,96	14856,96	Пункт 5.2.4.5
6. Накладные расходы	70940,18	73332,18	77748,18	Пункт 5.2.4.6
Бюджет затрат НИИ	514316,33	531658,33	563674,33	Сумма ст.1-8

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

Определение эффективности происходит на основе сравнения значений интегральных финансовых показателей, интегральных показателей ресурсоэффективности и интегрального показателя эффективности разработки, которые получают в ходе оценки бюджета затрат и сравнительной оценки характеристик трех (и более) вариантов разработок.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (17)$$

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.

Для альтернатив разработки:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.1}} = \frac{514316,30}{563674,30} = 0,91, \quad (18)$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.2}} = \frac{531658,30}{563674,30} = 0,94, \quad (19)$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.2}} = \frac{563674,30}{563674,30} = 1, \quad (20)$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i \quad (21)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения. Результаты расчетов приведены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Результативность	0,35	4	5	5
2. Затраты на материалы	0,2	5	4	3
3. Стабильность	0,15	5	4	3
4. Надежность работы	0,1	5	4	3
5. Восстанавливаемость	0,2	5	5	4
Итого	1	4,65	4,55	3,9

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{фин.р}} \quad (22)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 4.12.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность

проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{исп.1}}}. \quad (23)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,91	0,93	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,55	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	5,11	4,84	3,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,95	0,76

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный первый вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Таким образом, провели финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. Выявили, что основными сегментами рынка являются крупные предприятия, находящиеся в арктических климатических условиях. Проведен анализ внешней и внутренней среды проекта, который учитывается при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта. При неблагоприятных сдвигах в курсах валют, будет происходить переориентация на других внешних покупателей продукции, расширение рынка сбыта. При политической нестабильности – ориентация на внутреннего потребителя. Бюджет затрат для наиболее эффективного исполнения НТИ составит 514316,33 рублей.

Список использованных источников

1. Иовлева Е.Л., Лебедев М.П. Получение низкозастывающих дизельных топлив на примере талаканской нефти: дис. канд. техн. наук. – Якутск, 2016. – с. 14-18;
2. Гуреев А.А., Фукс И.Г., Лашхи В.Л. Химмотология. – М.:Химия, 1986 г. – 368 с;
3. Энглин Б.А. Применение моторных топлив при низких температурах. М.: Химия. 1968. – 164 с;
4. Синюта В.Р., Абрамова Л.В., Орловская Н.Ф. Физико-химические свойства зимнего дизельного топлива // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2017. – № 9-1. – с. 346-355;
5. Richard E. Dickerson, Harry B. Gray, Jr. Gilbert, P. Haight. Chemical principles. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Menlo Park, T. 3. – 1989. – 652 с;
6. Корнев А.Ю. Связь параметров комплексной обработки дизельного топлива и его эксплуатационных свойств / А.Ю. Корнев, И.В. Бусин, А.П. Ликсутина // Наука в центральной России. – 2019. – № 4(40). – с. 79-87;
7. Китайгородский А.И. Молекулярные кристаллы / А.И. Китайгородский – М.: Наука, 1971. – 424 с. 26;
8. Сюняева Р.З. Взаимосвязь строения молекул и физико-химических свойств n-алканов / Р.З. Сюняева // Химия и технология топлив и масел. – 1981. – № 3. – С. 53-55;
9. Дианов В.Г. Автоматизация производственных процессов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. [Учеб. пособие 114 для нефтехим. специальностей вузов]. – Москва: Химия, 1968. – 327 с;

10. Иовлева Е.Л., Лебедев М.П. Получение низкозастывающих дизельных топлив на примере талаканской нефти: дис. канд. техн. наук. – Якутск, 2016. – с. 14-18;
11. Гуреев А.А., Фукс И.Г., Лашхи В.Л. Химмотология. – М.:Химия, 1986 г. – 368 с;
12. Энглин Б.А. Применение моторных топлив при низких температурах. М.: Химия. 1968. – 164 с;
13. Казакова Л.П., Крейн С.Э. Физико-химические основы производства нефтяных масел. – М.: Химия, 1978. – 320 с;
14. Китайгородский А.И. Молекулярные кристаллы / А.И. Китайгородский – М.: Наука, 1971. – 424 с;
15. Tinprabath P., Hespel C., Chanchaona S., Foucher F. Influence of Biodiesel and Diesel Fuel Blends on the Injection Rate under Cold Conditions. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.12.010.>, свободный, Дата обращения: 26.05.2023 г;
16. Dunn R.O., Bagby M.O. Low-temperature properties of triglyceride-based diesel fuels: transesterified methyl esters and petroleum middle distillate/ester blends. J Am Oil Chem Soc 1995; 72(8):895-904;
17. Tertanian R.A. Депрессорные присадки к нефти, топливам и маслам. М.: Chemistry, 1990. 237 p;
18. Башкатова С.Т, Присадки к дизельным топливам / С.Т. Башкатова – М.: Химия, 1994. 256 с;
19. Fozilov S.F., Mavlanov B.A., Pulatova B.F., Fozilov H.S. Production of diesel fuels with improved low-temperature properties with depressor additives synthesized on the basis of heterocyclic ethers of acrylic acids. – International scientific review, 2017. – № 5. – P. 11-14;
20. Li Y., Guan X., Huang H., Zhang W., Zhang L., Nie H., Zhou G. Effects of combination of cold flow improvers on diesel solidification point depression. Petroleum Processing and Petrochemicals.2017; 48(4): 24-28;

21. Zhao Z., Xue Y., Xu G., Zhou J., Lian X., Liu P., Chen D., Han S., Lin H. Effect of the nano-hybrid pour point depressants on the cold flow properties of diesel fuel. *Fuel*. 2017; 193: 65-71;
22. Тертерян Р.А., Башкатова С.Т. Депрессорные присадки к дизельным топливам. – М.: ЦНИИТ Энефтехим, 1987. – 67 с;
23. J.B. Taraneh. Effect of wax inhibitors on pour point and rheological properties of Iranian waxy crude oil / *Fuel Processing Technology*. – 2008. – № 89. – P. 973- 977;
24. J.W. Qian. Influence of incipient chain dimension of EVA flow improver on the rheological behavior of crude oil / *Fuel*. – 1996. – № 75. – P. 161-163;
25. Machado A.L. Poly(ethylene-co-vinyl acetate) (EVA) as wax inhibitor of a Brazilian crude oil: oil viscosity, pour point and phase behavior of organic solutions / A.L. Machado, E.F. Lucas, G. Gonzalez // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. – 2001. – № 32. – P. 159-165;
26. C. Wu. Molecular dynamics simulation guiding the improvement of EVA-type pour point depressant / *Fuel*. – 2005. – № 16. – P. 2039-2047. 116;
27. Фоломеева А.Г. Депрессорные свойства сополимеров этилена с винилацетатом различного состава и молекулярной массы // Тезисы докладов IV Конгресса нефтегазопромышленников России. – М., 2003. – с. 122-123;
28. Machado A.L. The influence of vinyl acetate of the poly(ethylene – co – vinyl acetate) (EVA) additive on the viscosity and the pour point of a brazillian crude oil / A.L. Machado, E.F. Lucas // *Petroleum Science and Technology*. – 2001. – № 19. – P. 197-204;
29. Кондрашева Н.К. Восприимчивость нефтяных фракций к сополимерам этилена с винилацетатом // Тезисы докладов IV Конгресса нефтегазопромышленников России. – М., 2003. – с. 121-122;
30. Fozilov S.F., Mavlanov B.A., Namidov B.N., Askarov M.A. Получение депрессорных присадок к дизельным топливам, синтезом гетероциклических эфиров полиметакриловых кислот и их применение. *Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*, 2014. № 16. P. 3-66;

31. Fozilov S.F. Получение депрессорных присадок на основе низкомолекулярного полиэтилена и изучение механизма их действия на дизельные топлива, *Journal of Chemistry of the Republic of Uzbekistan*, 2013. № 6. P. 36-39;
32. Mavlanov B.A. Особенности полимеризации и сополимеризации бензоксазолтион метилметакрилата и свойства полимеров на его основе. Abstract of the diss. Cand. Chem – Tashkent, 1990. 21 p;
33. K. Mitchell. The Use of Flow Improved Diesel Fuel at Extremely Low Temperatures, SAE Paper 982576, 1998;
34. Lapuerta M., Rodríguez-Fernández J., Fernández-Rodríguez D., PatiñoCamino R. Cold Flow and Filterability Properties of N-Butanol and Ethanol Blends with Diesel and Biodiesel Fuels. *Fuel* 2018, 224 (March), 552-559;
35. А.И. Динцес, Л.А. Потоловский, Б.Т. Абаева. Основы технологии нефтехимического синтеза. [Сборник статей] / Под ред. проф. А.И. Динцеса и проф. Л.А. Потоловского. – Москва: Гостоптехиздат, 1960. – 852 с;
36. Энглин Б.А. Применение моторных топлив при низких температурах. М.: Химия, 1968. – 164 с. (Издание второе, переработанное).
37. Jang B.W.L., Gläser R., Dong M., Liu C.J. Fuels of the Future. *Energy Environ. Sci.* 2010, 3 (3), 253;
38. Камешков А.В., Гайле А.А. Получение дизельных топлив с улучшенными низкотемпературными свойствами. Органический синтез и биотехнология – Санкт-Петербург, 2015, – 49 с;
39. Агаев С.П., Яковлев Н.С., Гультияев С.В. Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив. *Химия природного топлива* – Тюмень, 2007, – 488 – 495 с;
40. Ганиева Т.Ф., Гатиуллин Е.А. Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив. *Вестник Казанского технологического университета* – Казань, 2015, – 209 – 210 с;
41. Машнич В.В., Павлова А.А., Францина Е.В., Майлин М.В. Экспериментальные исследования влияния концентрации депрессорной

присадки на изменение низкотемпературных свойств дизельных фракций. Химия, экология, урбанистика – Пермь, 2020, – 169 – 173 с;

42. Уразаева А.А., Сидоров Г.М., Валинуров Р.Р., Азнабаев Ш.Т. Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив. Технические науки – Уфа, 2017, – 93 – 98 с;

43. Романцова С.В., Алибаев Б.Т., Корнев А.Ю., Бусин И.В. Исследование смазывающих и низкотемпературных свойств дизельных топлив с добавлением пав на основе триацилглицеринов рыжикового масла. Наука в центральной России – Тамбов, 2017, – 61 – 69 с;

44. Пивоварова Н.А., Акишина Е.С., Сальникова Т.В., Лагарова И.Р., Нурмамбетов Д.Д. Преимущества магнитной обработки дизельных топлив. Технические и естественные науки – Астрахань, 2019, – 7 – 14 с;

45. Бганцев В.Н. Оценка чувствительности биодизельного топлива к магнитной обработке по изменению цетаного числа – Самара, 2008, – 1 – 2 с;

46. Кочарян О.С., Власова Г.В. Разработка варианта получения дизельного топлива с улучшенными показателями качества – Уфа, 2021, – 42 – 45 с;

47. Тянь В.К. Нефтегазовый комплекс: проблемы инновации – Самара, 2018, – 104 – 115 с;

48. Батялов А.А., Ларин В.С., Чернов А.Ф., Щаев О.И., Яковлев С.Г. Эффект обработки дизельного топлива униполярными магнитными импульсами. Научные проблемы водного транспорта – Нижний Новгород, 2006, – 125 – 128 с;

49. ТУ 4215-025-60283547-2005 Измерители низкотемпературных показателей нефтепродуктов ИНПН, 2006 г;

50. Вискозиметр Штабингера SVM3000 (Anton Paar) / Группа компаний «Гранат» – измерительные приборы, аналитическая аппаратура, лабораторное оборудование, расходные материалы [Электронный ресурс] URL: <http://granat-e.ru/svm3000.html> (дата обращения: 21.04.2023);

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

52. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 16.03.2023);

53. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200044235> (дата обращения: 16.03.2023);

54. ГОСТ 12.0.003- 2015. Система стандартов безопасности труда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 16.03.2023);

55. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 16.03.2023);

56. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения: 16.03.2023);

57. ПРИКАЗ от 15 декабря 2020 года N 903н Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573264184> (дата обращения: 16.03.2023);

58. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 16.03.2023);

59. СП 12.131330.2009. Определение категории категорий помещений, зданий и наружных [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 16.03.2023).