



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
<b>Определение оптимальных концентраций депрессорных присадок для дизельного топлива</b>

УДК 665.753.4.038.64

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Лакизо Татьяна Александровна		

#### Руководитель ВКР

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

#### Консультант

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

#### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

#### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2023 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП  
«Химическая технология переработки нефти и газа»  
(направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»)**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Универсальные компетенции</b>	
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
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
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

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП/ОПОП  
 \_\_\_\_\_ Мойзес О.Е.  
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Д92	Лакизо Татьяне Александровне

Тема работы:

<b>Определение оптимальных концентраций депрессорных присадок для дизельного топлива</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 30.01.2023 г. № 30-98/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2023 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Образцы дизельного топлива, образцы депрессорных присадок.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1 Литературный обзор 1.1 Состав, свойства и марки дизельных топлив 1.2 Способы получения низкозастывающего дизельного топлива 1.3 Обзор современных присадок для эксплуатации топлив при низкой температуре 1.4 Механизм действия и анализ эффективности действия различных 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 характеристик

	3 Расчеты и аналитика 3.1 Состав и физико-химические свойства образцов дизельного топлива 3.2 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей образцов дизельного топлива с депрессорными присадками 4 Результаты исследования 4.1 Анализ влияния добавления депрессорных присадок первой группы в исследуемые образцы дизельного топлива 4.2 Анализ влияния добавления депрессорных присадок второй группы в исследуемые образцы дизельного топлива 4.3 Рекомендации по использованию депрессорных присадок
<b>Перечень графического материала</b>	Нет
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	к.т.н., доцент ОГН ШБИП Криницына З.В.
Социальная ответственность	старший преподаватель ООД ШБИП Гуляев М.В.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Нет	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	30.01.2023 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Лакизо Татьяна Александровна		



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  
ООП Химическая технология переработки нефти и газа  
Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии  
Уровень образования Бакалавр  
Отделение химической инженерии  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2022 /2023 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2023	Введение	10
15.03.2023	Литературный обзор: состав, свойства и марки дизельных топлив, способы получения низкозастывающего дизельного топлива, обзор современных присадок для эксплуатации топлив при низкой температуре, механизм действия и анализ эффективности действия различных депрессорных присадок.	15
01.04.2023	Объект и методы исследования: объект исследования, методики определения физико-химических свойств, эксплуатационных характеристик и состава исследуемых образцов, методики определения низкотемпературных характеристик.	15
15.04.2023	Расчеты и аналитика: состав и физико-химические свойства образцов дизельного топлива, результаты определения низкотемпературных свойств смесей образцов дизельного топлива с депрессорными присадками.	20

01.05.2023	Результаты исследования: анализ влияния добавления депрессорных присадок первой группы в исследуемые образцы дизельного топлива, анализ влияния добавления депрессорных присадок второй группы в исследуемые образцы дизельного топлива, рекомендации по использованию депрессорных присадок.	20
20.05.2023	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение». Раздел «Социальная ответственность»	10
01.06.2023	Выводы	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

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

**Консультант**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

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

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Лакизо Татьяна Александровна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 94 страницы, 10 рисунков, 30 таблиц, 61 источник.

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

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

Цель работы – определение оптимальных концентраций депрессорных присадок для различных образцов дизельного топлива.

Объект исследования – 2 образца дизельного топлива, 5 депрессорных присадок, а также их смеси.

Предмет исследования – низкотемпературные характеристики смесей дизельного топлива с депрессорными присадками в различных концентрациях, а также эффективность действия депрессорных присадок.

В ходе работы определены и проанализированы низкотемпературные характеристики смесей образцов дизельного топлива с депрессорными присадками в различной концентрации; выявлены закономерности влияния концентрации депрессорных присадок различного состава на эффективность их действия.

Экономическая эффективность/значимость работы: добавление депрессорных присадок в оптимальной концентрации позволит ресурсоэффективно использовать данные компоненты, а также повысить объемы производства дизельного топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами.

## Содержание

Введение.....	12
Определения, обозначения, сокращения .....	15
1 Литературный обзор .....	16
1.1 Состав, свойства и марки дизельных топлив .....	16
1.2 Способы получения низкозастывающего дизельного топлива.....	22
1.3 Обзор современных присадок для эксплуатации топлив при низкой температуре.....	22
1.4 Механизм действия и анализ эффективности действия различных депрессорных присадок.....	24
2 Объект и методы исследования .....	27
2.1 Объект исследования .....	27
2.2 Методики определения физико-химических свойств, эксплуатационных характеристик и состава исследуемых образцов .....	28
2.2.1 Методика определения цетанового индекса .....	28
2.2.3 Методика определения плотности и вязкости .....	29
2.2.4 Методика определения фракционного состава.....	31
2.2.5 Методика определения группового состава.....	32
2.3 Методики определения низкотемпературных характеристик.....	32
2.3.1 Методика определения температур помутнения и застывания .....	32
2.3.2 Методика определения предельной температуры фильтруемости .....	34
3 Расчеты и аналитика .....	35
3.1 Состав и физико-химические свойства образцов дизельного топлива .....	35
3.2 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей образцов дизельного топлива с депрессорными присадками .....	37
4 Результаты исследования .....	40
4.1 Анализ влияния добавления депрессорных присадок первой группы в исследуемые образцы дизельного топлива .....	40
4.2 Анализ влияния добавления депрессорных присадок второй группы в исследуемые образцы дизельного топлива .....	42
4.3 Рекомендации по использованию депрессорных присадок .....	43
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	46
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	46
5.2 Анализ конкурентных технических решений.....	46
5.3 SWOT-анализ.....	48

5.4	Планирование работ по научно-техническому исследованию .....	51
5.4.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	51
5.4.2	Оценка трудоемкости .....	52
5.4.3	Разработка графика проведения научного исследования .....	53
5.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	55
5.5.1	Расчет материальных затрат НИ.....	55
5.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ .....	55
5.5.3	Основная заработная плата исполнителя темы.....	57
5.5.4	Расчет дополнительной заработной платы.....	60
5.5.5	Отчисления во внебюджетные фонды .....	61
5.5.6	Накладные расходы.....	62
5.5.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	62
5.6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	63
6	Социальная ответственность .....	68
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	68
6.1.1	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства .....	68
6.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	70
6.2	Производственная безопасность.....	70
6.2.1	Анализ потенциально вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования .....	70
6.2.2	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований .....	73
6.2.2.1	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего .....	73
6.2.2.2	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения .....	74
6.2.2.3	Повышенный уровень шума .....	75
6.2.2.4	Производственные факторы, связанные с электрическим током .....	76
6.2.2.5	Повышенный уровень общей вибрации .....	77
6.2.2.6	Пожаровзрывобезопасность.....	78
6.2.3	Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего) .....	80
6.3	Экологическая безопасность.....	80

6.3.1. Воздействие на атмосферу .....	81
6.3.2. Воздействие на гидросферу .....	81
6.3.3. Воздействие на литосферу .....	81
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	81
6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований, и ЧС, которые могут произойти на рабочем месте.....	82
6.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....	82
Выводы .....	84
Список публикаций обучающегося.....	86
Список использованных источников .....	88

## Введение

В настоящее время происходит активное освоение северных территорий ведущими нефтедобывающими компаниями. К таким территориям можно отнести континентальный шельф, богатый полезными ископаемыми.

Ввиду суровых климатических условий освоение данных территорий является затруднительным из-за проблем с эксплуатацией различной техники, работающей на дизельном топливе. Решить данную проблему помогает использование депрессорных присадок, способствующих снижению низкотемпературных характеристик.

Механизм действия используемых депрессоров, их состав и концентрация могут влиять на низкотемпературные характеристики дизельного топлива. Исследования, связанные с повышением эффективности действия депрессорных присадок для дизельного топлива являются релевантными.

**Целью работы** является определение оптимальной концентрации депрессорных присадок для двух различных образцов дизельного топлива.

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

1. Определить и проанализировать состав и физико-химические свойства образцов дизельного топлива, оценить соответствие требованиям стандартов.
2. Приготовить смеси дизельного топлива с различными депрессорными присадками в различной концентрации. Определить и проанализировать низкотемпературные характеристики смесей, оценить соответствие требованиям стандартов.
3. Выявить закономерности влияния концентрации различных по составу групп депрессорных присадок на эффективность их действия и низкотемпературные свойства дизельного топлива.

4. Выработать рекомендации по использованию депрессорных присадок для получения дизельного топлива различных марок.

**Объектом исследования** в работе служат два образца прямогонного дизельного топлива, полученных с разных месторождений, а также депрессорные присадки различного состава.

**Предметом исследования** являются низкотемпературные характеристики смесей дизельного топлива с депрессорными присадками в различных концентрациях, а также эффективность действия депрессорных присадок.

#### **Научная новизна работы:**

1. Установлено, что эффективность действия депрессорных присадок, содержащих в составе дистилляты нефти, алифатические углеводороды и гликоли в отношении предельной температуры фильтруемости имеет экстремум, повышение концентрации присадок приводит к снижению эффективности действия; в отношении температуры застывания – прямо пропорциональна концентрации.

2. Установлено, что эффективность действия депрессорных присадок, содержащих в составе олефины, содержащие галогены и сложные эфирные группы, растворенные в органическом растворителе в отношении как предельной температуры фильтруемости, так и температуры застывания прямо пропорциональна концентрации.

#### **Практическая значимость работы:**

Выявлено, что концентрация депрессорных присадок, рекомендованная производителями, не всегда является оптимальной для использования.

Установлено, что использование депрессорных присадок в оптимальной концентрации, отличной от рекомендованной производителем, в ряде случаев позволило снизить низкотемпературные характеристики образцов дизельного топлива.

Выработаны рекомендации по использованию депрессорных присадок для получения дизельного топлива различных марок. Выработанные

рекомендации позволят ресурсоэффективно использовать присадки и повысить объемы выпуска товарных дизельных топлив.

#### **Апробация работы:**

Основные положения работы были представлены на Международной конференции «Химия нефти и газа», 2022 г.; Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, 2022 г.; Национальной научно-практической студенческой конференции «Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых», 2022 г.; Международной научной студенческой конференции МНСК-2023, 2023 г.; XXVII Международном молодёжном научном симпозиуме имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», 2023 г.; XXIV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке», 2023 г. По итогам работы подготовлено 8 публикаций.

## Определения, обозначения, сокращения

ДТ – дизельное топливо;

ДП – депрессорная присадка;

НТХ – низкотемпературная характеристика;

ЦЧ – цетановое число;

ЦИ – цетановый индекс;

Тп – температура помутнения;

Тз – температура застывания;

ПТФ – предельная температура фильтруемости;

ДТ №1 – образец дизельного топлива №1;

ДТ №2 – образец дизельного топлива №2;

ДП №1 – депрессорная присадка №1;

ДП №2 – депрессорная присадка №2;

ДП №3 – депрессорная присадка №3;

ДП №4 – депрессорная присадка №4;

ДП №5 – депрессорная присадка №5.

# 1 Литературный обзор

## 1.1 Состав, свойства и марки дизельных топлив

Дизельное топливо (ДТ) – это жидкий нефтепродукт, полученный путем прямой перегонки нефти с пределами выкипания от 180 до 360 °С. ДТ – это прозрачная, более вязкая, чем бензин, жидкость. Окраска ДТ зависит от состава и меняется от желтого до светло-коричневого цвета.

В состав ДТ могут входить нафтеновые, ароматические и парафиновые углеводороды, последние при низких температурах кристаллизуются. В связи с этим в зависимости от условий применения выделяют четыре марки ДТ, согласно [1]:

- Летнее ДТ (марка Л) применяется при температуре окружающей среды не ниже -5 °С;
- Межсезонное ДТ (марка Е) применяется при температуре окружающей среды не ниже -15 °С;
- Зимнее ДТ (марка З) применяется при температуре окружающей среды 25-35 °С;
- Арктическое ДТ (марка А) применяется при температуре окружающей среды не ниже -45 °С.

К основным физико-химическим и эксплуатационным характеристикам ДТ относят: цетановое число, содержание серы, вязкость, плотность, температуру вспышки, фракционный состав, а также низкотемпературные характеристики (НТХ).

Цетановое число (ЦЧ) – характеристика ДТ, определяющая мягкую или жесткую работу двигателя. Данная характеристика оценивается путем сравнения испытуемого и эталонного топлива.

Попавшее в цилиндр двигателя ДТ, воспламеняется не сразу, а через определенное время, называемое периодом задержки самовоспламенения. Чем данный период выше, тем ниже будет ЦЧ, а это свидетельствует о жесткой работе двигателя [2].

Для определения самовоспламеняемости анализируемый образец ДТ сравнивают с эталонным образцом. В качестве эталонов используют смеси углеводородов: цетана ( $C_{16}H_{34}$ ), обладающего высокой самовоспламеняемостью, принятой за 100, и  $\alpha$ -метилнафталина ( $C_{7}H_{10}CH_3$ ), самовоспламеняемость которого принята за 0 [3].

ЦЧ выпускаемых ДТ, как правило, находится в пределах 40-50 единиц. Применение топлив с ЦЧ меньше 40 единиц приводит к жесткой работе двигателя, а при использовании ДТ с ЦЧ больше 50 единиц происходит увеличение удельного расхода топлива за счет уменьшения полноты сгорания. Летом рекомендуется применять топлива с ЦЧ равным 40-45 единиц, а зимой для обеспечения холодного пуска двигателя необходимо ЦЧ не менее 45-50 единиц.

Цетановый индекс (ЦИ) – показатель, определяемый расчетно в случаях, когда двигатель при испытаниях недоступен для непосредственного определения ЦИ или в наличии имеется проба, не соответствующая требованиям метода с использованием двигателя [4]. Существует уравнение, по которому ЦИ вычисляют, используя плотность топлива и температуру кипения 50 % (по объёму) фракции [5]:

$$ЦИ = 454,74 - 1641,416 \cdot \rho + 774,74 \cdot \rho^2 - 0,554 \cdot t + 97,803 (\lg t)^2, \quad 1.1$$

где  $\rho$  – плотность при 15 °С, определенная по [6], г/см<sup>3</sup>;  $t$  – температура кипения 50 % (по объёму) фракции с учетом поправки на нормальное барометрическое давление 101,3 кПа, определяется по [7], °С.

В области ЦЧ от 30 до 60 единиц для дистиллятных ДТ расчётный ЦИ совпадает (с 75 % доверительной вероятностью) с ЦЧ, определённым экспериментально на испытательной аппаратуре, с расхождением в пределах  $\pm 2$  цетановые единицы [8].

Большое количество серосодержащих соединений (меркаптанов, сульфидов, дисульфидов, тиофанов, тиофенов, а также элементарной серы и сероводорода) в ДТ приводит к износу двигателя и возникновению

нагарообразования, сокращая срок службы техники. Отсутствие серы и ее соединений в топливе приводит к понижению смазывающей способности ДТ.

Для увеличения срока службы двигателя данный показатель контролируется стандартами [1, 9]. Исходя из данных источников, допустимое содержание серы в ДТ составляет не более 2000 мг/кг, содержание меркаптановой серы не более 0,01 % об. [1].

Источник [9] включает нормы контроля содержания серы, представленные в Таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Классификация ДТ по экологическим классам в зависимости от содержания серы

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

Стоит отметить, что с 01 января 2016 г. на территории Российской Федерации разрешен выпуск и обращение ДТ экологического класса не ниже К5 [10].

Вязкость является важным показателем качества ДТ. Различают динамическую, кинематическую и условную. Сила внутреннего трения между двумя слоями жидкости определяется из уравнения [11]:

$$F = \eta \cdot S \cdot \frac{dv}{dx}, \quad 1.2$$

где  $S$  – площадь поверхности соприкасающихся слоев;  $\frac{dv}{dx}$  – градиент скорости движений слоев жидкости в направлении, перпендикулярном движению;  $\eta$  – коэффициент динамической вязкости.

Динамическая вязкость выражается в Пуазах. Пуаз численно равен силе сопротивления в Динах. Данная сила возникает при перемешивании со скоростью 1 см/с двух слоев жидкости площадью 1 см<sup>2</sup>, находящихся на расстоянии 1 см. Единица измерения динамической вязкости в Международной системе единиц (СИ) – Паскаль-секунда, Па·с.

Кинематическая вязкость представляет собой динамическую вязкость, отнесенную к плотности жидкости. Кинематическая вязкость может измеряться в стоксах, в Международной системе единиц (СИ) кинематическая вязкость имеет размерность м<sup>2</sup>/с [12].

Условная вязкость – это отношение времени истечения из вискозиметра испытуемого нефтепродукта ко времени истечения воды.

Значение вязкости должно находиться в определенных пределах. ДТ, имеющее низкую вязкость, просачивается в зазоры плунжерной пары, подтекает из форсунок, также такое топливо обладает пониженной смазывающей способностью.

В случае, когда топливо обладает повышенной вязкостью, образуются крупные капли, происходит неполное сгорание и нагарообразование, а также возрастает гидравлическое сопротивление в трубопроводах, из-за чего нарушается гидродинамический режим подачи топлива. Ухудшается смесеобразование.

В соответствие со стандартом [1] нормативные значения вязкости представлены в Таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Нормативные значения вязкости

Показатель	Значение для марки			
	Л	Е	З	А
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	3,0-6,0	3,0-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0

Плотностью жидкости называется масса вещества, заключенная в единице объема. Единицей измерения плотности в Международной системе единиц (СИ) служит кг/м<sup>3</sup> [13].

Плотность нефтепродукта можно определить по следующей формуле [14]:

$$\rho = \rho_{293} + \xi(293 - T), \quad 1.3$$

где  $\rho_{293}$  – плотность нефтепродукта при 20 °С;  $\xi$  – температурная поправка, которая определяется по формуле:

$$\xi = 1,825 - 0,001315 \cdot \rho_{293} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}, \quad 1.4$$

Так же, плотность, в зависимости от температуры, может быть определена по формуле Д.И. Менделеева:

$$\rho = \frac{\rho_{293}}{1 + \beta_p(T - 293)}, \quad 1.4$$

где  $\beta_p$  – коэффициент объемного расширения, 1/К.

Повышенная плотность ДТ снижает образование продуктов полного сгорания топлива, увеличивает выбросы продуктов неполного окисления и конденсации, а также снижает ЦЧ ДТ, ухудшает смесеобразование в двигателях и увеличивает нагарообразование [15].

В соответствие со стандартом [1] нормативные значения плотности представлены в Таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Нормативные значения плотности

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

Фракционный состав – характеристика, определяющая испаряемость и пусковые свойства ДТ, которые определяется температурой выкипания 50 и 95 % об. ДТ. Первая температура перегонки характеризует легкость пуска двигателя, а вторая ограничивает в нем содержание тяжелых фракций. Облегченный фракционный состав характеризует лучшую испаряемость топлива, однако, ухудшает его воспламеняемость и затрудняет пуск двигателя. Увеличенное содержание в ДТ тяжелых фракций ведет к ухудшению распыливания, испарения и сгорания топлива. В результате топливная экономичность двигателя снижается, и он начинает дымить. Из-за смывания масла со стенок цилиндров несгоревшими тяжелыми фракциями топлива износ деталей цилиндропоршневой группы дизеля повышается.

Температура вспышки тесно связана с фракционным составом. При данной температуре пары нефтепродукта образуют с воздухом горючую смесь, вспыхивающую при поджигании. От температуры вспышки зависит

пожарная опасность при хранении, транспортировании и эксплуатации ДТ [16].

Согласно требованиям стандарта [1], фракционный состав ДТ должен удовлетворять следующим требованиям (Таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Фракционный состав ДТ

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

При понижении температуры нормальные парафины, входящие в состав ДТ, способны кристаллизоваться. По мере уменьшения температуры топливо проходит через три стадии: мутнеет, после чего достигает предела фильтруемости и застывает. Это связано с тем, что в топливе появляются разрозненные кристаллы, которые оседают на фильтрах и ухудшают подачу топлива. Далее теряется подвижность нефтепродукта вследствие образования из кристаллизующихся углеводородов каркаса.

Температурой помутнения ( $T_{п}$ ) называют температуру, при достижении которой топливо теряет свою прозрачность (мутнеет) в сравнении с эталонным образцом в результате выпадения кристаллов парафинов. Нормальная работа двигателя обеспечивается при  $T_{п}$  топлива на 5-10 °С ниже температуры, при которой эксплуатируется техника.

Температура застывания ( $T_{з}$ ) – температура, при которой ДТ остается неподвижным при наклоне стандартной пробирки под углом 45° в течении 1 минуты. Дизельный двигатель работает бесперебойно при  $T_{з}$  топлива на 5-10 °С ниже температуры, при которой эксплуатируется техника [17].

На нефтеперерабатывающих заводах  $T_{п}$  и  $T_{з}$  снижают удалением высокоплавких углеводородов (данный процесс носит название депарафинизация). Также улучшить данные характеристики помогает использование депрессорных присадок (ДП).

За предельную температуру фильтруемости (ПТФ) принимают температуру, при которой топливо перестает прокачиваться через фильтрующую установку в двигателе из-за забивки фильтра кристаллами нормальных парафинов. Обычно, ПТФ на 3-8 °С ниже температуры помутнения [18].

## **1.2 Способы получения низкозастывающего дизельного топлива**

В условиях сурового климата необходимо низкозастывающее ДТ. Получить такое топливо можно разными способами, среди которых можно выделить [19]:

- 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 в составе топлива;
- Применение процессов гидрокрекинга, гидроизомеризации, каталитической депарафинизации, позволяющих превращать парафиновые углеводороды в углеводороды других классов;
- Использование ДП.

Последний способ является самым эффективным и экономически выгодным, поскольку позволяет существенно улучшить НТХ в короткий срок, без использования сложных, многостадийных процессов.

ДП – препарат, который добавляется в ДТ в небольшом количестве для улучшения его НТХ.

## **1.3 Обзор современных присадок**

### **для эксплуатации топлив при низкой температуре**

При использовании ДТ при низких температурах потребитель сталкивается с большим количеством проблем, таких как затрудненный запуск двигателя, нарушение регулировки карбюраторного двигателя,

нарушение прокачиваемости ДТ, расслоение ДТ и др. Избежать данных проблем можно с помощью использования присадок различного вида.

Присадки для эксплуатации топлив при низкой температуре подразделяются на антиоблединительные, противоводокристаллизующие, диспергаторы парафинов и ДП [20].

При низких температурах в топливе могут образовываться кристаллы льда, которые, откладываясь на фильтрах, вызывают перебои в работе двигателя и создают аварийную ситуацию. Антиоблединительные присадки предназначены для предотвращения отложения льда на поверхности карбюраторов. В состав таких присадок могут входить спирты, гликоли, а также поверхностно-активные вещества, образующие защитные пленки на кристаллах льда и металлических деталях. Данные присадки используются в странах с морским климатом [21]. К данному типу присадок можно отнести присадку МПК С10L 1/183 [22].

Часто вместе с антиоблединительными присадками используются противоводокристаллизующие присадки. Они образуют низкозастывающие смеси с водой, растворенной в топливе, тем самым предотвращают образование кристаллов льда и способствуют удалению из топлива ранее образовавшихся кристаллов.

ДП обеспечивают эффективное применение ДТ в условиях пониженных температур, обеспечивая снижение ПТФ и Тз ДТ. Для предотвращения помутнения топлива, вследствие чего двигатель может работать некорректно, данные присадки используются совместно с диспергаторами парафинов. Принцип работы диспергаторов парафинов заключается в предотвращении начала их кристаллообразования. В качестве диспергаторов парафинов чаще всего используют различные маслорастворимые азотсодержащие органические соединения, обладающие поверхностно-активными свойствами в системе кристаллы парафина – жидкое углеводородное топливо. К числу таких соединений относятся полные амиды одно- и многоосновных карбоновых кислот, аммонийные соли

неполных амидов многоосновных карбоновых кислот, амидоэфиры многоосновных карбоновых кислот, жирорастворимые амины, производные N-сукцинимиды, азотсодержащие полимеры и некоторые другие азотсодержащие соединения. К данному типу присадок можно отнести присадку МПК С10L 1/22 [23].

#### **1.4 Механизм действия и анализ эффективности действия различных депрессорных присадок**

По данным [24], существует две теории, описывающие механизм действия ДП. По первой теории молекулы ДП адсорбируются на поверхности кристалла парафина полярной частью, неполярная часть при этом обращена в среду и затрудняет сближение кристаллов парафина и их ассоциацию. По второй теории парафин и молекулы ДП сокристаллизуются, при этом неполярная часть депрессора встраивается в кристалл парафина, а полярные части, остающиеся снаружи, мешают новым молекулам парафина осесть на кристалле, в результате чего рост кристалла замедляется.

Обобщая эти две теории, можно сказать, что основной принцип действия ДП состоит в модификации структуры кристаллизующихся парафинов и предотвращении агломерации кристаллов – уменьшении их размеров и роста. Так же механизм действия ДП зависит от их химического строения и состава нефтяных дистиллятов [25].

В работе [26] авторы исследуют влияние физико-химических свойств ДП на их эффективность. Для понижения  $T_3$  ДТ наиболее эффективными считаются ДП на основе полиакрилатов, поливинилацетатов и их сополимеров, для снижения  $T_п$  и ПТФ наиболее эффективны азотсодержащие присадки. Так же наиболее высокой эффективностью обладают присадки с относительно высокой температурой плавления, со средней характеристической вязкостью и низкой разветвленностью алифатических звеньев в структуре полимеров.

В работе [27] были проведены исследования по улучшению эксплуатационных характеристик ДТ. В рамках улучшения

низкотемпературных характеристик была рассмотрена эффективность действия ДП при изменении фракционного состава ДТ. В результате был сделан вывод, что эффективность действия ДП зависит от количества парафинов, содержащихся в углеводородной цепи, от содержания атомов углерода от  $C_8$  до  $C_{16}$  и наклона плеча молекулярно-массового распределения парафинов.

В работе были выделены методы улучшения приемистости ДТ к присадкам:

- Удлинение «хвостовой» фракции ДТ, выраженное как разница между температурой конца кипения топлива и 90 % точкой в диапазоне 24-30 °С;
- Утяжеление температуры конца кипения топлива до максимально возможной (ограничением является 95 % точка кипения, которая должна быть не выше 360 °С, применимо к топливам для умеренных климатических условий);
- Поддержание температур присадок и ДТ в пределах 40-50 °С в момент дозирования;
- Учет взаимовлияния присадок различного функционального назначения;
- Фракционирование компонентов ДТ на установках ЭЛОУ-АВТ.

В работе [28] исследовано действие депрессорно-диспегрирующей присадки Dewaxol 7801 на летнее ДТ. В ходе работы была определена ПТФ смесей ДТ и данной присадки. Смешивание компонентов проводилось при температуре 40, 50, 60 °С. В результате максимальное понижение ПТФ достигается при концентрации в 0,1 %, такой результат прослеживается при всех температурах нагрева ДТ. Так же стоит отметить, что максимальный депрессорный эффект наблюдается при самой высокой температуре нагрева топлива, равной 60 °С. Это объясняется механизмом действия депрессорной присадки, по которому молекулы депрессора способны препятствовать зарождению кристаллов парафинов, но не способны останавливать рост уже

сформировавшихся агрегатов. Иначе говоря, ДП будет эффективна, если парафины полностью растворены в ДТ.

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Объект исследования

Объектом исследования в работе служат два образца прямогонного ДТ, полученных с разных месторождений (ДТ №1 и ДТ №2).

В ходе работы были приготовлены смеси прямогонного ДТ и с пятью различными ДП (ДП №1, ДП №2, ДП №3, ДП №4, ДП №5). Состав используемых ДП в соответствии с данными от производителей представлен в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Состав ДП

ДП	Состав ДП
ДП №1	Дистилляты нефти, бутилгликоль, нафталин
ДП №2	Дистилляты нефти, гликолевый эфир, кондиционер металла SMT <sup>2</sup> , функциональные добавки
ДП №3	Уайт-спирит > 30 %, пакет депрессорно-диспергирующих присадок 15-30 %, смазывающие компоненты < 5 %, цетаноповышающие компоненты < 5 %
ДП №4	Олефины, содержащие галогены и сложные эфирные группы, растворенные в органической растворителе
ДП №5	Алифатические углеводороды > 30 %, пакет присадок

Для приготовления смесей ДТ и ДП были использованы пять доступных на рынке ДП в различной концентрации, выраженной в условных единицах (у.е.). За 1 у.е. была принята концентрация, рекомендованная производителем.

Маркировка полученных смесей, концентрации ДП и объемы компонентов в смесях представлены в Таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Концентрации и объем компонентов в смесях

Маркировка	Объем ДП, мл					Объем ДТ, мл				
	0,5 у.е.	0,7 у.е.	1,0 у.е.	1,5 у.е.	2,0 у.е.	0,5 у.е.	0,7 у.е.	1,0 у.е.	1,5 у.е.	2,0 у.е.
ДТ №1										
ДТ №1 + ДП №1	0,13	0,18	0,26	0,39	0,52	49,87	49,82	49,74	49,61	49,48
ДТ №1 + ДП №2	0,10	0,14	0,20	0,30	0,40	49,90	49,86	49,80	49,70	49,60
ДТ №1 +	0,20	0,28	0,40	0,60	0,80	49,80	49,72	49,60	49,40	49,20

ДП №3										
ДТ №1 + ДП №4	0,25	0,35	0,50	0,75	1,00	49,75	49,65	49,50	49,25	49,00
ДТ №1 + ДП №5	0,33	0,46	0,65	0,98	1,30	49,67	49,54	49,54	49,02	48,70
<b>ДТ №2</b>										
ДТ №2 + ДП №1	0,13	0,18	0,26	0,39	0,52	49,87	49,82	49,74	49,61	49,48
ДТ №2 + ДП №2	0,10	0,14	0,20	0,30	0,40	49,90	49,86	49,80	49,70	49,60
ДТ №2 + ДП №3	0,20	0,28	0,40	0,60	0,80	49,80	49,72	49,60	49,40	49,20
ДТ №2 + ДП №4	0,25	0,35	0,50	0,75	2,00	49,75	49,65	49,50	49,25	49,00
ДТ №2 + ДП №5	0,33	0,46	0,65	0,98	1,30	49,67	49,54	49,54	49,02	48,70

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

### **2.2.1 Методика определения цетанового индекса**

Расчет ЦИ производился по методике, представленной в [29].

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

После проведения необходимых измерений ЦИ был рассчитан по следующей формуле:

$$\text{ЦИ} = 45,2 + 0,0892 \cdot T_{10N} + (0,131 + 0,901 \cdot B) \cdot T_{50N} + (0,0523 - 0,42 \cdot B) \cdot T_{90N} + [0,00049 \cdot (T_{10N}^2 - T_{90N}^2)] \cdot 107B + 60B^2, \quad 2.1$$

$$T_{10N} = T_{10} - 215, \quad 2.2$$

$$T_{50N} = T_{50} - 260, \quad 2.3$$

$$T_{90N} = T_{90} - 310, \quad 2.4$$

$$B = e^{-0,0035 \cdot D_N} - 1; D_N = D - 850, \quad 2.5$$

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/м<sup>3</sup>.

### **2.2.2 Методика определения содержания серы**

Содержание серы в ДТ было определено по методике, представленной в [30]. При выполнении анализа был использован анализатор «СПЕКТРОСКАН S», представленный на Рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Анализатор рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный «СПЕКТРОСКАН S» [31]

Принцип работы прибора заключается в облучении анализируемого образца рентгеновской трубкой низкой мощности, при котором с поверхности пробы исходит вторичное излучение (флуоресцирование) в рентгеновском диапазоне длин волн электромагнитного излучения, спектральный состав которого адекватно отражает элементный состав образца [32]. Каждый элемент имеет свой набор спектральных линий, и, следовательно, по этому набору можно сделать вывод по наличию или отсутствию серы в пробе. Количественное содержание данного элемента определялось по яркости линий. При выполнении анализа сначала был измерен контрольный образец, затем холостая проба, а после этого две параллельные пробы исследуемого образца.

### **2.2.3 Методика определения плотности и вязкости**

Такие характеристики ДТ как плотность, динамическая и кинематическая вязкость были определены с помощью вискозиметра Штабингера SVM3000 Anton Paar, представленном на Рисунке 2.2 в соответствии со стандартом, представленным в [33].



Рисунок 2.2 – Вискозиметр Штабингера SVM3000 Anton Paar [34]

Принцип действия прибора основан на измерении скорости вращения измерительного ротора, который помещен в цилиндр, вращающийся с постоянной скоростью и заполненный образцом измеряемого нефтепродукта. Внутренний ротор представляет собой полый цилиндр, выполненный из титана. Измерительный ротор обладает малой плотностью и центрируется в плотной исследуемой жидкости из-за действия силы выталкивания. Между двумя роторами образуется измерительный зазор. Внутренний ротор в осевом направлении удерживается встроенным постоянным магнитом, вращающимся вместе с ротором и создающим вращающее магнитное поле. Это поле возбуждает вихревые потоки в наружном корпусе и формирует импульсный сигнал частоты вращения внутреннего ротора.

Метод измерения плотности образца топлива основывается на измерении резонансной частоты механических колебаний чувствительного элемента (U-образной трубки), в которую помещается исследуемый образец [35].

Сущность метода определения плотности и вязкости состоит в следующем: одноразовый шприц наполняется образцом исследуемого нефтепродукта и присоединяется к внешнему входу заливочного кронштейна, далее образец помещается в измерительную ячейку и запускается двигатель. Полученные значения вязкости и плотности выводятся на экран вискозиметра.

## 2.2.4 Методика определения фракционного состава

Фракционный состав при атмосферном давлении был определен по методике, описанной в стандарте [36]. Аппарат для определения фракционного состава представлен на Рисунке 2.3



Рисунок 2.3 – Аппарат для определения фракционного состава при атмосферном давлении АРНС-Э [37]

В основе метода лежит дистилляция – тепловой процесс разделения сложной смеси жидких углеводородов на фракции с различными температурными интервалами кипения путем испарения нефтепродукта с последующей дробной конденсацией [38].

Сущность метода определения фракционного состава заключается в перегонке 100 мл образца топлива. При этом регистрируются показания термометра при определенном объеме отобранного конденсата. Образец нагревают в колбе Энглера, при повышении температуры образец переходит в парообразное состояние, после чего поступает в холодильник и затем конденсируется. Средняя скорость перегонки сохраняется постоянной и равной 4-5 мл/мин. Перегонку проводят до достижения максимальной температуры, при которой происходит выпаривание всей жидкости со дна колбы или при достижении температуры, при которой происходит термическое разложение (задымление колбы).

### **2.2.5 Методика определения группового состава**

Групповой состав был определен при помощи анилинового метода в соответствии с [39]. Сущность метода заключается в определении температуры, соответствующей полному взаимному растворению анилина и нефтепродукта при их смешении и нагревании. Данная температура носит название анилиновой точки. Анилиновая точка определялась методом равных объемов, состоящем в измерении температуры полного растворения друг в друге равных объемов анилина и деароматизированной фракции ДТ, а также методом максимальных анилиновых точек, который заключается в определении анилиновых точек несколькими измерениями температур растворения узких фракций ДТ при увеличении количества анилина. Далее была рассчитана массовая доля ароматических углеводородов в исходной фракции и массовая доля нафтенов в деароматизированной фракции, исходя из анилиновых точек. После удаления ароматических углеводородов, согласно анилиновым коэффициентам, производился расчет массовой доли нафтенов в исходной фракции, после чего была рассчитана массовая доля парафинов в исходной фракции.

### **2.3 Методики определения низкотемпературных характеристик**

#### **2.3.1 Методика определения температур помутнения и застывания**

$T_{п}$  и  $T_{з}$  ДТ были определены в соответствии с методиками, описанными в [40, 41]. Аппарат для определения данных характеристик представлен на Рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Жидкостный низкотемпературный термостат КРИО-ВТ-05-01  
[42]

Сущность методов заключается в постепенном охлаждении нагретого нефтепродукта, помещенного в пробирку с двойными стенками (Рисунок 2.5), определенного объема. За  $5^{\circ}\text{C}$  до предполагаемой  $T_{п}$  пробирка с образцом периодически (через  $1^{\circ}\text{C}$ ) вынимается из термостата и сравнивается с эталонным образцом. Если прозрачность топлива не изменилась, то пробирка снова погружается в термостат. Проба охлаждается до температуры, при которой исследуемый образец становится мутным при сравнении его с эталонным образцом. Данная температура является  $T_{п}$ . Далее для определения  $T_{з}$  топливо охлаждается до температуры, при которой оно потеряет подвижность при наклоне пробирки в  $45^{\circ}$  в течении 1 минуты.



Рисунок 2.5 – Пробирка для определения температур помутнения и застывания [43]

### 2.3.2 Методика определения предельной температуры фильтруемости

ПТФ ДТ была определена в соответствии с методикой, описанной в [44]. Для определения ПТФ использовался жидкостный низкотемпературный термостат КРИО-ВТ-05-01 (Рисунок 2.4) и установка для определения ПТФ, представленная на Рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Установка для определения ПТФ [45]

Сущность метода заключается в охлаждении подогретого нефтепродукта в стандартных условиях и перекачивании определенного объема топлива через стандартизированную фильтрующую установку. Данная процедура повторяется через 1 °С до такой температуры, при которой топливо перестает проходить через фильтрующую установку в течение 60 с.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Д92	Лакизо Татьяне Александровне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОХИ</b>
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.
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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	03.02.2023 г.
---	---------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	К.Т.Н., доцент		03.02.2023 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Д92	Лакизо Татьяна Александровна		03.02.2023 г.

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Разработка НИ производится студентом и научным руководителем.

Данная выпускная квалификационная работа заключается в исследовании влияния концентрации депрессорных присадок на низкотемпературные характеристики дизельного топлива.

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).

### **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 <sub>В</sub>	Б <sub>И</sub>	Б <sub>Е</sub>	К <sub>В</sub>	К <sub>И</sub>	К <sub>Е</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Простота производства низкотемпературного ДТ	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
2. Экономия энергетических ресурсов	0,2	4	3	3	0,8	0,6	0,6
3. Универсальность метода для разных образцов ДТ	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
4. Безопасность метода для природы	0,2	5	4	4	1,0	0,8	0,8
Экономические критерии оценки эффективности							
5. Цена	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
Итого	1	22	17	18	3,1	2,4	2,5

Где Б<sub>В</sub> – улучшение низкотемпературных свойств путем добавления депрессорной присадки;

Б<sub>И</sub> – улучшение низкотемпературных свойств путем каталитической изомеризации;

Б<sub>Е</sub> – улучшение низкотемпературных свойств путем каталитической депарафинизации;

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность вида;

V<sub>i</sub> – вес критерия (в долях единицы);

B<sub>i</sub> – 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	В1. Нетрудоемкая адаптация научного исследования под иностранные языки; В2. Большой потенциал применения

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.	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			
		С1	С2	С3	С4	С5	Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	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			
		C1	C2	C3	C4	C5	Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	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:

- В1В2В3С1С3; В2В3С2; В3С4; В2С5;
- В2Сл1Сл2; В3Сл3;
- 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

	<p>Сильные стороны НИ:</p> <p>С1. Данный метод все больше и больше изучается, дорабатывается;</p> <p>С2. Использование депрессорных присадок несет в себе экономичность, ресурсоэффективность, экологичность для УПН;</p> <p>С3. Актуальность и высокая технологичность метода;</p> <p>С4. Наличие опытного руководителя;</p> <p>С5. Возможность</p>	<p>Слабые стороны НИ:</p> <p>Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с данным методом и кадров, способных внедрить его;</p> <p>Сл2. Отсутствие оборудования, необходимого для получения продукта и определения его свойств;</p> <p>Сл3. Погрешности при проведении исследований.</p>
--	--	--

	корректировки соотношения компонентов смесового ДТ и параметров процесса.	
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. Для решения данной проблемы предлагается поиск сотрудничества с нефтеперерабатывающими компаниями, заинтересованными в производстве низкозастывающего ДТ.

## 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	Лакизо Т.А., бакалавр ОХИ ИШПР
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Лакизо Т.А., бакалавр ОХИ ИШПР
	4	Календарное планирование работ	Киргина М.В., доцент ОХИ ИШПР, к.т.н., Лакизо Т.А., бакалавр ОХИ ИШПР
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение экспериментальной части	Морозова Я.П., аспирант ОХИ ИШПР, Лакизо Т.А., бакалавр ОХИ ИШПР
	6	Разработка методики	Лакизо Т.А., бакалавр ОХИ ИШПР
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Лакизо Т.А., бакалавр ОХИ ИШПР
Оформление отчета по НИР	8	Составление пояснительной записки	Лакизо Т.А., 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 Оценка трудоемкости

Трудовые затраты в большинстве случаях 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:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (5.2)$$

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.

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

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

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

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

Расчет продолжительности работ в рабочих днях:

$$T_{pi} = \frac{299}{1} = 299$$

### 5.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Расчет продолжительности работ в рабочих днях:

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:

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

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

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

$k_{кал}$  – 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:

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

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

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т <sub>кi</sub> , 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	Ст	7												

	«Финансовый менеджмент»																			
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 НИ

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:

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

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.);

$C_i$  – 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.

### 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 №1	л	4	5	5	75	300	375	375
Дизельное топливо №2	л	4	5	5	70	280	350	350
Депрессорная присадка №1	шт	1	1	1	150	150	150	150
Депрессорная присадка №2	шт	1	1	1	150	150	150	150
Депрессорная присадка №3	шт	1	1	1	200	200	200	200
Депрессорная присадка №4	шт	1	1	1	250	250	250	250
Депрессорная присадка №5	шт	1	1	1	150	150	150	150
Спирт этиловый	л	2	5	3	350	700	1750	1050
Термометр	шт	2	3	2	1500	3000	4500	3000
Пипетки, градуированные на 1 см <sup>3</sup>	шт	5	6	5	50	250	300	250
Цилиндры мерные на 100 см <sup>3</sup>	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	80	82	82	10	800	820	820
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.						13364	19241	14432
Транспортно-заготовительные расходы (15 %)						2004	2886	2164
Итого, руб.						15368	22127	16596

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
<b>Итого:</b>						<b>738</b>	<b>713</b>	<b>713</b>

### 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, приходящаяся 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 экспериментальной 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 ответственность»	Ст	3	1	2	2			6	2	4
12	Оформление	Ст	5	6	7	2			10	12	14

	ВКР								
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:

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

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

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

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

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

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (5.9)$$

где  $Z_m$  – 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	52-8	52-4	52-4
– праздничные дни	14	14	14
Потери рабочего времени			
– отпуск	56	28	28
– невыходы по болезни	0	0	0

Действительный годовой фонд рабочего времени	235	267	267
--	-----	-----	-----

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (5.10)$$

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

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

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

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

Расчет основной заработной платы представлен в Таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Должность	Оклад, руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Научный руководитель	Доцент	39 300	0,3	0,3	1,3	81 744	3 618	21	75 978
Студент	Инженер	16 100	0,3	0,3	1,3	33 488	1 304	56	73 024
Аспирант	Инженер-исследователь	26 200	0,3	0,3	1,3	54 496	2 122	44	93 368
Итого, руб									242 370

#### 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:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} , \quad (5.11)$$

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

Таблица 5.13 – Расчет заработной платы

Исполнитель	$Z_{осн}$ , руб	$Z_{доп}$ , руб	$Z_{зп}$ , руб
Научный руководитель	75 978	11 397	87 375
Студент	73 024	10 954	83 978

Аспирант	93 368	14 005	107 373
Итого, руб			278 366

### 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:

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

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%.

Расчет отчислений во внебюджетные фонды:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot 278\,366 = 83\,510 \text{ руб.}$$

### 5.5.6 Накладные расходы

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

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

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы для исполнения 1 составили:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (15368 + 738000 + 157000 + 278\,366 + 83\,510) \cdot 0,16 \\ &= 203\,559 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Накладные расходы для исполнения 2 составили:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (22127 + 713000 + 166000 + 278\,366 + 83\,510) \cdot 0,16 \\ &= 202\,080 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Накладные расходы для исполнения 3 составили:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (16596 + 713000 + 186000 + 278\,366 + 83\,510) \cdot 0,16 \\ &= 204\,396 \text{ руб.} \end{aligned}$$

### 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 5.14.

Таблица 5.14 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	15 368	22 127	16 596	Пункт 5.5.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	738 000	713 000	713 000	Пункт 5.5.2

3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	242 370			Пункт 5.5.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	35 996			Пункт 5.5.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	83 510			Пункт 5.5.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	-	-	-	Отсутствуют
7. Контрагентские расходы	-	-	-	Отсутствуют
8. Накладные расходы	203 559	202 080	204 396	Пункт 5.5.6
9. Бюджет затрат НТИ	1 318 803	1 299 083	1 295 868	Отсутствуют

### 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;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{1\,318\,803}{1\,318\,803} = 1,000;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{1\,299\,083}{1\,318\,803} = 0,985;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}} = \frac{1\,295\,868}{1\,318\,803} = 0,982$$

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;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 5.15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Сумма затрат на закупку оборудования	0,3	5	3	4
Техническое оснащение	0,4	5	4	4
Уровень заработной платы	0,3	4	4	5
	1	4,6	3,6	4,3

$$I_{p-исп1} = 4,6$$

$$I_{p-исп2} = 3,6$$

$$I_{p-исп3} = 4,3$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}^{исп1}} = \frac{4,6}{1,000} = 4,60$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}^{исп2}} = \frac{3,6}{0,985} = 3,66$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{фин.р}^{исп3}} = \frac{4,3}{0,982} = 4,38$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

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

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

Таблица 5.16 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1,000	0,985	0,982
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,6	4,3
3	Интегральный показатель эффективности	4,60	3,66	4,38
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,00	0,80	0,95

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.

Данное научное исследование имеет коммерческий потенциал, обусловленный необходимостью разработки низкозастывающего дизельного топлива. В ходе выполнения данного раздела был составлен календарный план выполнения исследования, рассчитан бюджет исследования в трех исполнениях, а также проведена оценка рисков проекта, главным из которых является отсутствие спроса на разработки вызвано недостаточным финансированием исследований со стороны государства. Для решения данной проблемы предлагается поиск сотрудничества с нефтеперерабатывающими компаниями, заинтересованными в производстве низкозастывающего дизельного топлива.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2Д92		ФИО Лакизо Татьяна Александровна	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><b>Объект исследования:</b> Определение оптимальных концентраций депрессорных присадок для дизельного топлива.</p> <p><b>Область применения:</b> нефтеперерабатывающая промышленность, использование топлива для эксплуатации оборудования в условиях Крайнего Севера.</p> <p><b>Рабочая зона:</b> лаборатория.</p> <p><b>Размеры помещения:</b> просп. Ленина 43А, учебный корпус ТПУ № 2, химическая лаборатория (№ 134) имеет площадь 30,5 м<sup>2</sup>, химическая лаборатория ((№ 129) имеет площадь 127,8 м<sup>2</sup>.</p> <p><b>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</b> установки для определения физико-химических свойств (в т.ч. жидкостный низкотемпературный термостат), блочный щит управления.</p> <p><b>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</b> получение и анализ параметров, полученных с установок, переключение и выключение оборудования.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>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).</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ вредных и опасных производственных факторов.</li> </ul>	<p><b>Потенциально вредные производственные факторы при работе в химической лаборатории:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень общей вибрации;</li> <li>2. Повышенный уровень шума;</li> <li>3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами</li> </ol>

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

**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	Лакизо Татьяна Александровна		

## **6 Социальная ответственность**

Для эффективной работы техники 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 состав и другие характеристики дизельного топлива.

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 и пять депрессорных присадок в концентрациях 0,5 у.е., 1 у.е., 1,5 у.е., 2,0 у.е.

Сущность данной работы – исследование влияния концентрации депрессорной присадки на низкотемпературные характеристики 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 концентрации депрессорной присадки на низкотемпературные характеристики 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 концентрации депрессорной присадки на низкотемпературные характеристики 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 [48].

## **6.2 Производственная безопасность**

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

При работе в лаборатории №134 ТПУ – 2 корпус используются вредные вещества, ПДК в воздухе рабочей зоны, класс опасности и влияние на организм человека этих веществ указаны в Таблице 6.2 [49-58].

Таблица 6.1 – Потенциально опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Производственные 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.Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной средына местонахождении работающего	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
3.Отсутствие 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.Производственные факторы, связанные с электрическим током.		+	+	ГОСТ Р 12.1.019-2017 Система стандартов безопасноститруда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
6. Повышенный уровень общей вибрации		+	+	ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.
7. Пожаро-и взрывоопасность		+	+	ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность»

Таблица 6.2 – Вредные вещества и их характеристика

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Воздействие на организм
Дизельное топливо	300	4	Высокие концентрации паров алифатических предельных углеводородов действуют на центральную нервную систему человека и оказывают наркотическое воздействие при вдыхании.  Дизельное топливо раздражает слизистые оболочки и кожу человека, вызывая их поражение и кожные заболевания. Длительный контакт с дизельным топливом приводит к изменению функции центральной нервной системы и повышает заболеваемость органов дыхания.
Этиловый спирт	1000	4	При остром отравлении этиловым спиртом отмечается рвота, замедление дыхания и сердечных сокращений, потеря сознания.

Поэтому при работе в химической лаборатории необходимо соблюдать следующие требования по технике безопасности [48]:

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 температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха, а также интенсивность теплового облучения.

Метеорологические условия производственной среды регламентируются [49].

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 [49].

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 [50].

#### **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 [50].

Коэффициента естественного освещения для химических лабораторий, согласно [52], 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 [51] 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 [51] 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 дБ/с частотой от 125 до 8000 Гц [50].

#### **6.2.2.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током**

Электробезопасность установки должна обеспечиваться в любых возможных нормальных и аварийных эксплуатационных ситуациях. Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками согласно [52].

Основным нормативным документом, устанавливающим требования по электробезопасности, является ГОСТ Р 12.1.019-2009 [57].

Категория помещения по опасности поражения электрическим током – 1 – без повышенной опасности, т.к. там отсутствуют перечисленные далее признаки.

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

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 [52], 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 [60]. Основными методами снижения шума и вибрации, согласно [61], являются следующие:

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

#### **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 «А» 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 при исследовании влияния концентрации депрессорных присадок на низкотемпературные характеристики 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 [60].

### **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 [60].

### **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.

## **6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одним из важнейших факторов является подготовленность людей 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 [61].

#### **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 обучающегося

№	Наименование работы, ее вид	Характер работы	Выходные данные	Объем, стр.	Соавторы
1	Сравнение эффективности депрессорных присадок для получения низкозастывающих дизельных топлив	Печатная	Химия нефти и газа: материалы XII Международной конференции, Томск, 26-30 Сентября 2022. – Томск: ИОА СО РАН, 2022 – С. 43-44.	2	Богданов И.А.
2	Определение оптимальных концентраций присадок для получения низкозастывающих дизельных топлив	Печатная	Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева: сборник статей, Тюмень, 24-26 Ноября 2022. – Тюмень: ТИУ, 2023 – Т. 1 – С. 233-235.	2	Морозова Я.П.
3	Анализ изменения температур помутнения и застывания дизельного топлива при использовании депрессорной присадки в различных концентрациях	Печатная	Global science and innovations: Central Asia, Астана, 1-2 Февраля 2023. – Нур-Султан: Бобек, 2023 – Т. 6 – С. 41-42.	2	Морозова Я.П.
4	Тенденции влияния концентрации депрессорной присадки на ее эффективность	Печатная	Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XXIV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера, посвященной 85-летию со дня рождения профессора А.В. Кравцова: в 2 т., Томск, 15-19 Мая 2023. – Томск: ТПУ, 2023 – Т. 2 – С. 76-77.	3	Морозова Я.П.

5	The concentration of the depressor additive for diesel fuels as a factor of its effectiveness	Печатная	Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XXIV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера, посвященной 85-летию со дня рождения профессора А.В. Кравцова: в 2 т., Томск, 15-19 Мая 2023. – Томск: ТПУ, 2023 – Т. 2 – С. 288-289.	2	Морозова Я.П.
6	Исследование изменения низкотемпературных свойств дизельного топлива при варьировании концентрации депрессорной присадки	Печатная	Global science and innovations: Central Asia. – 2022 – № 4 (18)-2. – С. 22-23.	2	Морозова Я.П.
7	Исследование влияния изменения концентрации депрессорных присадок на температуры помутнения и застывания дизельного топлива	Печатная	Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых учёных: материалы Национальной научно-практической студенческой конференции, Брянск, 7-8 Декабря 2022. – Брянск: БГУ, 2022 – Т. 2 – С. 111-114.	3	Морозова Я.П.
8	Взаимосвязь эффективности действия депрессорных присадок и группового состава дизельного топлива	Печатная	XXVI Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием): тезисы докладов, Нижний Новгород, 18-20 Апреля 2023. – Нижний Новгород: ННГУ, 2023 – С. 480.	1	Морозова Я.П., Киргина М.В

## 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. Топливо и смазочные материалы: учеб. пособие / С.Н Дырин; СибГУ им. М.Ф. Решетова. – Красноярск, 2022. – 76 с.
4. ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009). Топливо дизельное «Евро». Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2014. – 19 с.
5. ГОСТ 27768-88 (СТ СЭВ 5871–87). Топливо дизельное. Определение цетанового индекса расчётным методом. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 7 с.
6. ГОСТ 3900-85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 140 с.
7. ГОСТ 2177-82. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 28 с.
8. Цанактсидис Ц.Г. Регулирование физико-химических характеристик дизельного топлива введением биоорганических соединений // Химия и технология топлива и масел. – 2011. – № 3 (565). – С. 32–34.
9. 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: 05.02.2023).
10. Классы и сорта дизельного топлива [Электронный ресурс]. – <https://www.magnumoil.ru/blog/stati/dizelnoe-toplivo/klass-dizelnoe-toplivo#:~:text=%D0%A1%2001%20%D1%8F%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8F%202016%20%D0%B3.,%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BC%20%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE>

%D0%B4%D0%B0%20%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9%20%D0%B4%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8,

свободный (дата обращения: 05.02.2023).

11. Вербицкий В.В., Курасов В.С., Шепелев А.Б. Эксплуатационные материалы: Учебное пособие. – 3-е изд. стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 7 с. ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

12. Осовская И.И., Антонова В.С. Вязкость растворов полимеров: учебное пособие. Изд-е 2-е, доп / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2016. – 62 с.

13. Рябов В.Д. Химия нефти и газа: учебное пособие. – М.: ИД «Форум», 2009. – 336 с.: ил. – (Высшее образование).

14. Муфтахов Е.М. Специальные методы перекачки нефтей и нефтепродуктов: учеб. пособие/ Е.М. Муфтахов, В.Н. Муфтахова. – Уфа: Издательство УГНТУ, 2020. – 79 с.

15. Магарил Е.Р., Магарил Р.З. Влияние плотности топлив на эксплуатационные и экологические характеристики автомобилей // Нефть и газ. – 2016. – № 6. – С. 108-116.

16. Эксплуатационные материалы: учебник для вузов / А.П. Уханов, Д.А. Глущенко, А.Л. Хохлов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 528 с. – Текст: непосредственный.

17. Техническая эксплуатация и диагностика лесотехнических машин: учебное пособие для вузов / Б.Г. Мартынов, С.Ф. Козьмин, А.С. Кривоногова [и др.] – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 132 с.: ил. – Текст: непосредственный.

18. Пешнев Б.В. Физико-химические характеристики нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Пешнев Б.В. – М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2021. – 70 с.

19. Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф., Валиев Д.З. Улучшение низкотемпературных свойств нефтяных топлив // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 8. – С. 423-424.

20. Применение присадок в топливах: Справочник. 3-е изд., доп. – СПб.:ХИМИЗДАТ, 2010. – 368 с.: ил. ISBN 978-5-93808-183-3.
21. Подгорбунская Т.А. Технология природных энергоносителей и углеродных материалов: практикум. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 78 с.
22. Патент № 2478694 Российская Федерация, МПК C10L 1/183 (2012.12). Многофункциональная присадка к автомобильным бензинам: № 2011123100: заявл. 08.06.2011: опубл. 10.04.2013/ Котов С.В., Тимофеева Г.В., Крылов И.Ф., Тыщенко В.А., Рудяк К.Б., Фомин В.Н., Ясиненко В.А., Суздальцев Н.И., Тарасов А.В., Емельянов В.Е., Скворцов В.Н., Котова Н.С., Родина М.А. – 9 с.: ил. – Текст: непосредственный.
23. Патент № 2561279 Российская Федерация, МПК C10L 1/22 (2006.01). Многофункциональная присадка к автомобильным бензинам: № 2011123100: заявл. 03.07.2014: опубл. 27.08.2015 / Мухторов Н.Ш., Чугунов М.А., Рыбин А.Г., Меджибовский А.С., Колокольников А.С., Дементьев А.В. – 13 с.: ил. – Текст: непосредственный.
24. Применение присадок в топливах: Справочник. – 3-е изд., доп. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2010. – 368 с.: ил. ISBN 978-5-93808-183-3.
25. Химия и технология авиаГСМ: учебное пособие / составители: А.В. Калякин, Р.Р. Файзуллин, М.А. Егоров. – Ульяновск: УИ ГА, 2022. – 236 с.
26. Яковлев Н.С., Агаев С.Г. Влияние физико-химических свойств депрессорных присадок на их эффективность в дизельных топливах // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2022. – Т. 12. – № 4. – С. 612-619.
27. Маннапов И.В., Спащенко А.Ю. Модификация свойств дизельных топлив присадками различного функционального назначения // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2014. – № 3. – С. 168-186.

28. Иовлева Е.Л. Воздействие депрессорно-диспергирующей присадки Dewaxol 7801 на летнее дизельное топливо // Вестник ВГУИТ. 2021. – Т. 83. – № 2. – С. 180-183.
29. 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: 05.03.2023).
30. ГОСТ 32139-2013 «Нефть и нефтепродукты. Определение содержания серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии» URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108321> – свободный (дата обращения 06.04.2023).
31. Анализатор рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный «СПЕКТРОСКАН S» [Электронный ресурс]. – [https://www.tkuralrus.ru/goods/120661982-spektroskan\\_s\\_sl](https://www.tkuralrus.ru/goods/120661982-spektroskan_s_sl), свободный (дата обращения: 06.03.2023).
32. Анализатор рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный серы в нефти и нефтепродуктах Спектроскан S [Электронный ресурс] – URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/26465-04-spektroskan-s-24787> – свободный (дата обращения 06.04.2023).
33. ISO 12185:1996 «Нефть сырая и нефтепродукты. Определение плотности. Метод с применением осциллирующей U-образной трубки» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=3630660> – свободный (дата обращения 06.04.2023).
34. Вискозиметр Штабингера SVM3000 Anton Paar [Электронный ресурс] – URL: <https://spegroup.ru/catalog/obshchelabortornoe-oborudovanie/viskozimetry/38573/> – свободный (дата обращения 06.03.2023).
35. Вискозиметр Штабингера SVM3000 Anton Paar [Электронный ресурс] – URL: 45144-10.pdf (ktoverit.ru) – свободный, (дата обращения 06.03.2023).
36. ГОСТ ISO 3405-2013 «Нефтепродукты. Определения фракционного состава при атмосферном давлении (с Изменением N 1)» [Электронный

ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108426> – свободный (дата обращения 06.03.2023).

37. Аппарат для определения фракционного состава при атмосферном давлении АРНС-Э [Электронный ресурс] – URL: <http://laborday.ru/apparat-arns-t-arns-1e> – свободный (дата обращения 06.03.2023).

38. Арыстанбекова С.А. Современные методы анализа легкого углеводородного сырья и продуктов его переработки: монография / С.А. Арыстанбекова, М.С. Лапина, А.Б. Волынский. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 340 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Текст: непосредственный.

39. Сухинина О.С., Левашова А.И. Методические рекомендации к лабораторной работе «Определение группового и структурно-группового составов нефтяных фракций». Образовательная программа «Химическая технология топлива и углеродных материалов». – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 22 с.

40. ГОСТ 5066-91 «Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – (дата обращения: 06.03.2023).

41. ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания». [Электронный ресурс]. – URL: <http://vsegost.com>, свободный. – (дата обращения: 06.03.2023).

42. Термостат жидкостный низкотемпературный КРИО-Т-05-01 [Электронный ресурс] – URL: <https://pribori24.ru/prod/termostat-zhidkostnyj-nizkotemperaturnyj-krio-t-05-01/> – свободный (дата обращения 06.03.2023).

43. Пробирка для определения температуры помутнения и застывания [Электронный ресурс] – URL: <https://www.eskomp.ru/catalog/1272/termex-gost-20287-metod-bdlya-krio-t-05-01.htm> – свободный (дата обращения 06.03.2023).

44. 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).
45. Установка для определения предельной температуры фильтруемости // [Электронный ресурс] – URL: <https://magadan.electroprogress.ru/catalog/control/oborudovanie-dlya-analiza-neftei-i-nefteproduktov/ptf-ustanovka-dlya-opredeleniya-predelnoi-temperatury-filtruemosti-dizelnykh-topliv>, свободный (дата обращения: 06.03.2023).
46. Глазунов А.М., Мозырев А.Г., Семухин С.П., Землянский Е.О. Поликонденсационные депрессорные присадки для нефтяных продуктов с использованием высших жирных спиртов топливах // Химия и химические технологии. 2019. – № 5 (137). – С. 125-131.
47. Глазунов А.М. Разработка поликонденсационных депрессорных присадок для дизельных топлив: дис. канд. техн. наук. – Тюмень, 2004. – 213 с.
48. Захаров Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях / Л.Н. Захаров. – Ленинград: Химия, 1991. – 336 с.
49. 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).
50. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2022.
51. Правила и устройства электроустановок, 2022
52. 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).
53. Макаров Г.В., Васин А.Я., Маринина Л.К. и др. Охрана труда в химической промышленности: учебник. – М.: Химия, 1989. – 496 с.
54. Строительные нормы и правила: СНиП 23.05.95. Естественное и искусственное освещение: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 1999. – 36 с.

55. 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).
56. 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).
57. 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).
58. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 12 с.
59. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 15 с.
60. 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).
61. 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).