

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие прсы в химической технологии нефтехимии и биотехнологии

Отделение школы (НОЦ): Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы				
Исследование влияния состава дизельных топлив на эффективность действия низкотемпературных присадок				

УДК 665.753.4.038-974

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К51	Орлова Алина		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына З.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Белоев Е.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Юрьев Е.М.	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения по ООП

18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности.
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач.
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии.
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
P9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) Юрьев Е.М.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
2K51	Орловой Алине

Тема работы:

Исследование влияния состава дизельных топлив на эффективность действия низкотемпературных присадок	
Утверждена приказом директора ИШПР (дата, номер)	от 13.02.19 г. № 1131/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Образцы прямогонного дизельного топлива с предприятий Западной Сибири; депрессорно-диспергирующие присадки для дизельного топлива.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 атурный Обзор 1.1 Понятие дизельного топлива. Состав и свойства дизельного топлива. Фракционный состав 1.2 Марки дизельных топлив и требования нормативных документов 1.3 Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив 2 Объект и методы исследования 2.1 Образцы дизельного топлива и низкотемпературные присадки 2.2 Методики определения физико-химических свойств и эксплуатационных характеристик образцов дизельного топлива 2.3 Методики определения состава образцов дизельного топлива 2.4 Методики определения низкотемпературных свойств образцов дизельного топлива

	2.5 Методики определения содержания углеводов методом газо-жидкостной хроматографии 3 Расчеты и аналитика 3.1 Результаты определения физико-химических свойств и эксплуатационных характеристик образцов дизельного топлива 3.2 Результаты определения состава образцов дизельного топлива 3.3 Результаты определения низкотемпературных свойств образцов дизельного топлива 3.4 Результаты определения низкотемпературных свойств смесей образцов дизельного топлива с присадками 3.5 Результаты определения содержания н-парафинов 4 Результаты проведенного исследования 4.1 Анализ влияния присадок на низкотемпературные свойства образцов дизельного топлива 4.2 Анализ влияния состава образцов дизельного топлива на эффективность действия присадок 5 Финансовый менеджмент 6 Социальная ответственность
Перечень графического материала	Нет

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	доцент ОСГН ШБИП, к.т.н., Криницына З.В.
«Социальная ответственность»	ассистент ООД ШБИП, Белоевко Е.В.

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

Нет

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2019 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К51	Орлова Алина		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2К51	Орлова Алина Маратовна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Химической кибернетики
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	988503,5
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	27,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определить стоимость затрат на проведение работ по исследованию процесса гидрокрекинга нефтяного сырья с использованием математического моделирования
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Оценка эффективности использования основных производственных фондов в стоимостной форме

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Диаграмма Исикавы
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К51	Орлова А.М.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2К51	Орлова Алина

Школа		Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Тема ВКР:

Влияние состава ДТ на эффективность действия низкотемпературных присадок	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения) СанПиН 2.2.4.548-96 СП 52.13330.2016 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.007- 76
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	В исследовательской лаборатории вероятно воздействие следующих вредных факторов: - Отклонение показателей микроклимата;

	- Недостаточная освещенность; - Повышенный уровень шума; - Повышенный уровень электромагнитного излучения, - вредные вещества. 1.2 Вредные вещества. В исследовательской лаборатории при проведении работ присутствуют вредные вещества такие, как: - этиловый спирт, - анилин, - бензол, пары нефтепродуктов. К опасным факторам относятся: - горючесть, взрывоопасность и токсичность применяемых веществ; - наличие электротехнических устройств высокого напряжения; - короткое замыкание - статическое электричество – превышение токсичных веществ в воздухе рабочей зоны.
3. Экологическая безопасность:	Основными загрязнителями являются: -Нефтепродукты (дизельное топливо). -Анилин. -Бензол. -Нефтяные растворители. -Макулатура.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возникновение ЧС, требующих обеспечение электро- и пожаровзрывобезопасности на рабочем месте. Перечень возможных ЧС: - пожар; - взрыв; - розлив реагентов;

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Белоенко Е.В	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К51	Орлова А.М.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа бакалавра содержит 89 с., 15 рисунков, 18 таблиц, 55 источников.

Ключевые слова: дизельное топливо, низкотемпературные свойства, низкотемпературные присадки, температура застывания, предельная температура фильтруемости, групповой состав, парафины.

Объект исследования – 5 образцов прямогонного дизельного топлива, а также их смеси с 6 низкотемпературными присадками. **Предмет исследования** – состав и низкотемпературные свойства.

Цель работы – исследовать влияния состава дизельных топлив на эффективность действия низкотемпературных присадок.

В процессе исследования определены физико-химические, низкотемпературные свойства, эксплуатационные характеристики и состав образцов прямогонного дизельного топлива; исследовано влияние присадок на низкотемпературные свойства образцов прямогонного дизельного топлива; установлены закономерности влияния состава дизельного топлива на эффективность действия низкотемпературных присадок.

Экономическая эффективность/значимость работы: установленные закономерности влияния состава дизельных топлив на действие низкотемпературных присадок позволят эффективнее выбирать и подбирать концентрацию присадок, что повысит качество производимых зимних и арктических дизельных топлив и снизит их себестоимость.

Оглавление

Введение.....	13
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	16
1.1 Понятие дизельного топлива. Состав и свойства дизельного топлива	
Фракционный состав.....	16
1.1.1 Цетановое число.....	17
1.1.2 Вязкость и плотность дизельного топлива.....	19
1.1.3 Содержание серы.....	20
1.1.4 Низкотемпературные свойства.....	21
1.1.5 Углеводородный состав дизельного топлива.....	23
1.2 Марки дизельных топлив и требования нормативных документов.....	24
1.3 Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив.....	23
1.3.1 Низкотемпературные присадки для дизельных топлив.....	28
1.3.2 Механизм действия низкотемпературных присадок.....	29
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	31
2.1 Образцы дизельного топлива и низкотемпературные присадки.....	31
2.2 Методики определения физико-химических свойств и	
эксплуатационных характеристик образцов дизельного топлива.....	32
2.2.1 Методика определения плотности и вязкости.....	32
2.2.2 Методика определения цетанового индекса.....	33
2.3 Методики определения состава образцов дизельного топлива.....	33
2.3.1 Методика определения фракционного состава.....	33
2.3.2 Методика определения содержания серы.....	34
2.3.3 Методика определения группового и структурно-группового	
состава.....	35
2.4 Методики определения низкотемпературных свойств образцов	
дизельного топлива.....	36
2.4.1 Методика определения температуры помутнения и	
застывания.....	36

2.4.2	Методика определения предельной температуры фильтруемости.....	37
2.5	Методики определения содержания углеводов методом газожидкостной хроматографии.....	38
3	РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА.....	39
3.1	Результаты определения физико-химических свойств и эксплуатационных характеристик образцов дизельного топлива.....	39
3.1.1	Результаты определения плотности и вязкости.....	39
3.1.2	Результаты определения цетанового индекса.....	39
3.2	Результаты определения состава образцов дизельного топлива.....	40
3.2.1	Результаты определения фракционного состава.....	40
3.2.2	Результаты определения содержания серы.....	40
3.2.3	Результаты определения группового и структурно-группового состава.....	41
3.3	Результаты определения низкотемпературных свойств образцов дизельного топлива.....	42
3.4	Результаты определения низкотемпературных свойств смесей образцов дизельного топлива с присадками.....	42
3.5	Результаты определения содержания н-парафинов.....	43
4	Результаты проведенного исследования.....	45
4.1	Анализ влияния присадок на низкотемпературные свойства образцов дизельного топлива.....	45
4.2	Анализ влияния состава образцов дизельного топлива на эффективность действия присадок.....	48
5	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ.....	51
5.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	51
5.2	SWOT-анализ.....	52
5.2.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	54
5.3	Определение трудоемкости выполняемых работ.....	55
5.4	Разработка графика проведения научного исследования.....	57

5.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	62
5.5.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	62
5.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	64
5.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	64
5.5.4 Дополнительная заработная плата исполнительской темы.....	66
5.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	67
5.7 Накладные расходы.....	67
5.8 Формирование бюджета затрат научно исследовательского проекта.....	68
5.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	69
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	71
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	71
6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	71
6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	72
6.2 Производственная безопасность.....	73
6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.....	73
6.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки на производстве.....	76
6.2.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов.....	78
6.3 Экологическая безопасность.....	78
6.3.1 Воздействие на атмосферу.....	78
6.3.2 Воздействие на гидросферу.....	79
6.3.3 Воздействие на литосферу.....	79

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	79
6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.....	79
6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при производстве объекта исследования на производстве.....	80
6.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	81
Выводы.....	82
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	85

Введение

Суровые природно-климатические условия северных регионов Российской Федерации предъявляют ужесточенные требования к качеству дизельного топлива, в частности к его низкотемпературным свойствам. Зимний и арктический виды дизельного топлива позволяют эффективно эксплуатировать технику в температурных пределах от -30°C до -50°C , однако ни одно прямогонное дизельное топливо не обладает такими низкотемпературными свойствами.

На сегодняшний день, наиболее эффективным способом получения зимних и арктических марок дизельного топлива, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 305-2013 «Топливо дизельное. Технические условия», является вовлечение низкотемпературных присадок. Ассортимент присадок, доступных на рынке – разнообразен, так же как и состав дизельных топлив, который в значительной степени варьируется, в зависимости от месторождения нефти и технологии производства нефтепродукта.

Состав дизельного топлива в значительной степени влияет на эффективность действия низкотемпературных присадок, делая невозможным создание универсальных присадочных композиций и затрудняя выбор оптимальной концентрации той или иной присадки.

Таким образом, **целью работы** является исследование влияния состава дизельных топлив на эффективность действия низкотемпературных присадок.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Определить физико-химические, низкотемпературные свойства и эксплуатационные характеристики (плотность, вязкость, цетановый индекс, температура помутнения, предельная температура фильтруемости, температура застывания) образцов прямогонного дизельного топлива.

2. Определить состав (фракционный, групповой, структурно-групповой, содержание серы и н-парафинов) образцов прямогонного дизельного топлива.
3. Оценить соответствие характеристик образцов прямогонного дизельного топлива требованиям ГОСТ 305-2013 «Топливо дизельное. Технические условия».
4. Исследовать влияние присадок на низкотемпературные свойства образцов прямогонного дизельного топлива.
5. Исследовать влияние состава образцов прямогонного дизельного топлива на эффективность действия низкотемпературных присадок.

Объектом исследования в данной работе являются 5 образцов прямогонного дизельного топлива, с различных предприятий Западной Сибири, а также их смеси с 6 низкотемпературными присадками.

Предметом исследования являются состав и низкотемпературные свойства образцов прямогонного дизельного топлива, низкотемпературные свойства смесей дизельного топлива с присадками.

Научная новизна работы:

- показано, что с увеличением общего содержания н-парафинов в составе дизельного топлива эффективность действия низкотемпературных присадок снижается, при этом, при увеличении содержания тяжелых н-парафинов – эффективность действия присадок повышается;
- установлено, что с увеличением общего содержания ароматических углеводородов в составе дизельного топлива эффективность действия низкотемпературных присадок снижается, при этом, при увеличении содержания полициклических ароматических углеводородов – эффективность действия присадок повышается.

Практическая значимость работы:

Показано, что использование исследуемых образцов прямогонного дизельного топлива в зимних и арктических условиях возможно только в случае применения низкотемпературных присадок.

Установленные закономерности влияния состава дизельных топлив на действие низкотемпературных присадок позволят эффективнее выбирать и подбирать концентрацию присадок, что повысит качество производимых зимних и арктических дизельных топлив и снизит их себестоимость.

Апробация работы:

Основные положения работы были представлены на XXIII Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», XX Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке».

1 Литературный обзор

1.1 Понятие дизельного топлива. Состав и свойства дизельного топлива

Дизельное топливо – горючая смесь, основу которой составляют углеводороды с пределами выкипания 200-350 °С (парафиновые, нафтеновые, ароматические) и их производные, используемая в качестве топлива для дизельных двигателей [1]. Один из наиболее существенных показателей работоспособности двигателей внутреннего сгорания – качество дизельного топлива, определяемое его свойствами и эксплуатационными характеристиками такими как: фракционный состав, цетановое число, плотность, вязкость, содержание серы, низкотемпературные свойства и углеводородный состав.

1.1.1 Фракционный состав

Важным показателем качества дизельного топлива (ДТ) является фракционный состав. Фракционный состав ДТ косвенно характеризует его испаряемость. Чем уже интервал температур, в котором выкипает топливо, тем лучше процесс его сгорания в двигателе. Фракционный состав характеризуется температурами перегонки 10, 50 и 96 % об. ДТ [2]. Лёгкие углеводородные фракции в составе ДТ характеризуют время запуска двигателя (рисунок 1.1). Чем легче фракционный состав ДТ, тем быстрее запускается двигатель внутреннего сгорания, однако температура перегонки 10 % об. топлива ($T_{10\%}$) не является характеристикой пусковых свойств ДТ, так как несмотря на достаточно легкую испаряемость, эта группа углеводородов плохо воспламеняется и приводит к образованию неоднородной топливно-воздушной смеси, что негативно сказывается на предпламенном процессе окисления.

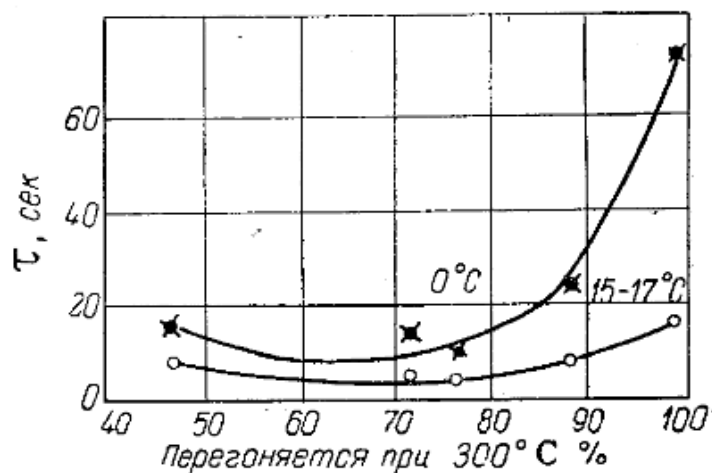


Рисунок 1.1 – Влияние фракционного состава ДТ на продолжительность пуска двигателя ЯАЗ-204 [3]

Именно температура перегонки 50 % об. топлива ($T_{50\%}$) обуславливает пусковые качества ДТ, так как $T_{96\%}$ (концевая фракция) показывает, содержание в топливе тяжелых углеводородов, ухудшающих запуск двигателя из-за недостаточной температуры в камере сгорания, особенно это показательно при отрицательных температурах окружающей среды. В этих условиях, прогретый двигатель при работе на тяжёлых топливах не сможет развить максимальную мощность и будет дымить из-за неполного сгорания топлива.

1.1.2 Цетановое число

ДТ не имеет сторонних источников воспламенения, следовательно, немаловажным показателем ДТ является его способность к самовоспламенению. Топливо при впрыскивании в камеру сгорания воспламеняется с некоторой задержкой во времени и чем меньше эта задержка, тем более плавно будет протекать процесс сгорания, а, следовательно, динамические нагрузки окажут меньшее влияние и двигатель будет работать мягче.

Условным показателем, характеризующим жесткость работы дизельного двигателя, является цетановое число (ЦЧ) (рисунок 1.2).

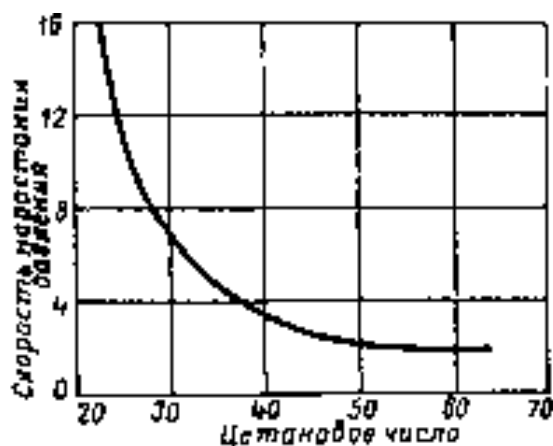


Рисунок 1.2 – Зависимость жесткости работы дизельного двигателя от цетанового числа топлива [4]

ЦЧ зависит от углеводородного состава топлива (рисунок 1.3). Согласно рисунку 1.3 можно утверждать, что парафиновые углеводороды имеющие прямую цепь, характеризуются наиболее высокими ЦЧ, затем следуют изопарафины, нафтеновые и ароматические углеводороды, с утяжелением фракционного состава ДТ их ЦЧ повышаются.

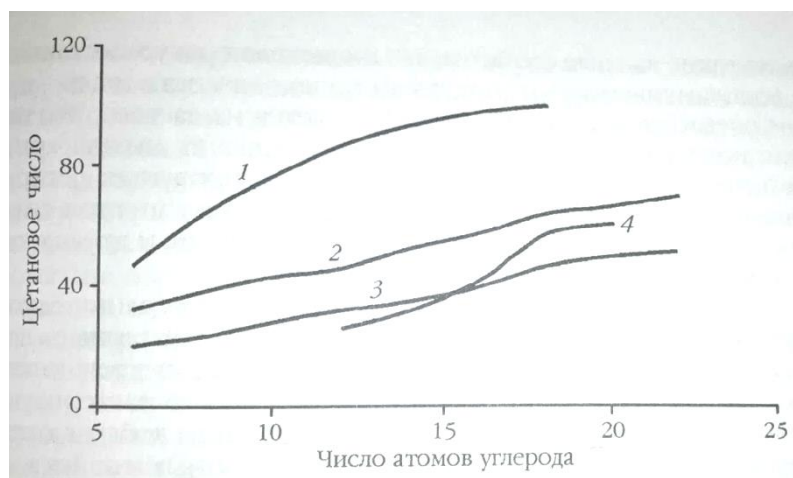


Рисунок 1.3 – Обобщенные данные по ЦЧ углеводородов различных групп:

1 – н-парафины; 2 – изопарафины; 3 – моноциклопарафины; 4 – моноароматические углеводороды [4]

Наряду с показателем ЦЧ применяется такой расчетный показатель, как цетановый индекс (ЦИ). ЦИ это средство оценки ЦЧ дизельных топлив, в случае невозможности или не целесообразности определения этого свойства на двигателе [5].

Экспериментально ЦЧ определяется на установке ИДТ-69 по методу совпадения вспышек [6]. Оптимальное управление процессом приводит к использованию аналитических зависимостей для определения ЦЧ. В различных методах учитываются такие свойства как [6]:

- фракционный или групповой состав;
- плотность;
- анилиновая точка;
- октановое число и т.д.

Сущность экспериментального метода определения ЦЧ заключается в сравнении характеристик ЦЧ в двигателе с характеристиками сгорания смесей эталонных топлив с уже известными ЦЧ в стандартных рабочих условиях.

1.1.3 Вязкость и плотность дизельного топлива

Дизельное топливо – многофункционально по своей природе и помимо своей основной задачи – выработки энергии при сгорании, выполняет еще одну не мало важную функцию – смазывающий эффект. Обладая данным свойством, ДТ способствует уменьшению силы трения в топливных насосах, форсунках, поршней о поверхность цилиндров.

При малой вязкости топлива повышается износ насоса высокого давления и игл топливных форсунок, растет утечка топлива между плунжером и гильзой насоса [7].

Топливо, обладающее большой вязкостью, тяжело прокачивается по системе питания, распыляется недостаточно тонко и не полностью сгорает. Поэтому ограничивают как нижний, так и верхний допустимые пределы кинематической вязкости при 20 °С (в пределах от 1,5 до 6,0 сСт.) [7]. Вязкость дизельного ДТ имеет обратно пропорциональную зависимость от температуры (рисунок 1.4).

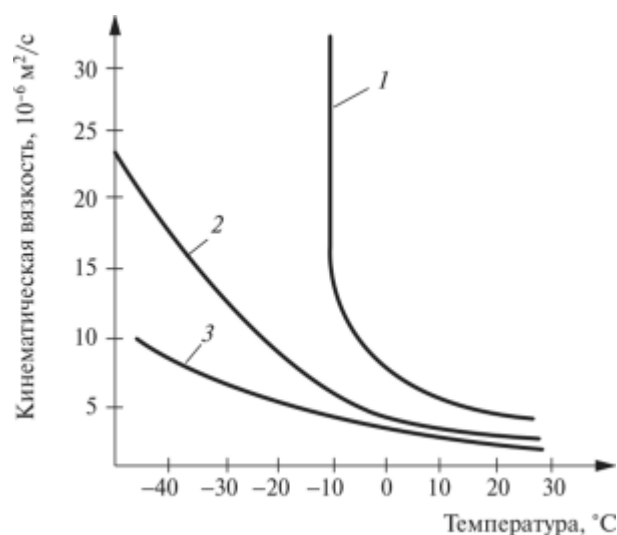


Рисунок 1.4 – Зависимость вязкости ДТ от температуры: 1 – летнее ДТ; 2 – зимнее ДТ; 3 – арктическое ДТ [8]

Также можно выявить зависимость вязкости от плотности ДТ (рисунок 1.5). Чем больше давление, тем больше вязкость.

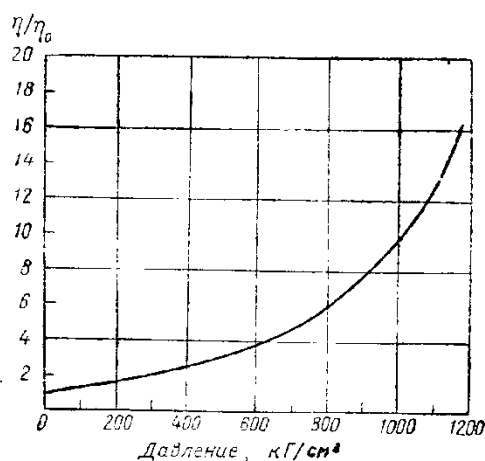


Рисунок 1.5 – Зависимость вязкости топлива от давления [9]

Плотность ДТ является его энергетическим показателем. Чем выше плотность топлива, тем больше энергии вырабатывается при его сгорании, т.е. высокая плотность ДТ способствует обогащению топливовоздушной смеси, что значительно увеличивает мощность двигателя. В данном случае одновременно растет и температура в камере сгорания и теплоотдача двигателя.

1.1.4 Содержание серы

Одной из основных причин коррозии дизельных двигателей является воздействие сернистых соединений в составе ДТ на его металлические

детали. В отличие от других видов топлива, в ДТ допускается некоторое содержание активного соединения серы (меркаптановой). Содержащаяся в топливе меркаптановая сера, при сгорании топлива в процессе реакций окисления и взаимодействия с H_2O , превращается в сернистую/серную кислоты, которые при их нейтрализации щелочной средой моющих (детергентных) присадок, приводят к ухудшению основных свойств моторного масла, что сказывается на загрязнении окружающей среды выхлопными газами [9]. В результате такого взаимодействия, растет коррозия на деталях поршней, образования нагара снижает их теплоотдачу, а также ограничивает подвижность колец, как итог снижается компрессия в цилиндрах двигателя (рисунок 1.6).

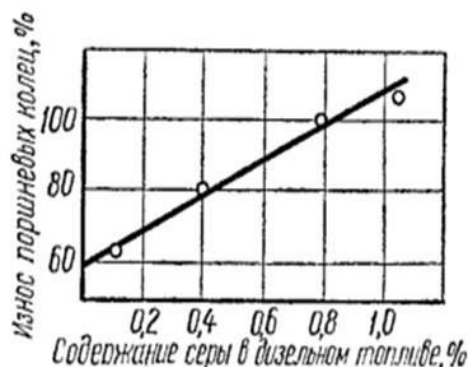


Рисунок 1.6 – Зависимость износа поршневых колец от содержания серы в ДТ [9]

Несмотря на то, что сера является нежелательным компонентом в ДТ, она необходима в качестве смазочного материала для частей двигателя в целях снижения износа.

1.1.5 Низкотемпературные свойства

Одними из важнейших эксплуатационных характеристик ДТ являются его низкотемпературные свойства, определяющие стабильное функционирование системы подачи топлива в дизельном двигателе при низких (отрицательных) температурах окружающей среды. Основными показателями низкотемпературных свойств ДТ являются [10]: температура помутнения (T_n), предельная температура фильтруемости (ПТФ) и температура застывания (T_3).

Температура помутнения – это температура, при охлаждении до которой топливо начинает мутнеть вследствие образования микрокристаллов парафинов [10].

Предельная температура фильтруемости (ПТФ) – это минимальная температура, при которой топливо после охлаждения способно прокачиваться через фильтр с установленной скоростью [11].

Температура застывания – это температура, при которой топливо теряет свою текучесть (подвижность) в связи с увеличением вязкости и кристаллизации парафинов при охлаждении [12].

Особое влияние на низкотемпературные свойства ДТ оказывает его состав и строение углеводородной цепи. Для большинства классов углеводородов справедлива закономерность: с увеличением молекулярной массы, увеличивается температуры кипения, а следовательно, повышается температура плавления углеводородов. Сильное влияние на температуру плавления оказывает строение углеводорода. Углеводороды с одинаковой молекулярной массой, но разного строения могут иметь разный диапазон температур плавления. Наиболее высокие температуры плавления имеют парафиновые углеводороды с длинной неразветвленной цепью углеводородных атомов.

При постепенном охлаждении дизельных топлив в первую очередь в виде кристаллов выпадают парафиновые углеводороды нормального строения [13]:

- Нормальные парафиновые углеводороды – обладают хорошей воспламеняемостью, однако их недостатком являются плохие низкотемпературные свойства (при низких температурах н-парафины начинают кристаллизоваться – рост и ассоциация этих кристаллов приводит к образованию малоподвижной структуры);
- Нафтеновые углеводороды – положительно влияют на низкотемпературные свойства, т.к. являются жесткими и

громоздкими молекулами и нарушают процесс образования и роста кристаллов н-парафинов.

- Изопарафиновые углеводороды оказывают положительное воздействие на низкотемпературные свойства по сравнению с н-парафинами из-за наличия боковых цепочек, мешающих образованию кристаллов.

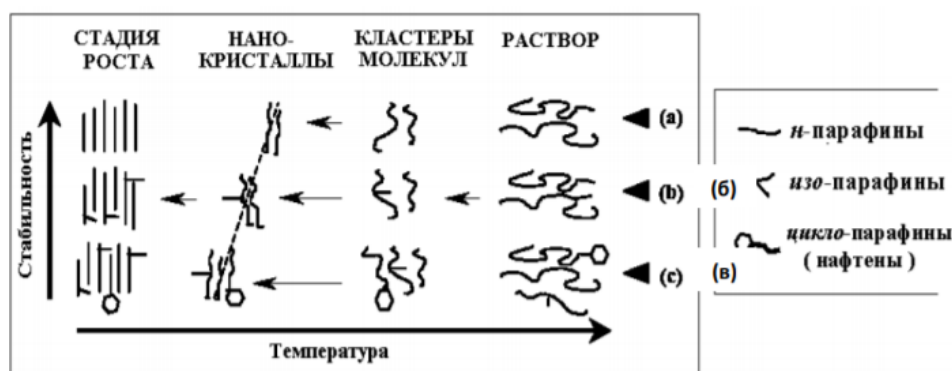


Рисунок 1.7 – Идеализированная схема процесса кристаллизации парафинов различного состава [14]

Как видно из рисунка 1.7 нормальные парафины при охлаждении чаще всего располагаются параллельно друг другу и формируют стабильные зародыши кристаллов. Молекулы изопарафинов довольно гибкие, однако наличие у них боковых цепочек приводит к дефектам в кристаллической структуре, что затрудняет образование стабильных зародышей кристаллов при охлаждении. Молекулы нафтену имеют громоздкие размеры и по природе являются жесткими молекулами, однако формируемые с их участием кристаллы, являются наименее стабильными.

1.1.6 Углеводородный состав дизельного топлива

ДТ не имеет определенного химического состава. Состав меняется в зависимости от таких факторов как месторождение добычи нефти и фракционный состав.

Принято считать, что основной составляющей ДТ являются:

- парафиновые углеводороды;
- нафтенуые углеводороды;
- ароматические углеводороды.

Также в составе могут присутствовать различные механические примеси, смолистые и сернистые соединения и вода.

Парафиновые углеводороды – это смесь твердых углеродов C_{18} - C_{35} , присутствующие во всех жидких ископаемых. Нафтеновые углеводороды – это циклические насыщенные углеводороды, чаще всего гомологи циклогексана и циклопентана. Ароматические углеводороды характеризуются наличием бензольного кольца. В ДТ топливе содержится приблизительно 15-30 % мас. ароматических углеводородов.

1.2 Марки дизельных топлив и требования нормативных документов

Для дизельных двигателей промышленность выпускает топлива четырех марок. В зависимости от сезона эксплуатации топливо подразделяют на марки [13]:

- Летнее (Л) – используется при температуре окружающей среды - 5°C и выше;
- Межсезонное (Е) при температуре окружающей среды -15°C и выше;
- Зимнее (З) при температуре окружающего воздуха от -25°C до -35°C ;
- Арктическое (А) при температуре окружающего воздуха -45°C и выше.

Все четыре марки ДТ получают из продуктов переработки сернистых и малосернистых нефтей. По содержанию серы ГОСТ 305-2013 «Топливо дизельное. Технические условия» предусмотрена выработка топлив двух видов [13]:

- I – массовая доля серы не более 0,2 %;
- II – массовая доля серы не более 0,5 %.

По физико-химическим и эксплуатационным показателям топливо должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.1 [13]:

Таблица 1.1 – Физико-химические свойства и эксплуатационные характеристики ДТ различных марок, согласно требованиям ГОСТ 305-2013 «Топливо дизельное. Технические условия» [13]

№	Наименование показателя	Значение для марки			
		Л	Е	З	А
1	Цетановое число, не менее	45			
2	Фракционный состав:				
	50% перегоняется при температуре, °С, не выше	280		255	
	95% (по объему) перегоняется при температуре °С, не выше	360			
3	Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с (сСт)	3,0-6,0		1,8-5,0	1,5-4,0
4	Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С не ниже:				
	для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	62		40	35
	для дизелей общего назначения	40		30	
5	Массовая доля серы, мг/кг, не более	2000			
6	Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01			
7	Массовая доля сероводорода	Отсутствие			
8	Испытание на медной пластинке	Выдерживает. Класс 1			
9	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие			
10	Кислотность, мг КОН на 100 см топлива, не более	5			
11	Йодное число, г йода на 100 г топлива, не более	6			
12	Зольность, %, не более	0,01			
13	Коксуемость, 10%-ного остатка, не более	0,2			
14	Общее загрязнение, мг/кг, не более	24			
15	Содержание воды, мг/кг, не белее	200			
16	Плотность при 15 °С, кг/м, не более	863,4		843,4	833,5
17	Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	-5	-15	-25 – -35	-45

Требования к характеристикам ДТ также устанавливаются Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к бензинам автомобильному и авиационному, дизельному и

судовому топливам, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» (Таблица 1.2).

В рамках Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к бензинам автомобильному и авиационному, дизельному и судовому топливам, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» для Белоруссии, Казахстана и России были введены следующие экологические классы ДТ [14]:

- К2 – содержание серы не более 500 мг/кг;
- К3 – содержание серы не более 350 мг/кг, (соответствует ГОСТ Р 52368-2005 вид I);
- К4 – содержание серы не более 50 мг/кг, (соответствует ГОСТ Р 52368-2005 вид II);
- К5 – содержание серы менее 10 мг/кг, (соответствует ГОСТ Р 52368-2005 вид III).

1.3 Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив

Для зимних ДТ разработаны ужесточенные требования к низкотемпературным свойствам – $T_{п}$, $T_{з}$ и ПТФ. Существует несколько способов доведения низкотемпературных свойств зимних сортов ДТ до требуемых значений [15]:

- облегчение фракционного состава;
- гидродепарафинизации;
- применение депрессорных присадок.

Добавление более легких фракций малоэффективно для снижения температуры помутнения, что объясняется слабой растворимостью высокоплавких н-парафинов. Так, при добавлении к летнему ДТ с температурой помутнения -5°C даже 80 % реактивного топлива ТС-1 температура помутнения снижается лишь до -21°C , а предельная температура фильтруемости до -25°C .

Таблица 1.2 – Марки ДТ и требования, предъявляемые к ним, согласно
Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О
требованиях к бензинам автомобильному и авиационному, дизельному и
судовому топливам, топливу для реактивных двигателей и топочному
мазуту» [14]

Характеристики дизельного топлива	Нормы в отношении экологического класса			
	K1	K2	K3	K4
Массовая доля серы, мг/кг, не более	500	350	50	10
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже:				
для летнего и межсезонного дизельного топлива	40		55	
для зимнего и арктического дизельного топлива	30			
Фракционный состав – 95 % об. перегоняется при температуре °С, не выше	360			
Массовая доля полициклических ароматических углеводородов, %, не более	—	11	8	
Цетановое число для летнего дизельного топлива, не менее	45	51		
Цетановое число для зимнего и арктического дизельного топлива	Не определяется	47		
Смазывающая способность, мкм, не более	Не определяется	460		
Предельная температура фильтруемости, °С, не выше:				
дизельного топлива летнего	Не определяется			
дизельного топлива зимнего	-20			
дизельного топлива арктического	-38			
дизельного топлива межсезонного	-15			

Процессы карбамидной и цеолитной депарафинизации позволяют получать ДТ с удовлетворительными низкотемпературными свойствами, но их выход снижается на 20-30 %, а цетановое число – до уровня 40-42 пунктов.

Наиболее эффективным способом улучшения низкотемпературных свойств ДТ является применение низкотемпературных присадок.

1.3.1 Низкотемпературные присадки для дизельных топлив

Наиболее выгодным способом улучшения низкотемпературных свойств различных сортов ДТ является применение низкотемпературных присадок.

Назначение низкотемпературных присадок – взаимодействовать с зародышами кристаллов н-парафина при охлаждении ДТ и препятствовать их росту при дальнейшем понижении температуры [16].

Известные в настоящее время депрессорные присадки к ДТ по их химической природе можно классифицировать следующим образом [17]:

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

Присадки сополимеров этилена с полярными мономерами представляют собой бинарные и тройные сополимеры этилена с простыми и сложными виниловыми эфирами, ненасыщенными кетонами, эфирами и амидами ненасыщенных кислот [17]. В общем виде они представляют собой полиметиленовую цепь, боковые ответвления которой – различные функциональные (чаще всего кислородсодержащие) группы. Среди широкого ассортимента низкотемпературных присадок присадок, поставляемых на рынок различными производителями, все еще лидирующие позиции занимают присадки, в основу которых входят сополимеры этилена с

винилацетатом. Это присадки фирмы «Эксон» (США), такие как Парадин, ЕСА-5920, ЕСА-8400, ЕСА-8583, присадки «Лейназол-1000» (Германия), «Стабинол F₃» фирмы «Sumitomo» (Япония) и др. [18].

Действие диспергирующих присадок проявляется при работе дизельных двигателей при низких температурах. Присадки диспергирующего типа отличаются способностью осаждать парафины. Действие беззольных диспергирующих присадок сводится к уменьшению в топливе образования низкотемпературных отложений. В молекулах диспергирующих присадок имеется олеофильная часть – длинный углеводородный радикал, растворяющий присадку в топливе, и наличие полярной части молекулы – остатка полиалкиленполиамины или сложно-эфирной группировки [19]. К данному типу присадок относятся [19]:

- сукцинимиды;
- высокомолекулярные основания Манниха;
- алкенилированные полиамины;
- полиэфиры и др.

1.3.2 Механизм действия низкотемпературных присадок

Теории о механизме действия депрессорных присадок были выдвинуты в 1930-50-е годы Н.И. Черножуковым, Т.П. Жузе, П.А. Ребиндером, П.И. Саниным и др. [20].

Принцип действия низкотемпературных присадок заключается в следующем: имеющиеся в топливе н-алканы с понижением температуры начинают кристаллизоваться (помутнение топлива). При росте кристаллов до определенных размеров, образуют пространственную решетку, в результате чего топливо теряет свою подвижность и хуже прокачивается через системы трубопроводов и фильтров.

Низкотемпературные присадки абсорбируются на поверхности уже зародившихся кристаллов и препятствуют их росту и ассоциации. Механизм действия присадок окончательно не изучен. Наиболее распространены два предполагаемых механизма действия [21]. Первая теория предполагает

сокристаллизацию парафина и молекулы депрессора; молекула депрессора своей неполярной частью встраивается в кристалл парафина, а полярная часть, находящаяся снаружи мешает дальнейшему росту молекул парафина.

Вторая теория предполагает адсорбцию депрессора. В этом случае молекула депрессора сорбируется своей полярной частью на поверхности кристалла, в то время как неполярная часть обращена в среду и не дает сближению кристаллов парафина и их ассоциации в упорядоченную структуру, поэтому кристаллы приобретают звездообразную форму и не могут слиться в крупные образования [22].

Принцип действия диспергаторов парафинов заключается в предотвращении осаждения парафинов, которое приводит к образованию в топливе верхнего слоя, со следами парафина и нижнего, в котором концентрация парафина больше, что делает невозможной работу двигателя [23].

Молекулы присадки оседают на частицах парафина и создают электростатическое поле, отталкивающее частицы парафина друг от друга, мешающее их объединению и создают тем самым равномерное распределение частиц парафинов по объему [23].

Комбинирование депрессорных и диспергирующих присадок позволяет выполнить две функции: улучшить низкотемпературные свойства ДТ и повысить его агрегативную устойчивость при низких температурах.

2 Объект и методы исследования

2.1 Образцы дизельного топлива и низкотемпературные присадки

Объектом исследования низкотемпературных свойств, выступили 5 образцов прямогонного ДТ. Образцам были присвоены численные шифры от 1 до 5.

Кроме того, в работе применялись 6 видов низкотемпературных присадок (таблица 2.1). Присадкам были присвоены буквенные шифры.

Таблица 2.1 – Кодировка низкотемпературных присадок [24-29]

Название присадки	Кодировка присадки	Состав
«Антигель+» XADO	A	Сополимеры этилена, виниловый эфир, акрилаты, комплекс этиленгликолей
«Runway»	B	Лигроин, винилацетат, нафталин, этилбензол
«Diesel Flieb Fit» LIQUI MOLY	C	Углеводороды C ₁₀ -C ₁₃ , парафины, ароматические углеводороды, циклоалканы, и нафталин
LAVR	D	Полимерный депрессор, функциональные диспергаторы, нафта
«Diesel Flieb Fit» LIQUI MOLY BIG	F	Углеводороды C ₁₀ -C ₁₃ , парафины, ароматические углеводороды, циклоалканы, нафталин
Fillinn	G	Дистилляты нефти, присадки

Из образцов прямогонного ДТ и присадок, улучшающих низкотемпературные свойства, были приготовлены смеси присадка/ДТ. Присадки использовались в концентрациях, рекомендуемых производителями (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Концентрации присадок

Концентрация присадки (на 100 мл образца), мл					
A	B	C	D	F	G
0,1	0,231	0,3	0,62	0,1	0,26

2.2 Методики определения физико-химических свойств и эксплуатационных характеристик образцов дизельного топлива

2.2.1 Методика определения плотности и вязкости

Динамическую вязкость и плотность прозрачных нефтепродуктов определяла согласно методикам, представленным в ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94) «Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости» [30] и ГОСТ 3900-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности» [31] на вискозиметре Штабингера (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Вискозиметр Штабингера SVM3000 [32]

Данный метод измерения вязкости основан на измерении скорости вращения измерительного ротора, находящегося в цилиндре (внешний ротор), заполненном исследуемым образцом и вращающегося с постоянной скоростью. Таким образом, измеряя разность скоростей вращения внутреннего и внешнего роторов, определяется динамическая вязкость [33].

Осцилляционный метод измерения плотности исследуемых образцов основан на измерении резонансной частоты механических колебаний чувствительного элемента (U-образной трубки) в которую помещается образец ДТ [33]. Одновременное измерение вязкости и плотности жидкости

при одинаковых условиях позволяет автоматически пересчитывать результаты измерения вязкости из динамической в кинематическую.

Плотность и вязкость исследуемых образцов определялась при температуре 15 °С.

2.2.2 Методика определения цетанового индекса

ЦИ ДТ в работе был рассчитан по методике, представленной в международном стандарте ISO 4264 «Petroleum products – Calculation of cetane index of middle-distillate fuels by the four variable equation» [34].

Суть метода заключается в расчете ЦИ по данным измерений плотности при 15 °С и температур перегонки 10 % об, 50 % об. и 90 % об. пробы исследуемого образца.

ЦИ рассчитывают по уравнению:

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

$$T_{10N} = T_{10\%} - 215; T_{50N} = T_{50\%} - 260; T_{90N} = T_{90\%} - 310;$$

$$B = [\exp(-0,0035 \cdot D_N)] - 1; D_N = D - 850.$$

где *ЦИ* – цетановый индекс, пункты; $T_{10\%}$, $T_{50\%}$, $T_{90\%}$ – температура кипения 10 %, 50 %, 90 %-ной (по объему) фракции, °С; D – плотность топлива при 15 °С, кг/м³.

2.3 Методики определения состава образцов дизельного топлива

2.3.1 Методика определения фракционного состава

Фракционный состав ДТ определили согласно методике, представленной в ГОСТ ISO 3405-2013 «Нефтепродукты. Определения фракционного состава при атмосферном давлении (с Изменением № 1)» [35] на аппарате АРНС-Э (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Аппарат для разгонки нефтепродуктов АРНС-Э [36]

Испытуемые образцы в объеме 100 мл, перегоняют в аппарате АРНС-Э и регистрируют показания термометра при объеме конденсата 10 %, 50 %, 95 %. Регулирование нагрева происходит таким образом, чтобы скорость перегонки от 10%-го отгона до получения 95 см³ отгона в мерный цилиндр была постоянной и соответствовала приблизительно 1 капле в секунду [37].

2.3.2 Методика определения содержания серы

Определение содержания серы проводилось согласно методике, представленной в ГОСТ 32139-2013 «Нефть и нефтепродукты. Определение содержания серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии» [38] на аппарате Спектроскан S (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Спектроскан S [39]

Сущность метода заключается в определении содержания серы в испытуемых образцах, помещенных в пучок рентгеновских лучей. Первым этапом проводят измерения калибровочных образцов. Измеряют

результатирующее возбужденное рентгеновское излучение характерное для данного диапазона измерений. Повторяют опыт с исследуемыми образцами и для получения итогового значения общего содержания серы в испытуемых образцах в процентах (по массе или мг/кг), сравнивают полученный сигнал с сигналами, определенными при измерении калибровочных образцов.

2.3.3 Методика определения группового и структурно-группового состава

Для определения группового химического состава требуется установить количественное содержание ароматических углеводородов, нафтенов и парафинов в исследуемых образцах ДТ. Групповой состав определялся анилиновым методом на приборе для определения анилиновой точки (рисунок 2.4). Данный метод предполагает предварительную разгонку нефти на 50-ти градусные фракции, температура кипения которых соответствуют близким по составу ароматическим углеводородам [40]. Следующим этапом является проведение анализа каждой фракции по отдельности.

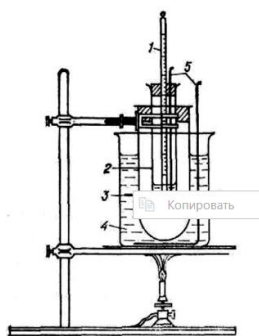


Рисунок 2.4 – Прибор для определения анилиновой точки:

1 – термометр; 2 – пробирка; 3 – муфта; 4 – водяная баня; 5 – мешалка; 6 – смесь анилина с исследуемой фракцией [40]

В связи с гибридным характером циклических углеводородов, ароматические углеводороды и нафтенy, во фракциях с температурой кипения выше 150 °С, уже невозможно отнести к одной определенной группе. В данном случае проведение группового анализа недостаточно и требуется исследование образцов на структурно-групповой состав.

Структурно-групповой анализ определялся по $n - d - M$ методу. Сущность метода заключается в определении показателя преломления (по методике, представленной в ГОСТ 18995.2-73 «Продукты химические жидкие. Метод определения показателя преломления»), плотности (согласно методике, представленной в ГОСТ 3900-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности») и молекулярной массы исследуемых образцов (по методике, представленной в ГОСТ 8.595-2004. Масса нефти и нефтепродуктов). Данный метод описывает «среднюю» молекулу исследуемой фракции и позволяет определять распределение углерода и содержание колец в исследуемых образцах дизельной фракции.

2.4 Методики определения низкотемпературных свойств образцов дизельного топлива

2.4.1 Методика определения температуры помутнения и застывания

Температуру помутнения (T_n) и температуру застывания (T_z) определяют по методикам, представленным в ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания» и ГОСТ 5066-91 «Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации».

Исследуемые образцы постепенно охлаждают в жидкостном низкотемпературном термостате КРИО-ВТ-05-01 (рисунок 2.5) и через каждые 3 °С проверяют на подвижность. Визуально температуру помутнения определяют по выпадению мутного осадка.

Температуру, при которой образцы ДТ полностью теряют текучесть, отмечают как T_z (рисунок 2.6).



Рисунок 2.5 – Жидкостный низкотемпературный термостат КРИО-ВТ-05-01 [41]

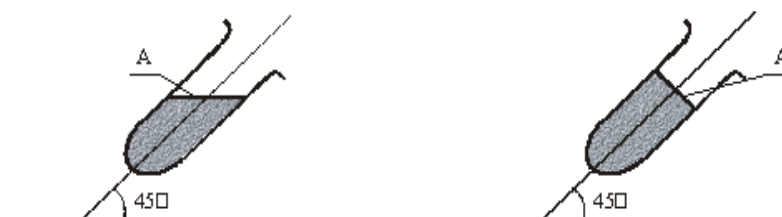


Рисунок 2.6 – Определение T_3 [42]

2.4.2 Методика определения предельной температуры фильтруемости

Предельная температура фильтруемости (ПТФ) определялась согласно методике, представленной в ГОСТ 22254-92 «Топливо дизельное. Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре» [43] на установке ПТФ (0...-70 °C) (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Установка для определения ПТФ [44]

Сущность метода заключается в постепенном охлаждении образцов ДТ и стекании его через фильтрационную сетку. Определение ведут до температуры, при которой топливо больше не способно проходить через

фильтр, время наполнения пипетки превышает 60 с, или топливо не стекает полностью обратно в измерительный сосуд.

2.5 Определение содержания углеводородов методом газожидкостной хроматографии

Данный метод основан на физико-химическом разделении анализируемых компонентов в колонках, заполненных твёрдым сорбентом при прохождении вдоль нелетучей стационарной жидкости, нанесенной на твёрдый сорбент. В ходе процесса многократно устанавливается равновесие между парами исследуемых веществ в газе-носителе (подвижная газовая фаза) и жидкой стационарной фазой на сорбенте, путем повторения процессов растворения и испарения. Исследование проводилось на газожидкостном хроматографе Chromatec-Crystal 2000 (рисунок 2.8) с кварцевыми капиллярными колонками размером 30 м×0,25 мм, стационарной фазой SE-54 и использованием гелия в качестве газа-носителя.



Рисунок 2.8 – Газо-жидкостный хроматограф Chromatec-Crystal 2000 [45]

5 Финансовый менеджмент

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе исследования потребителей дизельного топлива (ДТ) был проанализирован целевой рынок и проведено его сегментирование, а именно определена часть рынка, характеризующаяся однородной по своему экономическому поведению группой покупателей [1]. ДТ с улучшенными низкотемпературными свойствами обеспечивается преимущественно за счёт использования депрессорных присадок.

Продуктом исследования является дизельная фракция с улучшенными низкотемпературными свойствами, а в качестве целевого рынка были представлены промышленные предприятия нефтеперерабатывающей отрасли (таблица1).

Таблица 5.1 – Сегментирование рынка

НПЗ	Каталитическая изомеризация	Депрессорные присадки	Каталитическая депарафинизация
Крупное			
Среднее			
Маленькое			

Как видно из таблицы 1, из представленных способов улучшения качества топлива, каталитическая изомеризация возможна только на крупных НПЗ, так как главный ее недостаток – высокая стоимость катализаторов, содержащих металлы платиновой группы и использование их на малотоннажном предприятии не целесообразно; при применении каталитической депарафинизации снижается необходимость в дорогих металлах, однако применение данного метода не выгодно для малых объемов [2,3]. Таким образом, наиболее рациональным методом улучшения низкотемпературных свойств является добавление депрессорных присадок в ДТ.

5.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ – это инструмент стратегического анализа и планирования, применяемый для оценки явлений и факторов, оказывающих влияние на компанию или проект [4].

Для определения критериев, влияющих на эффективной/неэффективной проекта, а также исследования внешней и внутренней среды проекта была составлена матрица SWOT анализа (таблица 2).

Таблица 5.2 – матрица SWAT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	1) Проведение эксперимента в лаборатории при НИИ ТПУ; 2) Наличие нового оборудования для экспериментов; 3) Относительно новое направление изучения; 4) Низкая текучесть кадров и прогулов; 5) Глубокое изучение своего направления каждым участником вследствие делегирования обязанностей; 6) Простота использования; 7) Возможность расчета и корректировки рецептуры смешения.	1) Недостаточно большой объем проведенных экспериментов. 2) Погрешности при проведении опытов; 3) Отсутствие прототипа научной разработки.

Продолжение таблицы 5.2

Возможности: 1) Использование инновационной структуры ТПУ; 2) Появление дополнительного спроса на новые исследования;	1) Выявление новых зависимостей влияния состава дизельного топлива на эффективность депрессорной присадки.	1) Помощь специалистов и оборудования ТПУ в проведении исследований; 2) Возможность снизить расходы на реализацию проекта может оказаться сильной стороной;
3) Направленность правительственной политики на освоение арктической полосы; 4) Массовое внедрение на НПЗ.	2) Анализ эффективности различных низкотемпературных присадок, используемых в этом процессе. 3) Ускорение в сфере научно-технических инноваций, способствующих улучшению экологической и экономической ситуации на рынке топлив;	
Угрозы: 1) Разработка аналогов методики исследования у конкурентов; 2) Опровержение полученных результатов в ходе экспериментов; 3) Введение дополнительных государственных требований.	1) Продвижение программы с целью создания спроса на рынке нефтеперерабатывающих предприятий; 2) При разработке методики более детально учесть влияние к составу сырья.	1) Необходимо дальнейшее проведение экспериментов для уточнения результатов.

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для проведения научных исследований была сформирована исследовательская группа, в состав которой входят: бакалавр, магистрант, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) ВКР. Составляется перечень этапов и работ в рамках проведения научного-исследовательской работы и проведено распределение исполнителей по отдельным видам работ (таблица 3)

Таблица 5.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Исполнитель
Разработка технического Задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, консультант ЭЧ, СО
Выбор направления исследований	2	Выбор темы исследования	Научный руководитель, бакалавр
	3	Поиск и изучение литературы по выбранной теме	
	4	Календарное планирование экспериментов	
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Поиск необходимых методик для проведения экспериментов	Бакалавр
	6	Проведение экспериментов	Бакалавр, магистрант
	7	Сопоставление результатов экспериментов и выявление зависимостей	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, бакалавр

Продолжение таблицы 5.3

Проведение ВКР			
Оформление отчета по НИР	9	Оформление экономической части работы	Бакалавр, консультант ЭЧ
	10	Оформление результатов по охране труда	Бакалавр, консультант СО
	11	Составление пояснительной записки	Бакалавр
	12	Сдача работы на рецензию	
	13	Предзащита ВКР	
	14	Защита дипломной работы	

5.3 Определение трудоемкости выполняемых работ

Важной частью написания экономической части ВКР является расчет трудоемкости работ участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научно-исследовательской работы оценивается опытно-статистическим методом. Для расчета ожидаемого (среднего) значения трудоемкости ($t_{ожи}$) применим следующую формулу [4]. Результаты вычислений представлены в таблице 4.

$$t_{ожи} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (1)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями[4]

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{ч_i} \quad (2)$$

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 же работу на данном этапе, чел.

Таблица 5.4 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									T _{pi}		
	t _{min i} , чел-дни			t _{max i} , чел- дни			t _{ож i} , чел-дни					
	Б	Н	М	Б	Н	М	Б	Н	М	Б	Н	М
Выбор направления исследований	1	1	-	1	1	-	1	1	-	0,5	0,5	-
Календарное планирование работ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,33	0,33	0,33
Теоретические исследования	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
Проведение опытов	1	-	1	1	1	1	1	0,4	1	0,5	0,2	0,5
Обработка данных	1	-	-	1	1	1	1	0,4	0,4	1	0,4	0,4
Научное обоснование и выводы	1	-	-	1	1	-	1	0,4	-	0,5	-	-
Оформление отчета НИР	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
Защита выпускной работы	1	-	-	1	1	-	1	0,4	-	1	-	-

5.4 Разработка графика проведения научного исследования

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

Диаграмма Ганта – это горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} \quad (3)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22 \quad (4)$$

Таблица 5.5 – Временные показатели проведения научного исследования

T_{pi}			T_{ki}		
Б	Н	М	Б	Н	М
0,5	0,5	-	1	1	-
0,33	0,33	0,33	1	1	1
1	-	-	1	-	-
0,5	0,2	0,5	1	-	1

Продолжение таблицы 5.5

1	0,4	0,4	2	1	1
0,5	-	-	1	-	-
1	-	-	2	-	-
1	-	-	2	-	-

Таблица 5.6 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

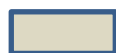
№ работ	Вид работ	Исполнители	Т кі, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1													
2	Выбор направления исследований	Руководитель Бакалавр	1 1													
3	Обзор современных методов исследований по выбранному направлению	Руководитель Бакалавр Магистрант	3 3 3													
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель Бакалавр Магистрант	1 1 1													

Продолжение таблицы 5.6

5	Теоретическое обоснование и выбор экспериментальных методов исследований	Бакалавр Магистрант	13 13												
6	Построение моделей и проведение экспериментов	Бакалавр Магистрант	25 25												
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель Бакалавр	5 5												
8	Оценка эффективности проведенных исследований	Руководитель	2												
9	Определение целесообразности проведения ВКР	Руководитель Бакалавр	5 5												
10	Оформление отчёта НИР	Бакалавр	10												
11	Сдача работы на рецензию	Руководитель Бакалавр	3 3												

Продолжение таблицы 5.6

12	Предзащита	Бакалавр	1													
13	Подготовка к защите дипломной работы	Бакалавр	16													
14	Защита дипломной работы	Бакалавр	1													



-Руководитель



-Бакалавр



-Магистрант

5.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на оборудование;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расч i} \quad (5)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 7 Величина коэффициента (k_T), принимаем в пределах 20% от стоимости материалов.

Таблица 5.7 – Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Количество			Цена за ед. с НДС, руб.			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Образцы диз.топлива	Л	2	5	8	36	36	36	86,4	216	345, 6
Этиловый спирт технический	Л	30	30	30	180	180	180	6480	6480	6480
Цилиндр мерный	Шт.	2	3	5	120	120	120	288	432	720
Пробирка с двойными стенками ТС	Шт.	2	2	2	12560	12560	12560	25120	25120	25120
Термометр	Шт.	2	2	2	3125	3125	3125	6250	6250	6250
Итого:								38224,4	38498	38915,6

5.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Все расчеты по приобретению спецоборудования, включая 15% на затраты по доставке и монтажу, отображены в таблице 8.

Таблица 5.8 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Цена единицы оборудования, тыс. руб.
1	Термостат жидкостный низкотемпературный «КРИО-ВТ-05-01»	1	166,1	191
Итого:				166.1

Затраты по таблице 5 не учитываются по причине того, что оборудование и программное обеспечение было приобретено ранее.

5.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии и доплаты) и дополнительную заработную плату. Также включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада:

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (6)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}} \quad (7)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (8)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5–дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн. (таблица 9).

Таблица 5.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр	Магистрант
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней:			
– выходные дни	44	48	48
– праздничные дни	14	14	14
Потери рабочего времени			
– отпуск	56	28	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275	275

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пп}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (9)$$

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

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

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

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

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 10

Таблица 5.10– Расчет основной заработной платы

Категория	$З_{\text{тс}}$, руб.	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, Руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель							
ППСЗ	33664	0,3	1,3	70021,12	3124,45	39	21853,55
Бакалавр							
ППС1	21760	0,3	1,3	45260,8	1711,68	50	85584
Магистрант							
ППС1	21760	0,3	1,3	45260,8	1711,68	44	75313,92

5.5.4 Дополнительная заработная плата исполнительной темы

Расчет дополнительной заработной платы проводится по надлежащей формуле:

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}}, \quad (10)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы принимаем 0,12 из диапазона 0,12 – 0,15;

$З_{\text{доп}}$ руководителя: 2622,43 руб.;

$З_{\text{доп}}$ инженера: 10270,08 руб.

$З_{\text{доп}}$ магистранта: 9037,67 руб.

В сумме $З_{\text{доп}} = 21930,18$ руб.

В итоге заработная плата работников рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}, \quad (11)$$

для руководителя: 24475,98 руб.;

для инженера: 95854,08 руб.

для магистранта: 84351,59

5.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы :

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

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 5.11 – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	$З_{\text{внеб}}$
Руководитель	6632,99
Бакалавр	25976,45
Магистрант	22859,28

5.7 Накладные расходы

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

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 6) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Результаты расчета представлены в таблице 12.

5.8 Формирование бюджета затрат научно исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 8.

Таблица 5.12 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	38224,4	38498	38915,6	Таблица 7
2. Затраты на приобретение экспериментального оборудования	166100	166100	166100	Таблица 8
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	21853,55	85584	75313,92	Таблица 10

Продолжение таблицы 5.12

4. Отчисления во внебюджетные фонды	6632,99	25976,45	22859,28	Таблица 11
5. Накладные расходы	37249,75	50585,35	48510,21	16% от суммы ст. 1-4
6. Бюджет затрат НТИ	270060,7	366743,8	351699	Сумма ст. 1-5

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

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности нашего варианта исполнения равен 3,65.

Расчет интегрального показателя проводился на основании данных, представленных в таблице 5.13.

Таблица 5.13 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1
1. Способствует увеличению качества производимого товарного бензина и дизельного топлива в стране	0,1	5
2. Удобство в проведении исследования на практике в силу его простоты, не требуемой специального обучения	0,2	4
3. Экономичность	0,2	5
4. Низкая себестоимость в сравнении с более дорогими методами подбора	0,3	5

Продолжение таблицы 5.13

5. Надежность	0,2	5
ИТОГО	1	

Интегральный показатель эффективности данного варианта исполнения разработки ($I_{исп.1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя и численно равен 3,65.

Ниже представлена таблица, определяющая эффективность проекта.

Таблица 5.14 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,65
3	Интегральный показатель эффективности	3,65
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1

Выводы по разделу:

В данном разделе подробно разобран коммерческий потенциал данного исследования и его перспективы на рынке. Проведена оценка ресурсоэффективности проделанной работы. Описан и составлен план необходимого комплекса работ.

С учетом причин возникновения проблем, проведенного анализа и структурирования проекта, а также для оценки причинно-следственных связей была построена Диаграмма Исикавы (Диаграмма причины-следствия).

Также представлены результаты планирования научно-исследовательской работы.

С позиции финансовой и ресурсной эффективности, данные показатели позволяют сделать вывод, о том, что выбранный вариант исполнения эффективен.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Низкотемпературные присадки позволяют получать из летних сортов ДТ зимние и арктические марки в зависимости от состава образца и концентраций в которых была добавлена присадка.

Актуальность темы исследования обусловлена массовым освоением арктического шельфа. Спрос на высококачественное ДТ с улучшенными низкотемпературными свойствами растет т.к. 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 образцы прямогонного ДТ и низкотемпературные присадки.

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 состава ДТ на действие низкотемпературных присадок.

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

Согласно ТК РФ, N 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 исследований влияния состава Дт на эффективность действия низкотемпературных присадок является химическая лаборатория 2 корпуса отделения химической инженерии Томского политехнического университета. Лаборатория оборудована вентиляцией, водоснабжением и канализацией. Полы выполнены из жаростойкой и гидрофобной керамогранитной плитки. Лабораторные столы имеют гладкие поверхности из материалов, не сорбирующих вредные вещества, и легко поддаются очистке.

Работа с вредными и легколетучими веществами производится в вытяжных шкафах, обеспечивающих изоляцию работающих от опасной

среды. Помещение хорошо освещено 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 [45].

6.2 Производственная безопасность

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

При работе в лаборатории используются вредные вещества, ПДК в воздухе рабочей зоны, класс опасности и влияние на организм человека этих веществ указаны в Таблице 1 [46-49].

Таблица 6.1 Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплуа тация	
1.Присутствие вредных веществ (таблица 2) в работе		+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 СП 52.13330.2016 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.007- 76
2. Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	

Продолжение таблицы 6.1

5.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
6.Возможные электромагнитные излучения		+	+	
7.Наличие взрывоопасных и токсичных веществ.		+	+	
8. Повышенное значение напряжения в электрической цепи		+	+	

Таблица 6.2 – Вредные вещества нефтехимии и их характеристика

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Воздействие на организм
Топливо дизельное	900/300	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.
Анилин	0,1	2	Высокотоксичен для человека, является гематотоксином (вызывает гемолиз). При лёгком отравлении анилином наблюдаются слабость, головокружение, головная боль, синюшность губ, ушных раковин и ногтей. При отравлениях средней тяжести также наблюдаются тошнота, рвота, иногда, шатающаяся походка, учащение пульса.

Продолжение таблицы 6.2

Бензол	15/5	2	Бензол высокотоксичен. При отравлении его парами обычно наблюдаются учащенное сердцебиение, сонливость, головокружение, головные боли. Попадание бензола внутрь может вызвать поражение желудочно-кишечного тракта. Бензол оказывает угнетающее действие на функцию кроветворения, обладает канцерогенным действием. Вдыхание паров бензола в осложненных случаях способно привести к летальному исходу
Спирт этиловый	1000	4	При остром отравлении этиловым спиртом отмечается рвота, замедление дыхания и сердечных сокращений, потеря сознания.

Поэтому при работе в химической лаборатории необходимо соблюдать требования к технике безопасности [50]:

1. Перед тем как приступить к работе, сотрудники должны осмотреть и привести в порядок рабочее место.
2. Приступая к работе, проверяется исправность оборудования.
3. Проводить работу с ядовитыми и едкими веществами, а также с органическими растворителями только в вытяжном шкафу.
4. Работа при повышенном давлении, нагрев стеклянного прибора или его поломка с разбрызгиванием горячих или едких продуктов проводится в вытяжных шкафах в защитных очках, перчатках и фартуке.
5. Работа в вытяжном шкафу проводится так, чтобы в шкафу находились только руки, наблюдение за процессом осуществляется через шкаф, для этого створки шкафа поднимают на высоту не более 30 см.

6. Приготовление химических растворов с выделением тепла проводится в фарфоровой или термостойкой емкости.

7. Во избежание ожогов, поражений от брызг и выбросов нельзя наклоняться над посудой, в которой кипит какая-либо жидкость.

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 при внедрении разработки на производстве.

Далее представлены описания вредных и опасных факторов описанных выше.

В процессе труда в производственном помещении человек находится под влиянием определенных метеорологических условий, или микроклимата – климата внутренней среды этих помещений.

Метеоусловия производственной среды регламентируются [51].

Температура воздуха в лаборатории поддерживается:

- 1) в холодный период 16 – 22 °С;
- 2) в теплый период 18 – 25 °С.

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

В лаборатории создание микроклимата обеспечивается работой форточек, дверей, приточной вытяжной вентиляцией.

Летом помещения проветриваются с помощью вентиляторов. В зимнее время помещения нагревают центральным отоплением.

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 комбинированная система освещения, то есть общее искусственное и местное освещение.

Производственные процессы в химической лаборатории сопровождаются шумом.

Воздействие шума длительное время 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 приводит к появлению профессиональных заболеваний и может явиться причиной несчастного случая.

Для химической лаборатории характерны следующие виды шумов:

- 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).

В качестве средств индивидуальной защиты для органов слуха от шума и вибрации применяются наушники, беруши.

Наушники понижают негативное воздействие в диапазоне от 7 до 38 дБ с частотой от 125 до 8 000 Гц.

Вкладыши (беруши) закрывают слуховой проход. Этот вид защиты дешев, компактен и применим ко многим ситуациям, но не всегда

результативен, т.к. снижает уровень негативного воздействия всего на 5 – 20 дБ.

6.2.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

Для обеспечения снижения влияния опасных и вредных факторов при исследовании влияния состава ДТ на эффективность действия низкотемпературных присадок на работающих 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 [52]:

- 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 [53].

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 [54].

6.3.3. Воздействие на литосферу

Твердые отходы собираются в специальные сборники и увозятся для уничтожения. Наиболее опасными отходами для литосферы в условиях лаборатории являются отработанные люминесцентные лампы, относящиеся к 1 классу опасности. Их утилизация производится согласно [55].

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одним из важнейших факторов в безопасности исследований влияния состава ДТ на эффективность действия низкотемпературных присадок жизнедеятельности людей является подготовленность к чрезвычайным ситуациям. Чрезвычайная ситуация – это совокупность таких обстоятельств, которые сопровождаются разрушениями зданий, сооружений, материальных ценностей, поражению и гибелью людей.

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

К чрезвычайным ситуациям, которые может инициировать объект исследования, относят:

- производственные аварии,
- стихийные бедствия,
- социальные конфликты.

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 [56].

6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при производстве объекта исследования на производстве.

Также наиболее типичной ЧС будет являться ситуация техногенного характера, теоретически вызванная выходом из строя отсеков с хранением образцов ДТ, самовозгоранием топлива, пожаром на производстве [56]. Для

ликвидации аварии на производстве разрабатываются планы, в которых предусматриваются мероприятия, направленные на спасение людей, ликвидации аварий представленные в разделе 5.4.1.

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

Мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций представлены ниже согласно ГОСТу 22.0.04 - 97:

- 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;

ВЫВОД:

Проанализировав условия труда на рабочем месте, где выполнялись исследования влияния состава ДТ на эффективность действия низкотемпературных присадок, можно сделать вывод, что исследовательская лаборатория, удовлетворяет предъявляемым требованиям и нормам. При соблюдении техники безопасности и правил работы в химической лаборатории работа в лаборатории не повлияет на здоровье работника.

Действие вредных и опасных факторов в лаборатории сведено к минимуму. Микроклимат, освещение и уровень шума удовлетворяют требованиям, так же соблюдены все требования по электро- и пожароопасности.

При соблюдении описанных в работе правил утилизации отходов, деятельность в лаборатории не представляет опасности для экологии.

Список публикаций студента

№	Наименование работы, ее вид	Характер работы	Выходные данные	Объем, стр.	Соавторы
Доклады и тезисы докладов, опубликованные в материалах российской, международной (всероссийской) конференции: 3					
1	Сравнение эффективности действия низкотемпературных присадок	Печатная	Труды XXII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» 8-12 апреля 2019 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019 – Т.2	1	—
2	Сравнение эффективности действия низкотемпературных присадок для дизельного топлива	Печатная	XX Международная научно-практическая конференция имени профессора Л. П. Кулёва студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в в XXI веке. 20-23 мая 2019 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019 – стр.386	1	—
3	Исследование действия низкотемпературных присадок к дизельным топливам	Печатная	XXII Всероссийская конференция молодых учёных-химиков. 23-25 апреля 2019г. – Нижний Новгород: –Изд-во ННГУ	2	—

Список использованных источников

1. Сырбаков А.П., Корчуганова М.А. Топливо и смазочные материалы. – Томск: Томский политехнический университет, 2015. – 159 с.
2. Пучков Н.Г. Дизельные топлива. – Л.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1953. – 194 с.
3. Трактюченко И.А. Исследование влияния цетанового числа топлива на работу двигателя. – М.: Машгиз, 1957. – 32 с.
4. Данилов А.М. Книга для чтения по переработке нефти / А.М. Данилов. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2012. – 307 с.
5. С.А. Ахметов, Т.П. Сериков, И.Р. Кузеев, М.И. Баязитов. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа. – Санкт-Петербург: Недра, 2006. – 868 с.
6. ГОСТ 27768-88 (СТ СЭВ 5871-87) «Топливо дизельное. Определение цетанового индекса расчетным методом» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008532>, свободный (дата обращения: 12.06.2019).
7. Чуликов П.В. Моторные топлива: ресурсы, качество, заменители. Справочник. – М.: Политехника, 1998 – 128 с.
8. Лосиков Б.В. Нефтепродукты: свойства, качество, применение. – Справочник. – М.: Химия, 1966. – 766 с.
9. Балтенас Р., Сафонов А.С., Ушаков А.И., Шергалис В. Моторные масла. Производство. Свойства. Классификация. Применение. – Научно-техническое издание. – М.: Альфа-Лаб, 2000. – 272 с.
10. Amir Hossein Saeedi Dehaghani, Reza Rahimi. An experimental study of diesel fuel cloud and pour point reduction using different additives // Petroleum. – 2018. – №10.1016. – p. 24.
11. Гуреев А.А., Фукс И.Г., Лашхи В.Л. Химмотология. – М.: Химия, 1986. – 368 с.

- 12.Афанасьев Л.Л.; Илларионов В.А.; Струве Н.Э. Справочник автомобильного механика e-reading.club. – Издание 4-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1969. – 688 с.
- 13.ГОСТ 305-2013 «Топливо дизельное. Технические условия» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный – Дата обращения: 12.06.2019 г.
- 14.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: 12.06.2019 г.
- 15.Б.А. Энглин. Применение жидких топлив при низких температурах. – М.: Химия, 1980. – 208 с.
- 16.Башкатова С.Т. Присадки к дизельным топливам. – М.: Химия, 1994. – 256 с.
- 17.Тертерян Р.А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам. – М.: Химия, 1990. – 238 с.
- 18.Виппер А.Б., Виленкин А.В., Гайснер Д.А. Зарубежные масла и присадки. – М.: Химия, 1981. – 192 с.
- 19.Уразаева А.А., Сидоров Г.М., Валинуров Р.Р., Азнабаев Ш.Т. Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива. // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – №6. – с. 93-98.
- 20.Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. – 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1985. – 312 с.
- 21.Wan Gang Zheng, Shu Jun Wang, Fan Bin Meng, Huan Qing Ma, Yan Shan Li. Synthesis and Performance Evaluation of Pour Point Depressants for Lubricating Oil // Advanced Materials Research, 2014. – pp. 110-113.
- 22.Ahmed Hammami, John Ratulowski, Ratulowski J., A. Amin, A. Hammami, M. Muhammad and M. Riding. Flow assurance and sub-sea productivity:

- Closing the loop with connectivity and measurements // Heavy Oils, and Petroleomics. – 2016. – pp. 617-660.
23. Таранова Л.В., Гуров Ю.П., Агаев В.Г. Механизм действия депрессорных присадок и оценка их эффективности // Современные наукоемкие технологии. 2008. – №4. – с. 76-77.
24. Diesel Fließ Fit // Присадки в моторные масла. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://liquimoly.ru/upload/iblock/fe3/fe39453d59040a2f8415a06e383cd388.pdf>, свободный (дата обращения: 12.06.2019).
25. XADO АНТИГЕЛЬ + // XADO.ua. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://xado.ua/avtomobilnaya-himiya/toplivnie-prisadki/disel/antigel-hado> (дата обращения: 12.06.2019).
26. Присадки «Runway» // автохимия Runway. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: http://moreget.ru/d/1488561/d/runway_2017.pdf (дата обращения: 12.06.2019).
27. Nalesnik T.E., Herbstman S. Containing as storage stabilizer a copolymer grafted with an aromatic polyamine succinimide: pat. 4919683 USA. Оpubл. 24.04.1990.
28. Каталог присадок «LAVR» // Autoclass. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://avtograf2012.ru/download/Catalog-Lavr.pdf> (дата обращения: 12.06.2019).
29. Автохимия и автокосметика для ухода за автомобилем [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. // fill-inn.com. URL: https://www.fill-inn.com/public/images/design/fillinn/fillin_2016_web.pdf (дата обращения: 12.06.2019).
30. ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94) Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.

- [illegible]

RSVEMCVCOSslRDAIQjgrJUQxJTgxJUQxJTgyJUQxJTgwJUQxJTgzJU
QwJUUBJUQxJTgyJUQxJTgzJUQxJTgwJUQwJUJEJUQwJUJFKyVEMC
VCMYVEMSU4MCVEMSU4MyVEMCVCRiVEMCVCRiVEMCVCRSV
EMCVCMiVEMCVCRSVEMCVCOSslRDAIQjAlRDAIQkQlRDAIQjAlR
DAIQkIlRDAIQjglRDAIQjcrJUQwJUJDJUQwJUI1JUQxJTgyJUQwJUJFJ
UQwJUI0JUQwJUI4JUQxJTg3JUQwJUUBJUQwJUIwJnVybd1odHRwJT
NBLy9wb3J0YWwudHB1LnJ1L1NIQVJFRRC9tL01JVEFZL2FjYWRLbWlj
cy9UYWIvR3J1cFNvc3QuZG9jJmxyPTY3Jm1pbWU9ZG9jJmwxMG49cn
Umc2lnbj0xZDM0Y2NhYTZhNGlzMjdkYTlzMjZGY5OTgxYzQ0YTBlMiZ
rZXlubz0wIn0%3D&lang=ru, свободный (дата обращения: 12.06.2019).

38. КРИО-ВТ-12 Термостат жидкостный низкотемпературный //
Общелабораторное оборудование. [Электронный ресурс]. –
Электрон. дан. URL: <https://termexlab.ru/#!/ru/product/krio-vt-12-thermostat-zhidkostnyij-nizkotemperaturnyj-130120>, свободный (дата обращения: 12.06.2019).
39. ГОСТ 5066-91 «Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
40. 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: 12.06.2019.
41. Установка для определения предельной температуры фильтруемости //
Общелабораторное оборудование. Электронный ресурс]. –
Электрон. дан. – URL: <https://termexlab.ru/#!/ru/product/ptf-ustanovka-dlya-opredeleniya-predelnoj-temperaturyi-filtruemosti-170100>, свободный (дата обращения: 13.06.2019).

- 42.ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания». [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения:12.06.2019.
- 43.ГОСТ Р ЕН ИСО 22854-2010 «Нефтепродукты жидкие. Определение типов углеводородов и оксигенатов методом многомерной газовой хроматографии» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 44.Захаров Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях / Л.Н. Захаров. – Ленинград: Химия, 1991. – 336 с.
- 45.ГОСТ 5819-78 «Анилин. Технические условия (с Изменением №1)» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL:<http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 46.ГОСТ 5955-75 «Реактивы. Бензол. Технические условия (с Изменениями №1, 2)» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL:<http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 47.СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 48.СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение (с Изменением №1)» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 49.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]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 50.ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура

- видов защиты» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 51.СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением №1)» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 52.Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 29 июля 2017 года) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL:<http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 53.ГОСТ 17.2.3.02-78. «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 54.ГОСТ Р 52105-2003 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.
- 55.ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 12.06.2019.