



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

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка рецептур смешения товарных бензинов

УДК 665.733.5

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Каплун Юлия Юрьевна		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООТД	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кузьменко Елена Анатольевна	к.т.н., доцент		

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

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

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



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

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (ООП) 18.03.01 Химическая технология

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Кузьменко Е.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Каплун Юлия Юрьевна

Тема работы:

Разработка рецептур смешения товарных бензинов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 31-66/с от 31.01.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

06.06.2023 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Данные хроматографического анализа смесевых потоков, вовлекаемых в производство товарных бензинов.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	1 Литературный обзор 1.1 Состав и свойства автомобильных бензинов 1.2 Марки автомобильных бензинов 1.3 Технология компаундирования, смесевые компоненты автомобильных бензинов 2 Объект и методы исследования 2.1 Объект исследования 2.2 Методика расчета характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов в программном комплексе «Compounding» 3 Расчеты и аналитика 3.1 Результаты расчета состава и характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов 3.2 Разработка рецептур смешения бензинов 4 Результаты исследования

	4.1 Выбор наиболее предпочтительных смесевых компонентов 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6 Социальная ответственность Выводы
Перечень графического материала	Нет
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна, к.э.н., доцент ОСГН
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович, к.т.н, доцент ООТД
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	31.01.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Каплун Юлия Юрьевна		



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

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (ООП) 18.03.01 Химическая технология

Уровень образования Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

Период выполнения весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Каплун Юлия Юрьевна

Тема работы:

Разработка рецептур смешения товарных бензинов

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

06.06.2023 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2023	Введение	10
27.03.2023	1. Литературный обзор: Состав и свойства автомобильных бензинов. Марки автомобильных бензинов. Технология компаундирования, смесевые компоненты автомобильных бензинов	20
10.04.2023	2. Объект и методы исследования: Объект исследования. Методика расчета характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов в программном комплексе «Compounding»	20
30.04.2023	3. Расчеты и аналитика: Результаты расчета состава и характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов. Разработка рецептур смешения бензинов	20
20.05.2023	4. Результаты исследования: Выбор наиболее предпочтительных смесевых компонентов	10
25.05.2023	5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
25.05.2023	6. Социальная ответственность	5
31.05.2021	Выводы	10

СОСТАВИЛ:**Руководитель ВКР**

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

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кузьменко Елена Анатольевна	к.т.н., доцент		

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Каплун Юлия Юрьевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Каплун Юлия Юрьевна

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.</i>
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Расчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Карта сегментирования</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>График проведения НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2023
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Каплун Юлия Юрьевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 3-2Д8Б		ФИО Каплун Юлия Юрьевна	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01.Химическая технология

Тема ВКР:

Разработка рецептур смешения товарных бензинов	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> - Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. - Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования: смесевые потоки, вовлекаемые в производство товарных бензинов.</i></p> <p><i>Область применения: нефтехимическая промышленность</i></p> <p><i>Рабочая зона: лаборатория</i></p> <p><i>Размеры помещения 4 м * 5 м.</i></p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: ЭВМ (ПК) – 3 шт.; МФУ Canon – 1 шт.</i></p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: моделирование процессов в специализированной программе «Compounding».</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ТК РФ Статья 351.6. Особенности регулирования труда работников в сфере электроэнергетики, сфере теплоснабжения, в области промышленной безопасности, области безопасности гидротехнических сооружений;</p> <p>Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов; 2. Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений; 3. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень общей вибрации; 2. Повышенный уровень локальной вибрации; 3. Повышенный уровень шума; 4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 5. Производственные факторы, связанные с

	аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; 6. Монотонность труда, вызывающая монотонию; Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: изоляция проводов и её непрерывный контроль; предупредительная сигнализация и блокировка; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; защита от случайного прикосновения; защитное заземление; защитное отключение оборудования.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на селитебную зону – не оказывается. Воздействие на литосферу – твердые отходы. Воздействие на гидросферу – не оказывается. Воздействие на атмосферу – тепловое воздействие оборудования.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС: пожар, Природные катастрофы: наводнение, цунами ураган, удары молний и т.д.; Наиболее типичная ЧС: пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2023
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООТД	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Каплун Юлия Юрьевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 77 с., 9 рис., 29 табл., 29 источников, 2 Приложения.

Ключевые слова: бензин, октановое число, компаундирование, смесевые компоненты, рецептура, компьютерное моделирование.

Объект исследования – сырьевые компоненты, используемые при создании рецептур смешения товарных бензинов.

Цель работы – разработка рецептур смешения товарных бензинов и выбор наиболее предпочтительных смесевых компонентов.

В ходе исследования с использованием моделирующей системы «Compounding» осуществлен расчет характеристик смесевых компонентов бензинов различного состава; разработаны рецептуры смешения бензинов марок АИ-80, АИ-92, АИ-95, АИ-98 с использованием смесевых компонентов различного состава; выбраны наиболее предпочтительные смесевые компоненты и разработаны рецептуры смешения товарных бензинов с их использованием.

Практическая значимость: в работе созданы оригинальные рецептуры смешения товарных бензинов, удовлетворяющие всем требованиям современных стандартов, которые могут быть использованы на реальном производстве. Область применения – нефтеперерабатывающая промышленность.

Содержание

Введение.....	14
1. Литературный обзор	16
1.1 Состав и свойства автомобильных бензинов	16
1.2 Марки автомобильных бензинов	22
1.3 Технология компаундирования, смесевые компоненты автомобильных бензинов	23
2. Объект и методы исследования	29
2.1 Объект исследования	29
2.2 Методика расчета характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов в программном комплексе «Compounding».....	30
3. Расчеты и аналитика	33
3.1 Результаты расчета состава и характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов	33
3.2 Разработка рецептур смешения бензинов	35
4. Результаты исследования	39
4.1 Выбор наиболее предпочтительных смесевых компонентов.....	39
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 42	
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	42
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	42
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	43
5.1.3 SWOT-анализ.....	45
5.2 Планирование научно – исследовательских работ	47
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	47
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	49

5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	51
5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	51
5.3.2 Затраты на оборудование	52
5.3.3 Расчет основной и дополнительной заработной платы	52
5.3.4 Накладные расходы.....	55
5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	55
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	56
6 Социальная ответственность	60
Введение.....	60
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности разработке проектного решения	60
6.2 Производственная безопасность при разработке проектного решения	63
6.3 Экологическая безопасность.....	68
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	69
Выводы	72
Список использованной литературы.....	73
Приложение А. Требования к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам бензинов согласно ГОСТ 32513-2013	76
Приложение Б. Календарный план-график проведения исследования.....	77

Введение

Одной из главных задач на современном этапе развития нефтеперерабатывающей промышленности является повышение качества выпускаемых нефтепродуктов и улучшение эффективности переработки нефти. Процесс компаундирования является наиболее ответственным и завершающим этапом в формировании количественных и качественных показателей товарных бензинов. Компоненты, используемые в процессе смешения, имеют различные показатели качества и стоимость, так как являются продуктами первичной и вторичной переработки нефти. Чтобы избежать производства некондиционных партий топлива, необходимо соблюдать строгие нормы качества, что приводит к использованию более высококачественных и дорогостоящих компонентов.

Для повышения качества и выхода бензина исследуются различные пути усовершенствования технологии компаундирования, такие как использование новых рецептур смешения и добавок, повышающих октановое число. Эта задача может быть решена путем экспериментов или с помощью математического моделирования. Однако оптимизация процесса компаундирования высокооктановых бензинов затруднена физико-химическими свойствами компонентов смеси, такими как давление насыщенных паров и октановое число, которые не обладают свойством аддитивности, а также постоянно меняющимся составом сырья. Для улучшения эффективности процесса компаундирования и сокращения времени на его проведение возможно использование компьютерных моделей.

Целью данной работы является разработка рецептур смешения товарных бензинов и выбор наиболее предпочтительных смесевых компонентов.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие основные задачи:

1) С использованием моделирующей системы «Compounding» осуществить расчет характеристик смесевых компонентов бензинов различного состава;

2) Разработать рецептуры смешения бензинов марок АИ-80, АИ-92, АИ-95, АИ-98 с использованием смесевых компонентов различного состава;

3) Выбрать наиболее предпочтительные смесевые компоненты и разработать рецептуры смешения товарных бензинов с их использованием.

Объектом исследования в работе являются сырьевые компоненты, используемые при создании рецептур смешения товарных бензинов.

Предмет исследования – рецептуры смешения товарных бензинов.

Практическая значимость настоящего исследования заключается в разработке оригинальных рецептур смешения товарных бензинов, удовлетворяющих всем требованиям современных стандартов, которые могут быть использованы на реальном производстве.

1 Литературный обзор

1.1 Состав и свойства автомобильных бензинов

Бензин – это смесь легких углеводородов с температурой кипения от 30 до 205 °С. В технологическом смысле это смесь компонентов, которые являются продуктами различных процессов нефтепереработки, они делятся на две группы: базовые компоненты (основа бензина) и дополнительные высокооктановые компоненты, для обеспечения свойств бензина, соответствующих требованиям современных стандартов [1].

Бензин повсеместно используется в основном в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС), а также применяется в качестве растворителя и топлива для ракетных двигателей. Бензин для ДВС подразделяются на автомобильный и авиационный. В рамках настоящего исследования будут рассматриваться только автомобильные бензины.

По итогам 2021 года в Российской Федерации было произведено 40,8 млн. тонн автомобильного бензина, что на 6,2 % больше, чем в 2020 году. В 2022 году производство автомобильного бензина увеличилось еще на 4,3 % (42,5 млн. тонн) [2].

Автомобильный бензин состоит из смеси различных углеводородов, таких как предельные (24-63 %), непредельные (13-46 %), нафтеновые (9-71 %) и ароматические (4-16 %). Его основными свойствами являются плотность, детонационная стойкость (октановое число), давление насыщенных паров, фракционный состав, соотношение сернистых, олефиновых и ароматических соединений. Кроме того, химическая стабильность, оценка которой основана на содержании смол и индукционном периоде окисления, также важна для автомобильного бензина. Все эти свойства напрямую влияют на качество топлива и его эффективность в двигателе автомобиля. Чтобы обеспечить высокое качество и надежность автомобильного бензина, необходимо ответственно контролировать и оптимизировать процесс его производства и хранения.

Детонационная стойкость бензина является важнейшим свойством, которое оказывает непосредственное влияние на эффективность работы двигателя. При низкой детонационной стойкости бензина может происходить детонация, что может привести к повреждению двигателя и перерасходу топлива. Поэтому в настоящее время промышленность производит бензин с высокой детонационной стойкостью, которая позволяет использовать более эффективные двигатели с большей степенью сжатия. Это способствует повышению мощности двигателя, экономичности и снижению выбросов вредных веществ в атмосферу.

Октановое число (ОЧ) – это числовой индикатор, который связан с детонационной стойкостью бензина и базируется на модельной смеси изооктана и н-гептана. В данной смеси ОЧ изооктана равно 100, а ОЧ н-гептана равно 0 [3]. Определение ОЧ осуществляется на одноцилиндровых двигателях с помощью двух методов: моторного (ОЧМ) и исследовательского (ОЧИ). Моторный метод тестирует бензин в жестком режиме при частоте вращения коленчатого вала около 900 об/мин и температуре смеси на входе 149 °С, а исследовательский метод определения ОЧ проводится в более мягком режиме при 600 об/мин и температуре смеси 52 °С. Определяя разницу между ОЧИ и ОЧМ через сравнение с эталонными смесями, мы можем определить степень пригодности бензина к разным условиям эксплуатации.

При производстве бензина несколько составных компонентов с разными значениями ОЧ смешиваются вместе, и таким образом определяется октановое число смеси (ОЧС). Однако ОЧС не является линейной функцией ОЧ компонентов, и зависит от нескольких факторов, включая состав компонентов в смеси в разных пропорциях и других параметров. При использовании оксигенатов в топливе, также необходим расчет ОЧС [4].

Также важным свойством бензина является плотность, ее измерение необходимо для расчета массы и объема товарного топлива.

Фракционный состав (ФС) является показателем испаряемости топлива, который оказывает влияние на запуск двигателя, распределение топлива по цилиндрам, полноту сгорания и расход топлива. В России ФС автомобильного бензина определяют при температурах 70, 100 и 150 °С [4]. Испаряемость, связанная с ФС, определяется температурой перегонки 10, 50 и 90 % объема бензина [5]. Первая температура характеризует способность двигателя к запуску, вторая – используется для оценки работы двигателя в разных режимах и величинах оборотов коленчатого вала, а третья температура оказывает влияние на образование нагара и позволяет оценить полноту сгорания топлива, так как в остатке остается наиболее тяжелая часть топлива после сгорания.

Существует стандартный метод определения фракционного состава топлива – дистилляционный анализ. Он заключается в том, что определенное количество топлива нагревается и испаряется при определенных температурных условиях. Топливо разделяется на фракции в зависимости от температуры испарения, их массовый процент определяется путем взвешивания.

Для улучшения свойств бензина к нему могут добавляться различные присадки – антидетонационные, антиокислительные и другие. Например, антидетонационные добавки, такие как тетраэтилсвинец, могут повысить ОЧ бензина, антиокислительные добавки – улучшить его стабильность.

Однако, применение определенных присадок может оказывать вредное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Так, тетраэтилсвинец, который ранее широко использовался как антидетонационная добавка, был запрещен в большинстве стран из-за его токсичности. Сегодня в большинстве развитых стран вместо тетраэтилсвинца используют метилтретбутиловый эфир (МТБЭ) и другие безсвинцовые добавки.

ДНП, или давление насыщенных паров, является показателем того, как сильно бензин испаряется. Чтобы обеспечить надлежащую работу

автомобиля в холодные периоды, низкие значения ДНП должны быть контролируемы, особенно в суровых климатических условиях. При изготовлении бензина для зимы и лета действуют различные нормы по ДНП. Для того, чтобы повысить значение ДНП смесового бензина к нему добавляют такие легкие компоненты, как бутан и низкокипящие фракции.

Однако, повышение ДНП может привести к ухудшению экологических характеристик топлива и увеличению выбросов вредных веществ в атмосферу, таких как углеводороды, оксиды азота и углекислый газ. Поэтому, при производстве и использовании бензина необходимо учитывать экологические последствия его летучести.

Существуют также различные методы снижения летучести бензина. Например, можно добавлять к топливу специальные антиэвапорационные добавки, которые снижают испаряемость топлива и соответственно его ДНП. Также возможно применение более экологически чистых видов топлива, таких как биотоплива, которые обладают более низкими показателями летучести.

Однако, необходимо учитывать, что изменение физико-химических свойств топлива может привести к изменению его работоспособности и влиять на производительность автомобиля. Поэтому, при разработке и применении новых технологий и присадок необходимо учитывать, как экологические, так и технические аспекты.

Химическая стабильность (ХС), отражает способность топлива сохранять свои химические и физические свойства на протяжении определенного периода времени. При длительном хранении и транспортировке топлива его химический состав может изменяться. Это происходит из-за того, что бензин содержит множество веществ, которые могут взаимодействовать с кислородом воздуха и поверхностями хранилищ. В результате могут происходить различные химические реакции, такие как окисление или изомеризация, а также в топливную смесь могут попадать частицы, образовавшиеся в результате коррозии. Для оценки ХС,

используются такие показатели, как содержание фактических смол и период окисления.

Оценка ХС является важным аспектом при хранении и использовании топлива. Если ХС низкая, то это может привести к образованию отложений и смол в системе топливоподачи, засорению фильтров и деградации моторного масла. Это в свою очередь может снижать производительность автомобиля и увеличивать соответствующие эксплуатационные расходы. Поэтому производители и поставщики топлива стремятся к поддержанию высокого уровня ХС.

Для улучшения ХС могут использоваться различные присадки, например, антиокислительные присадки, которые защищают от окисления, а также очистители, которые удаляют отложения и загрязнения. Различные присадки могут добавляться в бензин в разных сочетаниях и концентрациях в зависимости от его назначения и условий использования.

Однако некоторые присадки могут иметь негативное влияние на окружающую среду. Например, МТБЭ, который ранее широко применялся для улучшения ХС бензина, сегодня считается опасным веществом, способным вызывать загрязнение грунтовых вод и водопромыслов. Поэтому, при использовании присадки необходимо учитывать их экологическую безопасность и соблюдать соответствующие нормативы.

Концентрация ароматических соединений и серы является одним из параметров, используемых для оценки токсичности топлива и продуктов его сгорания, а также его коррозионной активности. В соответствии с экологическим классом К5, допустимое содержание серы сильно сократилось, чтобы предотвратить коррозию топливной аппаратуры и образование канцерогенных соединений. Также концентрация высокотоксичного ароматического соединения бензола периодически снижалась при введении новых экологических классов. Это связано с тем, что бензол может окисляться в организме человека, что наносит ему вред.

Содержание олефинов в топливе является показателем, который отражает склонность к образованию отложений в двигателе внутреннего сгорания. Это связано с тем, что олефины – это непредельные углеводороды с двойной связью, которая делает их химически активными. Чрезмерное содержание олефинов, особенно диенов, может привести к образованию токсичных продуктов сгорания. В соответствии со стандартами, содержание олефинов в бензине должно быть регулируемым, чтобы снизить риск токсичных выбросов и отложений в двигателе, и обеспечить более безопасную и экологически чистую эксплуатацию транспортных средств.

Компоненты, содержащиеся в топливе, могут повлиять на качество сжигания и тем самым привести к образованию некоторых вредных веществ, таких как оксиды азота и углерода. Эти вещества влияют на качество воздуха и могут наносить вред здоровью людей. Поэтому стандарты устанавливают предельные значения различных компонентов в топливе с целью снижения вредного влияния на окружающую среду и здоровье людей.

Кроме того, топливо может содержать дополнительные добавки, такие как антиокислители, противоизносные добавки и смазочные добавки, которые повышают его производительность и улучшают его характеристики. Эти добавки обычно добавляются производителями топлива, чтобы улучшить качество продукции и повысить удовлетворенность потребителей.

Следует помнить, что применение различных добавок в топливе может иметь как положительные, так и отрицательные последствия. Некоторые добавки могут увеличить скорость сгорания топлива и, следовательно, повысить мощность двигателя, но они также могут увеличить износ деталей двигателя. Добавки могут также взаимодействовать друг с другом и с топливом, что приводит к образованию отложений в двигателе или к загрязнению сажей и другими продуктами сгорания.

Таким образом, производители топлива должны балансировать различные компоненты и добавки с целью создания оптимальной продукции, которая обеспечивает максимальную производительность двигателей при

минимальном вредном влиянии на окружающую среду и здоровье людей. Политика управления качеством топлива должна быть направлена на мониторинг качества топлива на всех этапах выпуска, хранения и транспортировки продукции.

1.2 Марки автомобильных бензинов

В Российской Федерации, стране, входящей в Таможенный союз, основополагающим документом, устанавливающим требования к качеству выпускаемых автомобильных бензинов, является Технический регламент таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» [7].

В России также действует ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» [8]. Требования, предъявляемые к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам выпускаемых товарных бензинов данным стандартом приведены в Приложении А.

В России существует несколько марок автомобильных бензинов, которые продаются на бензозаправочных станциях. Основные марки бензина, которые продаются в России, включают в себя АИ-80, АИ-92, АИ-95 и АИ-98. Каждая марка имеет свой уровень ОЧ, что определяет ее качество и цену.

АИ-80 – наименее качественный бензин, эта марка бензина используется в старых автомобилях, которые не требуют высокого качества топлива.

АИ-92 – наиболее распространенная марка бензина в России. Эта марка бензина подходит для большинства современных автомобилей, которые имеют бензиновые двигатели.

АИ-95 – более высококачественный бензин, эта марка бензина используется для автомобилей с более мощными двигателями и может повысить производительность двигателя.

АИ-98 – наиболее качественный бензин. Эта марка бензина рекомендуется для автомобилей, требующих высокого качества топлива и имеющих высокую степень компрессии (например, спортивные автомобили).

Кроме того, на некоторых заправочных станциях также продаются марки бензина смешанного типа (например, АИ-92/95), которые содержат смесь двух или более марок бензина с разным уровнем ОЧ. Эти марки бензина могут иметь различную цену, в зависимости от их качества.

Также, на рынке присутствуют и другие марки бензина, которые могут быть предназначены для специфических целей, таких как АИ-100. Эти марки используются в специальных условиях эксплуатации или в соответствии с конкретными требованиями автопроизводителей.

Важно отметить, что не все машины совместимы со всеми марками бензина. При выборе топлива необходимо учитывать рекомендации производителя автомобиля, также отмечать рекомендуемую марку бензина на крышке бака. Подбор правильной марки топлива поможет обеспечить оптимальную работу двигателя и продлить срок его эксплуатации.

1.3 Технология компаундирования, смесевые компоненты автомобильных бензинов

В России бензин, производимый для автомобилей, является смесью различных компонентов. Это связано с тем, что большинство машин в стране требуют высокооктановый бензин с ОЧ более 92, что невозможно достичь перегонкой нефти прямым способом. Вместо этого необходима вторичная переработка нефти, чтобы получить продукты с более высоким октановым числом. Кроме того, производители добавляют специальные присадки и компоненты, чтобы получить бензин с ОЧ более 98.

На рисунке 1.1 приведена технологическая схема установки компаундирования бензинов.

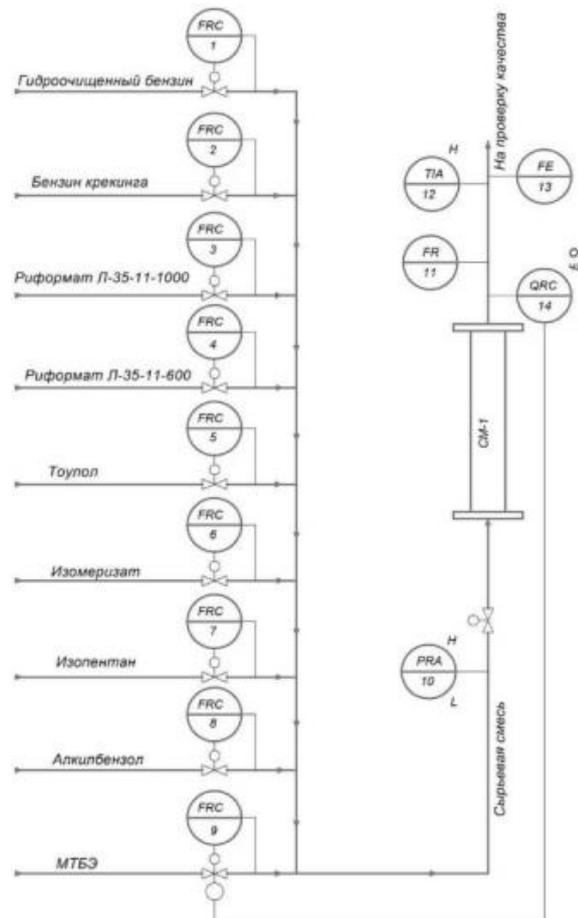


Рисунок 1.1 – Технологическая схема компаундирования бензинов

Для производства товарного бензина компоненты в правильных пропорциях подаются через фильтры в общую магистраль для предварительного смешивания. Интеллектуальные датчики расхода сырья с положительной обратной связью управляют вентилем на каждой магистрали подачи сырья. Затем происходит окончательное перемешивание компонентов в статическом насадочном смесителе, на выходе которого установлены датчики контроля ОЧИ, массового расхода продукта, температуры и давления. Система автоматизации регулирует подачу необходимых компонентов для корректировки ОЧИ на выходе, но химик-технолог постоянно корректирует рецептуру, так как состав сырьевых потоков постоянно меняется. После смесителя товарный бензин хранится в резервуаре и отправляется потребителю после проведения анализа на соответствие стандартам. Установка снабжена аварийной сигнализацией и газоанализаторами для предупреждения утечки при разгерметизации.

Статический смеситель представляет собой трубу, в которую встроены насадки для завихрения потока и равномерного перемешивания смеси с помощью энергии потока. Смесители имеют небольшие размеры, низкие затраты на техническое обслуживание, легкий монтаж и демонтаж, а также высокую надежность. Однако у них есть и некоторые недостатки, такие как потери давления и риск засорения насадок. Структура статического смесителя представлена на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Статический смеситель

Есть ещё один способ смешивания компонентов – циркуляционный способ. В этом случае используется циркуляционный смеситель, который демонстрируется на рисунке 1.3. Он используется для перемешивания компонентов.

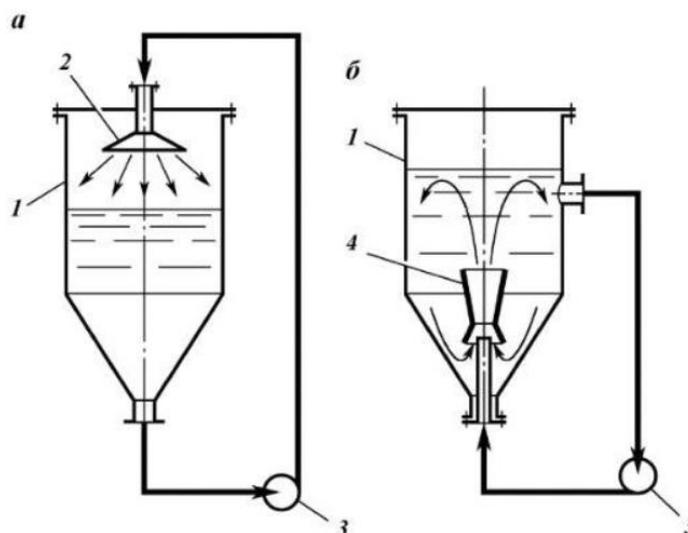


Рисунок 1.3 – Циркуляционный смеситель

а) циркуляционный смеситель с насосом; б) смеситель с циркуляционным насосом и эжектором; 1 – емкость для жидкости; 2 – разбрызгиватель; 3 – насос; 4 – эжектор

Смесь, полученная в смесителе, проходит множество перекачек для достижения состояния однородной смеси. Этот процесс может занять около 3 часов. После этого смесь оставляют на отстаивание. Этот метод смешивания, на практике, наиболее распространен [10].

Остановимся подробнее на компонентах, которые применяются для смешения бензинов:

Бензин крекинга – это один из основных компонентов товарного бензина. Он получается из тяжелых нефтепродуктов, таких как мазут, сырая нефть или других нефтяных фракций, путем крекинга (разложения) их на более легкие компоненты при высокой температуре и давлении в соответствующих реакторах.

Бензин крекинга, обычно, имеет невысокое ОЧ, используется в качестве основного компонента для производства товарного бензина. Он обладает высокой эффективностью сгорания в двигателях внутреннего сгорания, что позволяет уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу. Также бензин крекинга является одним из наиболее важных продуктов нефтепереработки и широко используется в автомобильной промышленности и других отраслях промышленности.

Изомеризат – это один из основных компонентов товарного бензина, получаемый из нерафинированных нефтепродуктов методом изомеризации. Это процесс превращения нормальной структуры углеводородов в изомерную структуру. Это позволяет получить бензин с более высоким ОЧ.

Изомеризат обычно используется в смеси с другими компонентами для получения требуемых характеристик конечного продукта. Он обладает высокой эффективностью сгорания в двигателях внутреннего сгорания и снижает выбросы вредных веществ.

Риформат – это один из основных компонентов товарного бензина, получаемый из более тяжелой бензиновой фракции с помощью риформинга, это каталитический процесс, который используется в нефтеперерабатывающей промышленности. Риформат обладает высоким

октановым числом и содержанием ароматических углеводородов, что делает его очень эффективным смесевых компонентов для производства высокооктановых марок бензина.

Прямогонный бензин – продукт атмосферно-вакуумной перегонки, имеет ограниченное применение из-за низкого ОЧ (50-65) и почти полного отсутствия ароматических веществ. Он состоит из парафинов и изопарафинов и используется в небольших количествах в качестве компонента для производства бензина с более низким октановым числом.

МТБЭ является самой эффективной и безопасной высокооктановой добавкой в автомобильный бензин и может использоваться в количестве не более 15 % от общего объема смеси. Однако его применение ограничено из-за некоторых проблем, связанных с загрязнением грунтовых вод из-за возможного вытекания из различных источников розничной торговли топливом.

Метилтретамилловый эфир (ТАМЭ) — это еще одна высокооктановая добавка в автомобильный бензин с очень высоким ОЧИ, но ее применение ограничено. Ее содержание в смеси также не должно превышать 15 % общего объема. ТАМЭ, наряду с МТБЭ, является основным компонентом для повышения ОЧ бензина.

Толуол обладает высоким ОЧ, но его применение в качестве компонента топлива ограничено максимально допустимым содержанием ароматических веществ. Кроме того, он более доступен по цене, чем эфиры, но его применение в топливе ограничено.

Н-бутан – это компонент, который необходим для повышения ДНП автомобильных бензинов.

Компаундирование бензина включает процесс применения различных добавок и присадок к основному бензину, чтобы улучшить его характеристики. Это может включать в себя изменение ОЧ, улучшение стабильности хранения, увеличение срока службы, снижение содержания вредных веществ и других параметров.

Для компаундирования бензина используют различные присадки, такие как антидетонационные добавки, депозитообразователи, оксидационные стабилизаторы, антикоррозионные присадки, антизадирные присадки и др. Они могут быть добавлены как на стадии производства бензина, так и при смешивании различных марок бензина.

Антидетонационные добавки улучшают ОЧ бензина, что позволяет ему лучше сжигаться и снижает риск возникновения детонации (стука двигателя). Депозитообразователи помогают предотвратить образование отложений и загрязнений в системе питания автомобиля. Оксидационные стабилизаторы увеличивают срок службы бензина, защищая его от окисления. Антикоррозионные присадки защищают металлические детали автомобиля от коррозии, а антизадирные присадки изменяют поверхностные свойства металла и уменьшают износ.

Компаундирование бензина используется для получения продукта более высокого качества, который отвечает требованиям современных двигателей автомобилей. Это позволяет повысить производительность автомобиля, снизить расход топлива и увеличить срок службы двигателя. Однако при производстве компаундированного бензина необходимо соблюдать определенные технологические параметры и соответствующие требования, чтобы обеспечить высокое качество и безопасность его использования.

2 Объект и методы исследования

2.1 Объект исследования

Данное исследование было проведено на примере процессе производства товарных автомобильных бензинов с использованием моделирующей системы «Compounding». Был произведен анализ воздействия сырьевых компонентов на свойства получаемых бензинов и рецептуры их смешения. С использованием программы, были рассчитаны свойства смесевых компонентов и на основе этого составлены количественные рецепты смешения. Для этого была задействована математическая модель компаундирования бензина, учитывающая дипольный момент молекул углеводородов и неаддитивность ОЧ смешения.

Для разработки рецептур смешения бензинов в моделирующей системе «Compounding» используются данные хроматографического анализа, которые содержат информацию об углеродном составе и физико-химических свойствах сырьевых компонентов, вовлекаемых в смешение.

Для точного расчета ОЧ смеси в моделирующей системе «Compounding» используются данные о свойствах индивидуальных углеводородов и псевдокомпонентов. Всего программа использует 110 ключевых компонентов, включая олефиновые, ароматические, нафтеновые, изопарафиновые и н-парафиновые углеводороды. При обработке данных хроматографии, состав потока сводится к набору ключевых компонентов, отношение между которыми определяет конечное ОЧ товарного бензина. Моделирующая система также позволяет рассчитывать ДНП и плотность.

Для исследования и разработки рецептур смешения товарных бензинов были использованы следующие сырьевые компоненты различного состава:

- Риформат – 3 потока;
- Бензин каталитического крекинга (Бензин кат.крекинга) – 3 потока;
- Изомеризат – 3 потока;
- Алкилат – 3 потока;

– Прямогонная бензиновая фракция с пределами выкипания 62-85 °С;
– Прямогонная бензиновая фракция с пределами выкипания нк-62 °С;
Дополнительные смесевые компоненты: МТБЭ; ТАМЭ; н-бутан;
толуол; ароматические углеводороды с числом атомов углерода 9
(ароматические углеводороды фр. С9), изопентан.

2.2 Методика расчета характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов в программном комплексе «Compounding»

Для расчета свойств сырьевых компонентов в моделирующей системе «Compounding» необходимо нажать кнопку «смешение» и затем «загрузить», в открывшемся окне. Далее выбирается компонент, для которого необходимо рассчитать свойства (рисунок 2.1), и переносится в правую часть программы (рисунок 2.2).

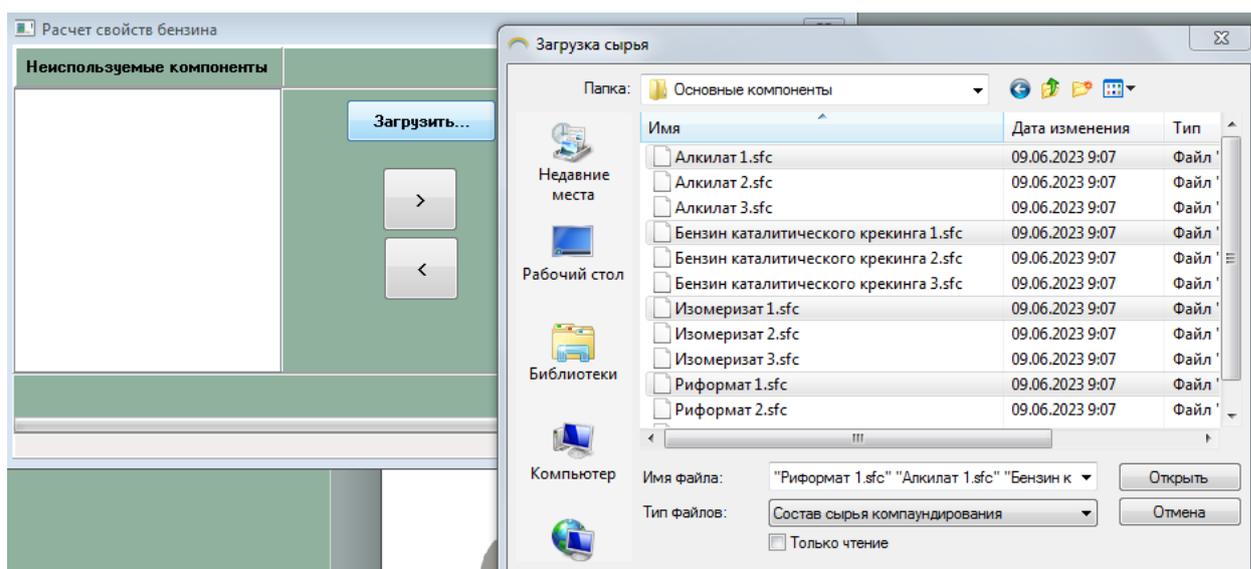


Рисунок 2.1 – Выбор исходного файла для расчета

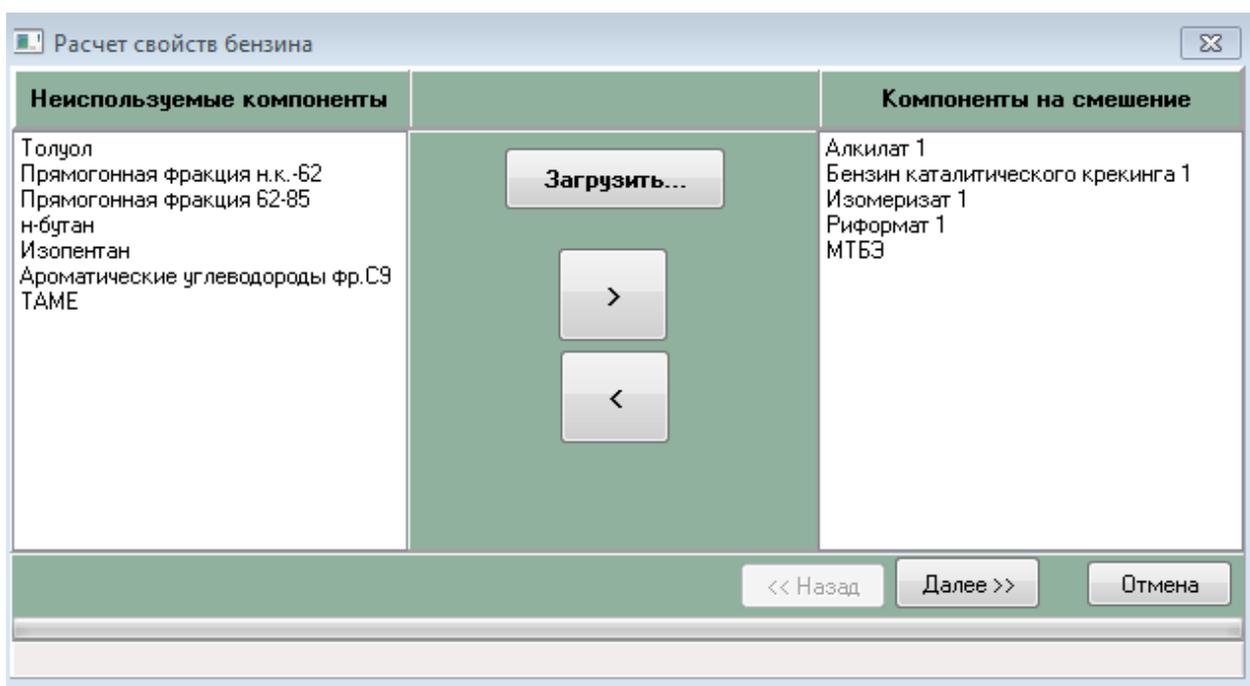


Рисунок 2.2 – Выбор компонентов на смешение

Нажимаем «далее» и задаем соотношение компонентов в смеси в % (рисунок 2.3).

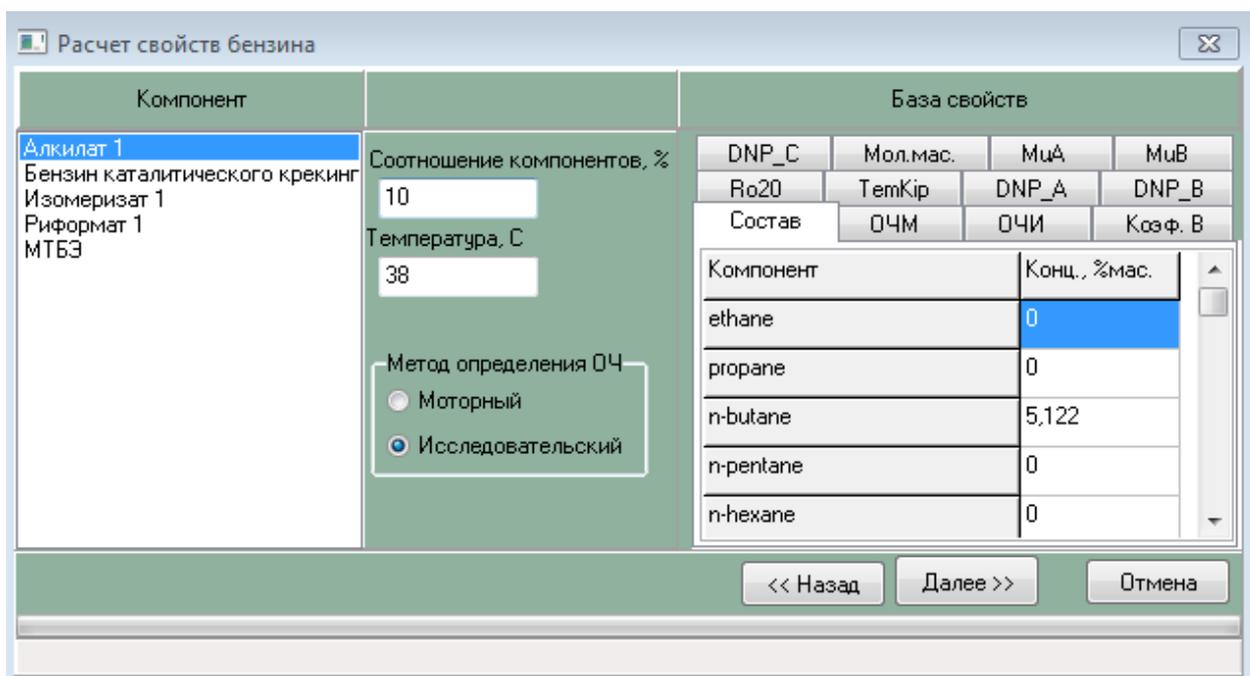


Рисунок 2.3 – Процесс задания соотношения компонентов в смеси в %

Затем необходимо задать температуру и метод определения ОЧ, и нажать «далее». ДНП рассчитывается при температуре 38 °С, а плотность – при 15 °С. На последнем шаге получается таблица с рассчитанными свойствами сырьевого компонента (рисунок 2.4).

Параметр	Значение
ОЧ	95,68
ДНП, кПа	47,22
Плотность, кг/м ³	730,33
Вязкость, с*Па	44,5
Н-парафины, % мас.	4,29
Изопарафины, % мас.	44,8
Нафтены, % мас.	6,29
Олефины, % мас.	9,9

Рисунок 2.4 – Рассчитанные свойства потока

Оптимальная рецептура товарного бензина подбирается на основании требований ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» и Технического регламента таможенного союза ТР ТС 013 2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту».

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Объектом, при проведении данного исследования, выступил процесс производства товарных автомобильных бензинов. С помощью моделирующей системы «Compounding» проводится анализ влияния состава сырьевых компонентов, поступающих на смешение, на свойства получаемых бензинов и рецептуры их смешения. Были рассчитаны свойства смесевых компонентов и на их основе были составлены количественные рецептуры смешения товарного бензина.

Обоснование целесообразности проведения исследовательских работ является целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности

исследования.

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

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

По результатам проведенного сегментирования рынка были определены основные сегменты – лаборатории ВУЗов ТПУ, ТГУ, НГУ.

Профиль	Вид услуги		
	Проектирование	Мониторинг	Оптимизация
Экономический	○		
Охрана труда	○		○
Охрана окружающей среды			○

Рисунок 5.1 - Карта сегментирования рынка услуг



Таким образом, наиболее благоприятным сегментом и направлением для исследования был выбран проект на базе ТПУ.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

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

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,15	4	3	2	0,6	0,45	0,3
2. Удобство в эксплуатации	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
3. Энергоэкономичность	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
4. Надежность	0,08	5	3	3	0,4	0,24	0,24
5. Безопасность	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
6. Простота эксплуатации	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	1	2	2	0,05	0,1	0,1
3. Цена	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	5	4	0,24	0,4	0,32
6. Срок выхода на рынок	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
7. Наличие сертификации разработки	0,05	1	3	3	0,05	0,15	0,15
Итого	1				3,83	3,59	3,28

Б_ф – анализ процесса производства товарных автомобильных бензинов с помощью моделирующей системы «Compounding» на базе ТПУ;

Б_{к1}– анализ процесса производства товарных автомобильных бензинов на базе НГУ;

Б_{к2} – анализ процесса производства товарных автомобильных бензинов на базе ТГУ.

Рассматриваемые в проекте решения имеют наиболее высокий коэффициент конкурентоспособности в сравнении с конкурентами.

5.1.3 SWOT-анализ

Одной из методик анализа сильных и слабых сторон рассматриваемого проекта, его внешних благоприятных возможностей и угроз является SWOT-анализ (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Высококвалифицированный персонал	Сл1. Зависимость от иностранных поставщиков программного обеспечения.
С2. Наличие необходимого программного обеспечения.	
Возможности	Угрозы
В1. Применение современных технологий и оборудования	У1. Штрафы за нарушение экологического законодательства
В2. Применение современных методов	У2. Устаревание технологий и оборудования

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 5.3–5.6.

Таблица 5.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта	
Возможности проекта		С1	С2
	В1	+	+
	В2	+	-

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

		Слабые стороны проекта
Возможности проекта		Сл1
	B1	+
	B2	-

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта	
Угрозы проекта		С1	С2
	У1	+	+
	У2	-	+

Таблица 5.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

		Слабые стороны проекта
Угрозы проекта		Сл1
	У1	-
	У2	+

Результаты анализа представлены в итоговой таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Swot-анализ проекта

	Возможности 1. Применение современных технологий и оборудования 2. Применение современных методов	Угрозы 1. Штрафы за нарушение экологического законодательства 2. Устаревание технологий и оборудования
Сильные стороны 1. Высококвалифицированный персонал 2. Наличие необходимого программного обеспечения..	1. Проведение моделирования 2. Проведение исследования на современном программном обеспечении.	1. Строгое следование всем правилам и экологическим нормам 2. Регулярное проведение модернизации
Слабые стороны 1. Зависимость от иностранных поставщиков программного обеспечения.	1. Переход на услуги отечественных компаний	1. Строгое следование всем правилам и экологическим нормам

Анализируя таблицу SWOT-анализа можем сказать, что предлагаемый комплекс мероприятий имеет достаточно сильных сторон и возможностей.

Основной слабой стороной является зависимость от иностранных сервисных компаний, которые предоставляют услуги по ремонту и модернизации оборудования.

При этом стоит говорить о необходимости постоянной модернизации технологий и оборудования. Кроме того, важной задачей является соблюдение экологического законодательства.

5.2 Планирование научно – исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят Инженер, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) ВКР. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Инженер
	6	Построение и проведение экспериментов (расчетов)	Руководитель, Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Инженер, руководитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	10	Сбор информации по охране труда	Инженер
	11	Оформление результатов по охране труда	Инженер
	12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Инженер
	13	Оформление экономической части работы	Инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки	Инженер, руководитель

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (5.1)$$

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (5.2)$$

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

Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожи}$, чел-дни			
	Исп.1(р)	Исп.2(и)	Исп.1(р)	Исп.2(и)	Исп.1(р)	Исп.2(и)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и утверждение технического задания	1	-	1	-	1	-	1	1
Подбор и изучение материалов по теме	-	2	-	2	-	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	1	5	1	3	2	5
Календарное планирование работ по теме	1	4	1	10	1	7	4	8
Проведение теоретических исследований, изучение литературы	-	3	-	8	-	6	6	7
Построение и проведение экспериментов (расчетов)	1	3	1	5	1	4	2,5	5
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	-	3	-	5	-	4	4	4
Оценка эффективности полученных результатов	6	-	6	-	6	-	6	7
Определение целесообразности проведения ОКР	10	3	12	5	11	4	7,5	13
Сбор информации по охране труда	-	3	-	5	-	4	4	5
Оформление результатов по охране труда	-	3	-	5	-	4	4	5
Подбор данных для выполнения экономической части работы	-	2	-	4	-	3	3	3

Окончание таблицы 5.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оформление экономической части работы	-	2	-	4	-	3	3	5
Составление пояснительной записки	1	9	1	14	1	12	6,5	13
Итого	21	39	23	72	22	56	56	83

Календарный план-график проведения исследования представлен в Приложении Б

5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых затрат (расходов), необходимых для его выполнения:

- материальные затраты ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице.

5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты для НТИ сводятся к затратам на канцелярию, которые учитываются в накладных расходах. Расчет представлен в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	740	2	1 480
Бумага	750	2	1500
Картридж для лазерного принтера	4 990	1	4 990
Итого:			7 970

5.3.2 Затраты на оборудование

Все расчеты по приобретению спецоборудования, включая 15% на затраты по доставке и монтажу, отображены в таблице 5.11

Таблица 5.11 – Расчет затрат на оборудование для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость с НДС, руб.
Персональный компьютер	1	51400
ПО		4600
Итого		56000

5.3.3 Расчет основной и дополнительной заработной платы

Численность исполнителей принимается как N рук=1, Нисп=1, общее число исполнителей – 2 человек.

Расчет эффективного рабочего времени одного исполнителя сведен в табл. 5.12

Таблица 5.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни/праздничные дни	66	66
Номинальный фонд рабочего времени		
Потери рабочего времени - отпуск/невыходы по болезни	56	52
Эффективный фонд рабочего времени	243	247

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (5.5)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (5.6)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; $T_{р}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн.; $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}}, \quad (5.7)$$

где $Z_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{м} = Z_{б} \cdot (k_{пр} + k_{д}) \cdot k_{р}, \quad (5.8)$$

где Z_6 – базовый оклад, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда); $k_д$ – коэффициент доплат и надбавок; k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

$$Z_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (5.9)$$

где $Z_{осн}$ - основная заработная плата; $Z_{доп}$ - дополнительная заработная плата (12-20% от $Z_{осн}$)

Основная заработная плата руководителя(от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (5.10)$$

где $Z_{осн}$ –основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн.;

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а так же выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

где $k_{доп}$ - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15)

Таблица 5.13 – Расчёт основной и дополнительной заработной платы

Исполнители	Z_6 , руб.	k_p	Z_m ,руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. Дн.	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{доп}$
Руководитель	33162,9	1,3	43111,8	2128,98	22	46837,48	7025,62
Инженер	16000	1,3	20800	921,03	56	51577,86	7736,68

Рассчитываем отчисления на социальные нужды (30,2%):

$$Q_{\text{соц.н.}} = 0,302 * \text{ЗП, руб.}, \quad (5.12)$$

Таблица 5.14 – Заработанная плата одного исполнителя НИР

	Заработная плата	Социальные отчисления
Руководитель	53863,10	16266,66
Исполнитель	59314,54	17912,99
ИТОГО	113177,64	34179,65

5.3.4 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:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (5.12)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Расчетное значение представлено в таблице 5.15.

5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 5.15.

Таблица 5.15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	2	3	4
1. Материальные затраты	7970,00	7970,00	7970,00
2. Затраты на оборудование	56000,00	56000,00	56000,00
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	98415,34	115352,40	126201,24
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14762,30	17302,86	18930,19
5. Отчисления во внебюджетные фонды	34179,65	40061,89	43869,29
6. Накладные расходы	33812,37	37869,94	40475,32
7. Бюджет затрат НИИ	245139,66	274557,09	293446,04

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.13)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{245139,66}{293446,04} = 0,8354$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{274557,09}{293446,04} = 0,9356$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{293446,04}{293446,04} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения (табл. 5.16).

Таблица 5.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	4	3
3. Помехоустойчивость	0,15	3	4	3
4. Энергосбережение	0,15	5	3	4
5. Надежность	0,2	5	4	4
6. Материалоемкость	0,2	5	3	3
Итого	1	4,7	3,55	3,45

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,7;$$

$$I_{p-исп2} = 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 = 3,55;$$

$$I_{p-исп3} = 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 = 3,45.$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{фин.р}^{исп1}} = \frac{4,7}{0,8354} = 5,63$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{фин.р}^{исп2}} = \frac{3,55}{0,9456} = 3,79;$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{р-исп3}}{I_{фин.р}^{исп3}} = \frac{3,45}{1} = 3,45.$$

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

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

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{испi}}{I_{исп1}} \quad (5.15)$$

Таблица 5.17 - Сравнительная эффективность вариантов исполнения разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8354	0,9456	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,55	3,45
3	Интегральный показатель эффективности	5,63	3,79	3,45
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,673	0,613

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации разработки, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;

При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 83 дней, общее количество рабочих дней, в течение которых работал инженер – 56 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель - 22;

Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на разработку проекта, которые составляют 245139,66 руб.

По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,8354, что является показателем того, что ИР не уступает аналогам по выгодности.

Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,7 по сравнению с 3,55 и 3,45 у аналогов.

Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,63, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

6 Социальная ответственность

Введение

Объектом, при проведении данного исследования, выступил процесс производства товарных автомобильных бензинов. С помощью моделирующей системы «Compounding» проводится анализ влияния состава сырьевых компонентов, поступающих на смешение, на свойства получаемых бензинов и рецептуры их смешения. Были рассчитаны свойства смесевых компонентов и на их основе были составлены количественные рецептуры смешения товарного бензина.

Рабочая зона: лаборатория

Размеры помещения 4 м * 5 м.

Количество и наименование оборудования рабочей зоны:

ЭВМ (ПК) – 3 шт.;

МФУ Canon – 1 шт.

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: моделирование процессов в специализированной программе на ПК.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности разработке проектного решения

Согласно ст. 351.6 ТК РФ, к трудовой деятельности в сфере электроэнергетики допускаются лица, прошедшие у работодателя подготовку к выполнению трудовых функций и получившие у него подтверждение их готовности к выполнению трудовых функций, прошедшие аттестацию по вопросам безопасности в сфере электроэнергетики, а в случаях, предусмотренных федеральными законами, также аттестацию в области

промышленной безопасности, аттестацию по вопросам безопасности гидротехнических сооружений.

Условия труда согласно результатам проведения специальной оценки условий труда N 426 - ФЗ "О специальной оценке условий труда", являются допустимыми (2 класс), при данных условиях на оператора воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают нормативные, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены).

Продолжительность рабочей смены оператора составляет 12 часов, график работы - сменный ст.103 ТК РФ. Данный график исключает сокращенный рабочий день. Ежегодный оплачиваемый отпуск составляет 28 календарных дней согласно ст. 115 ТК РФ с отсутствием дополнительного отпуска. Согласно трудовому кодексу РФ и федеральному закону РФ «О специальной оценке условий труда» работникам с допустимыми условиями труда предусматриваются следующие обязанности и гарантии:

1. В соответствии с ч. 1 ст. 213 ТК РФ персонал проходит обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры для определения пригодности выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний. В соответствии с медицинскими рекомендациями указанные работники проходят внеочередные медицинские осмотры;

2. В соответствии с законодательством на работах с вредными и или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу сертифицированных средств индивидуальной защиты согласно действующим типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи работникам спецодежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;

3. Защита передаваемых персональных данных работодателю, от неправомерного их использования или утраты;

4. Здоровые и безопасные условия труда. В качестве минимальных требований к условиям труда принимаются требования, установленные законодательством о труде. Своевременную выплату заработной платы в соответствии с квалификацией и сложностью труда;

5. Обязательное медицинское страхование и обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в порядке и на условиях, установленных для работников действующим законодательством РФ;

6. Ущерб, нанесенный работнику увечьем либо иным повреждением здоровья, связанным с использованием им своих трудовых обязанностей, подлежит возмещению.

Требования к организации и оборудованию рабочего места инженера при разработке проектного решения представлены на рисунке 6.1, согласно Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670 - 20 "Санитарно - эпидемиологические требования к условиям труда" от 02.12.2020 №40 и ГОСТ 12.2.032 - 78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

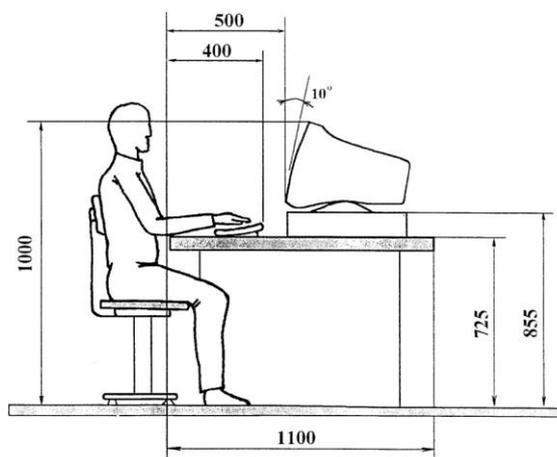


Рисунок 6.1 – Планировка рабочего места оператора

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно - поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

6.2 Производственная безопасность при разработке проектного решения

Рассмотрим опасные и вредные производственные факторы, возникающие при эксплуатации агрегатов лаборатории (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте лаборанта

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	ГОСТ 12.4.280-2014 Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий
Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений	СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)
Производственные факторы, связанные с электрическим током	ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования»
Повышенный уровень общей и локальной вибрации	ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования»
Повышенный уровень шума	СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменениями N 1, 2)
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
Монотонность труда, вызывающая монотонию	Р 2.2.2006-05. 2.2. гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда

Анализ опасных и вредных производственных факторов

Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов

- 1) Источник: вспомогательное оборудование.
- 2) Наиболее типичные травмы: порезы.
- 3) Значения разрывной нагрузки ниточных швов соединений основных деталей в изделиях спецодежды должны соответствовать таблице 1 ГОСТ 12.4.280-2014
- 4) Оператор должен быть обеспечен СИЗ: спецодеждой, специальной обувью соответствующей характеру и условиям выполняемой работы.

Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений

- 1) Источник: вспомогательное лабораторное оборудование.
- 2) Типичные заболевания: Злокачественные новообразования, наследственные эффекты.
- 3) При обосновании защиты от источников потенциального облучения в течение года принимаются следующие граничные значения обобщенного риска (произведение вероятности события, приводящего к облучению, и вероятности смерти, связанной с облучением): персонал - $2,0 \times 10^{-4}$, год⁻¹.

Годовая эффективная доза облучения персонала за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения не должна превышать пределов доз, установленных в таблице 6.2 (по СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

Таблица 6.2 – Основные допустимые пределы доз облучения для персонала

Нормируемые величины	Значения
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза	150 мЗв
коже	500 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв

4) При наиболее опасных работах (I класса и отчасти II) комплект СИЗ состоит из спецодежды (комбинезона или костюма), спецбелья, спецобуви, перчаток, бумажных полотенец и носовых платков разового пользования, а также средств защиты органов дыхания.

Производственные факторы, связанные с электрическим током

1) Источник: незаземлённые электропроводные узлы и детали оборудования.

2) Наиболее типичные травмы: электротравмы.

3) Безопасные номинальные значения: напряжение - менее 12 В; ток - менее 0,1 А; заземление менее 4 Ом.

4) Для защиты персонала от поражения электрическим током на рабочих местах предприятия используются следующие меры: изоляция проводов и её непрерывный контроль; предупредительная сигнализация и блокировка; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; защита от случайного прикосновения; защитное заземление; защитное отключение; зануление.

Повышенный уровень общей и локальной вибрации

1) Источник: электроприемники, электро-оборудование, различные производственные механизмы.

2) Типичные заболевания: Вибрационная болезнь.

3) Общие требования по вибрационной безопасности для персонала представлены в таблице 6.3 (согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»).

Таблица 6.3 – Общие требования по вибрационной безопасности

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в октавных полосах с среднегеометрическими частотами, Гц			
	2	4	8	50
Технологическая	108	99	93	92

4) Всё оборудование, являющееся источником вибраций, должно быть установлено на виброопорах.

Повышенный уровень шума

1) Источник: работающее основное и вспомогательное оборудование.

2) Типичные заболевания и травмы: снижение слуха, в последующем тугоухость, различные вегетативные сдвиги и изменения в работе сердечно-сосудистой системы.

3) Согласно Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2 об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685 - 21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» п.35., при работе в помещении, уровень шума не должен превышать 80 дБ.

4) В качестве защиты от шума и звука следует применять средства индивидуальной защиты: наушники, беруши, противозумные каски, специальная противозумная одежда.

Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

1) Источник: отсутствие достаточного освещения.

2) Типичные травмы: отрицательное воздействие на функционирование зрительного аппарата, на эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы.

3) Необходимо руководствоваться СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» при выборе освещения в помещении: освещенность рабочего места должна быть не менее 300 лк, коэффициент пульсации не более 5%.

4) Наилучшим видом освещения является дневное, солнечное. Однако, как уже было сказано выше, дневной свет не может обеспечить нужное освещение в течении всего рабочего дня. Поэтому в соответствии с СП все помещения предприятия имеют искусственное освещение. В качестве источников искусственного освещения применяются энергосберегающие светодиодные и газоразрядные лампы.

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

1) Источник: Неблагоприятные перепады производственного микроклимата в помещениях обусловлены наличием многочисленного теплонесущего оборудования. Высокая температура воздуха и низкая (большей частью) относительная влажность в помещении объясняется значительными конвективными и радиационными тепловыделениями от оборудования.

2) Типичные травмы: Понижение температуры и повышение скорости движения воздуха могут привести к переохлаждению организма, а при повышенной температуре воздуха, работоспособность оператора падает. Недостаточная влажность воздуха может привести к интенсивному испарению влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем и загрязнение болезнетворными микроорганизмами.

3) По ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ нормируются следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздушного потока, ПДК вредных веществ.

В рассматриваемом помещении температура воздуха в теплый период года составляет 26-43 °С, относительная влажность 17-53 %, скорость движения воздуха - от 0,5 до 2,6 м/с. В холодный период температура воздуха рабочих зон на разных отметках снижается неравномерно и находится в пределах 13-45 °С, относительная влажность составляет 17-71 %, скорость движения воздуха в пределах от 0,5 до 1,4 м/с.

4) Параметры микроклимата в зимнее время поддерживаются системой отопления и вентиляцией, летом – только общеобменной вентиляцией.

Монотонность труда, вызывающая монотонию

1) Источник: режим труда

2) Типичная травма: монотония сопровождается полусонным состоянием, сопровождающимся снижением психической активности, апатией.

3) Монотонность нагрузок должна соответствовать значениям части 4 Таблицы 18 Р 2.2.2006-05. 2.2.

4) Режим труда и отдыха необходимо устанавливать в соответствии с условиями труда (2 класс) и требованиями к ним Р 2.2.2006-05. 2.2.

6.3 Экологическая безопасность

В ходе работы лаборатории и вспомогательных процессов, а также в ходе процессов моделирования возможно отрицательное воздействие на атмосферу в виде теплового воздействия оборудования и на литосферу (твердые отходы).

Мероприятия направленные на защиту атмосферного воздуха

- проведение стационарных мониторинговых работ с задачей изучения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Данные результаты будут являться основой прогнозных расчетов состояния атмосферного воздуха, фактических сведений о выбросах вредных веществ и расчетов их рассеивания при регламентированном и аварийном режимах работы;

- контроль за выбросом, содержанием и осаждением различных веществ путем периодического отбора проб воздуха;

- проведение текущих наблюдений с одновременным геохимическим опробованием депонирующих сред (почва, снег, растительность) позволяет дать количественную характеристику валовым выбросам вредных веществ, контролировать прогнозную оценку состояния воздуха;

- выполнение предписаний действующих ГОСТов, устанавливающих ПДВ токсичных веществ и дымности отработанных газов оборудование

постов для контроля и регулировки топливной аппаратуры на токсичность и дымность;

- применение газоанализаторов, пыле-, газулавливателей;

- экономия топлива, организация хранения ГСМ;

- использование передовых технологий по предотвращению фонтанных выбросов;

- своевременный контроль, ремонт, регулировка и техническое обслуживание узлов, систем и агрегатов влияющих на выброс вредных веществ;

- применение герметизированной системы сбора и транспорта продукции скважин.

Мероприятия направленные на защиту земли и земляных ресурсов
Загрязнение земляных ресурсов может быть в результате неправильной утилизации твердых отходов, таких как: отработанные детали оборудования, промасленная ветошь, бытовые отходы, коммунальные отходы.

Для исключения загрязнения необходимо обеспечить территорию площадками временного хранения твердых бытовых отходов (ТБО) и твердых коммунальных отходов (ТКО), и ящиками накопления для промасленной ветоши. Для последующей утилизации отходов заключаются договора с лицензированными организациями.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения

Возможные ЧС: пожар, Природные катастрофы: наводнение, цунами ураган, удары молний и т.д.

Наиболее типичная ЧС: пожар.

Класс пожара: в зависимости от вещества, которое будет гореть, его можно отнести к классу В (пожары горючих жидкостей) или к классу С (пожар газов).

Причины возникновения пожара:

- возгорание взрывопожарных веществ от электроэнергии высокого напряжения;
- возгорание взрывопожарных веществ, обусловленное нарушением герметичности аппаратов и трубопроводов из-за коррозии;
- возгорание взрывопожарных веществ, обусловленное их возможностью накапливать заряды статического электричества при транспортировании.

Первичные средства пожаротушения, используемые в целях борьбы с пожарами: переносные и передвижные огнетушители; пожарный инвентарь (пожарные багры, ломы, топоры, крюки, пилы, лопаты); покрывала для изоляции очага возгорания (противопожарное полотно); генераторные огнетушители аэрозольные переносные.

В лаборатории предусмотрена стационарная система пенотушения.

Мероприятия для обеспечения безаварийной работы установки:

- все стадии технологического процесса непрерывны и склонны к устойчивому протеканию;
- при соблюдении правил эксплуатации процесс не обладает возможностью взрыва внутри технологической аппаратуры;
- контроль и управление процессом осуществляется автоматически и дистанционно из операторной с использованием электронной системы приборов/

Ликвидация последствий ЧС: повести демонтаж оборудования; зачистить территорию от остатков продуктов горения.

Выводы по разделу

В данной главе выпускной квалификационной работы было рассмотрено рабочее место инженера лаборатории и воздействие на него возможных опасных и вредных производственных факторов. Фактические значения соответствуют нормативным требованиям согласно:

- разделу 1 п.1.13 правил устройства электроустановок (ПУЭ) рабочее помещение относится ко второму классу;

- Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания", работа относится к категории Пб.

- СОУТ категория помещения(операторной) по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Б;

- Постановлению «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий (с изменениями на 7 октября 2021 года)» согласно разделу 2 п.17 относится к объектам II категории, оказывающих умеренное негативное воздействие на окружающую среду.

Список использованной литературы

1. Переход на топливо стандарта Евро-5 [Электронный ресурс]. – ТАСС. URL: <https://tass.ru/ekonomika/3417906/>, свободный. – Дата обращения: 27.04.2022 г.
2. Производство высокооктановых бензинов / Жоров Ю.М., Гуреев А.А., Смидович Е.В. – М.: Химия, 1981. – 219 с.
3. Моделирование процесса приготовления товарных бензинов на основе учета реакционного взаимодействия углеводородов сырья с высокооктановыми добавками / М.В. Киргина, Э.Д. Иванчина, И.М. Долганов, Ю.А. Смышляева, А.В. Кравцов, Фан Фу // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2012. – № 4. – С. 3-8.
4. Емельянов В.Е. Производство автомобильных бензинов. – М.: Техника, 2008. – 191 с.
5. Федеральный закон от 22.03.2003 г. № 34-ФЗ «О запрете производства и оборота этилированного автомобильного бензина в Российской Федерации».
6. ГОСТ Р-55493-2013 Бензин авиационный Avgas 100LL. Технические условия.
7. Об объеме производства нефтепродуктов 2022 [Электронный ресурс]. – Росстат. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/42_16-03-2022.html, свободный. – Дата обращения: 03.04.2023 г.
8. Об объеме производства нефтепродуктов 2021 [Электронный ресурс]. – Росстат. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/183_06-10-2021.html, свободный. – Дата обращения: 03.04.2023 г.
9. Производство нефтепродуктов в мире [Электронный ресурс]. – Enerdata. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/183_06-10-2021.html, свободный. – Дата обращения: 05.04.2023 г.

10. Забрянский Е.И. Детонационная стойкость и воспламеняемость моторных топлив (методы определения) / Е.И. Забрянский, А.П. Зарубин. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Химия, 1974. – 215 с.
11. ГОСТ Р 51105-2020 Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Бензин неэтилированный. Технические условия.
12. Аксенов В.С., Камьянов В.Ф. Состав и строение сернистых соединений нефти // Нефтехимия. – 1980. – Т. 20. – № 3. – С. 323-345.
13. Вершинин Н.Н. Исследование влияния перехода автомобильного транспорта на экологический стандарт «Евро-5» на воздушный бассейн города // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 2. – С. 83-89.
14. ТР ТС 013/2001 О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту (с изменениями на 19 декабря 2019 года).
15. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия.
16. Николаев Е.А, Афанасенко В.Г, Боев Е.В. Обзор статических смесителей в нефтяной промышленности // Инженер-нефтяник. – 2011. – № 2. – С. 47-50.
17. Моделирование процесса приготовления высокооктановых бензинов на основе углеводородного сырья в аппаратах циркуляционного типа [Электронный ресурс]: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук; спец. 05.17.08 / Ю.А. Смышляева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); науч. рук. Э.Д. Иванчина. – Электронные текстовые данные – Томск, 2011.
18. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем: Учебник / под ред. д-ра хим. Наук. Проф. М.Ю. Доломатова, д-ра техн. наук, проф. Э.Г. Теляшева. – М.: Химия, 2002. – 608 с.
19. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова,

И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2014. – 73 с.

20. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» // СПС Гарант.

21. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

22. ГОСТ 12.4.280-2014 Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий.

23. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

24. ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования».

25. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования».

26. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменениями N 1, 2).

27. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.

28. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

29. Р 2.2.2006-05. 2.2. гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

Приложение А. Требования к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам бензинов согласно ГОСТ 32513-2013

Наименование показателя	Значение для марки			
	АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98
1. Октановое число, не менее: – по исследовательскому методу – по моторному методу	80,0 76,0	92,0 83,0	95,0 85,0	98,0 88,0
2. Концентрация свинца, мг/дм ³ , не более	5			
3. Концентрация смол, промытых растворителем, мг/дм ³ (мг/100 см ³) бензина, не более	50			
4. Индукционный период бензина, не менее	360			
5. Массовая доля серы, мг/кг, не более, для экологического класса: – К2; – К3; – К4; – К5;	500 150 50 10			
6. Объемная доля бензола, %, не более, для экологических классов – К2 – К3, К4, К5	5 1			
7. Объемная доля углеводородов, %, не более, для экологических классов К2, К4, К5: – олефиновых – ароматических	18,0 35,0 (42,0 – экологических класс К3)			
8. Массовая доля кислорода, %, не более, для экологических классов К3, К4, К5	2,7			
9. Объемная доля оксигенатов, %, не более, для экологических классов К3, К4, К5: – метанола – этанола – изопропилового спирта – трет-бутилового спирта – изобутилового спирта – эфиров (С ₅ и выше) – других оксигенатов (с температурой конца кипения не выше 210 °С)	1,0 5,0 10,0 7,0 10,0 15,0 10,0			
10. Испытание на медной пластинке (3 ч при 50 °С)	Класс 1			
11. Внешний вид	Чистый, прозрачный			
12. Плотность при 15 °С	725,0-780,0			
13. Концентрация марганца, мг/дм ³	Отсутствие			
14. Концентрация железа, мг/дм ³ , не более	Отсутствие			
15. Объемная доля монометиланилина, %, не более, для экологических классов: – К2	1,3			

Приложение Б. Календарный план-график проведения исследования

№ этапа	Вид работ	Исп.	Календарные дни											
			Март			Апрель			Май					
			1	2	3	1	2	3	1	2				
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер												
3	Выбор направления исследований	Руководитель												
		Инженер												
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель												
		Инженер												
5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Инженер												
6	Построение и проведение экспериментов (расчетов)	Руководитель												
		Инженер												
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Инженер												
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель												
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель												
		Инженер												
10	Сбор информации по охране труда	Инженер												
11	Оформление результатов по охране труда	Инженер												
12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Инженер												
13	Оформление экономической части работы	Инженер												
14	Составление пояснительной записки	Руководитель												
		Исп. 2												

Условные обозначения:

Руководитель	
Инженер	