

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка рецептур смешения товарных бензинов

УДК 665.73.063

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д7Г	Кузьмин Владимир Сергеевич		

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 ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к. т. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
ОПК(У)-2	Способность осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
ОПК(У)-3	Готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
ОПК(У)-4	Владение пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознания опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способность соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	Владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий

Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования
ПК(У)-3	Готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности
ПК(У)-4	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-5	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест
ПК(У)-6	Способность налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств
ПК(У)-7	Способность проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта
ПК(У)-8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК(У)-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования
ПК(У)-10	Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
ПК(У)-11	Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
Кузьменко Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д7Г	Кузьмину Владимиру Сергеевичу

Тема работы:

Разработка рецептур смешения товарных бензинов	
Утверждена приказом директора ИШПР (дата, номер)	от 28.01.2022 г. № 28-91/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Данные хроматографического анализа смесевых потоков, вовлекаемых в производство товарных бензинов.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	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 свойств смесевых компонентов и разработки рецептур смешения бензинов 3 Расчеты и аналитика 3.1 Результаты расчета состава и характеристик смесевых компонентов 3.2 Разработка рецептур смешения бензинов с использованием смесевых компонентов,

	<p>характеризующихся средней детонационной стойкостью</p> <p>4 Результаты исследования</p> <p>4.1 Оценка возможности производства бензинов по среднестатистическим рецептурам в случае смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью</p> <p>4.2 Корректировка рецептур смешения бензинов для смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью</p> <p>5 Финансовый менеджмент</p> <p>6 Социальная ответственность</p> <p>Выводы</p>
--	---

Перечень графического материала	Нет
--	-----

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	к.т.н., доцент ОСГН ШБИП Кашук Ирина Вадимовна
«Социальная ответственность»	старший преподаватель ООД ШБИП Мезенцева Ирина Леонидовна

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

Нет

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.01.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д7Г	Кузьмин Владимир Сергеевич		

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

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

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2022 г.	Введение	10
15.03.2022 г.	Литературный обзор: состав и свойства автомобильных бензинов; марки автомобильных бензинов; технология компаундирования, смесевые компоненты автомобильных бензинов.	20
01.04.2022 г.	Объект и методы исследования: объект исследования; методика расчета свойств смесевых компонентов и разработки рецептур смешения бензинов.	20
15.04.2022 г.	Расчеты и аналитика: результаты расчета состава и свойств смесевых компонентов; разработка рецептур смешения бензинов с использованием смесевых компонентов, характеризующихся средней детонационной стойкостью.	20
01.05.2022 г.	Результаты исследования: оценка возможности производства бензинов по среднестатистический рецептуре в случае смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью; корректировка рецептур смешения бензинов для смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью.	10
20.05.2022 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Раздел «Социальная ответственность».	10
01.06.2022 г.	Выводы	10

СОСТАВИЛ:**Руководитель ВКР**

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

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кузьменко Елена Анатольевна	К.Т.Н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д7Г	Кузьмин Владимир Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д7Г	Кузьмину Владимиру Сергеевичу

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</i>	Расчет конкурентоспособности. SWOT-анализ.
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения НИ.</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
3. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований.</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ.
4. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала:

1. Оценка конкурентоспособности технических решений.	
2. Матрица SWOT.	
3. Альтернативы проведения НИ.	
4. График проведения и бюджет НИ.	
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ.	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д7Г	Кузьмин Владимир Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д7Г	Кузьмин Владимир Сергеевич

Школа	ИШПР	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>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.</p> <p>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации.</p>	<p>Объектом исследования является: процесс производства автомобильных бензинов.</p> <p>Область применения: нефтеперерабатывающая промышленность.</p> <p>Рабочая зона: производственное помещение.</p> <p>Размеры помещения: 20*30 м.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: установка компаундирования бензинов, пульт управления установкой.</p> <p>Рабочие процессы связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: контроль параметров установки и управление режимами работы, плановый обход и осмотр установки.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <p>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>Законодательные и нормативные документы по теме:</p> <p>– «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022);</p> <p>– Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. «О специальной оценке условий труда»;</p> <p>– «Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств. ПБЭ НП-2001»;</p> <p>– ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ Оборудование производственное. Общие эргономические требования.</p>
<p>2.1 Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов;</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия.</p>	<p>Вредные производственные факторы:</p> <p>– производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды;</p> <p>– отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</p> <p>– повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума;</p> <p>– непосредственно действующие на организм работающего факторы химической природы действия;</p> <p>– монотонность труда, вызывающая монотонию;</p> <p>Опасные производственные факторы:</p> <p>– производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов;</p> <p>– повышенное образование электростатических зарядов;</p>

	<p>– движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования;</p> <p>– производственные факторы физической природы действия, обусловленные свойствами химических веществ воспламеняться, гореть, тлеть, взрываться.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: устройства аварийного отключения питания, защитное заземление, системы вентиляции, беруши, респираторы, противогазы, защитные костюмы, глушители шума.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации:</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: химическое загрязнение территории в результате разлива нефтепродуктов при разгерметизации.</p> <p>Воздействие на литосферу: твердые химические отходы при очистке установки.</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение грунтовых вод химическими веществами в результате разгерметизации установки.</p> <p>Воздействие на атмосферу: выброс летучих химических компонентов при разгерметизации установки.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:</p>	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Геологические воздействия: обвалы, землетрясения;</p> <p>Природные катастрофы: ураган, наводнение, удар молнии и т.д.;</p> <p>Техногенные аварии: воспламенение нефтепродуктов, взрыв паров, отказ систем безопасности;</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар в результате разгерметизации оборудования.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	28.01.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д7Г	Кузьмин Владимир Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 95 страниц, 12 рисунков, 56 таблиц, 43 источника и 3 Приложения.

Ключевые слова: товарный бензин, компаундирование, октановое число, рецептура смешения, смесевой компонент.

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

Объект исследования – процесс смешения товарных бензинов.

Предмет исследования – состав и свойства смесевых компонентов и товарных бензинов, а также рецептуры смешения.

Цель работы – разработка рецептур смешения товарных бензинов.

В ходе работы были рассчитаны состав и свойства смесевых компонентов товарных бензинов; разработаны среднестатистические рецептуры смешения бензинов марок АИ-92, АИ-95 и АИ-98; оценена возможность производства бензинов по среднестатистическим рецептурам в случае вовлечения смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью; среднестатистические рецептуры смешения бензинов скорректированы для смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью.

Экономическая эффективность/значимость работы: разработанные рецептуры смешения бензинов марок АИ-92, АИ-95, АИ-98 позволят предприятию производить товарный продукт, соответствующий требованиям стандартов. Учет состава и свойств смесевых компонентов при разработке рецептур смешения позволит повысить ресурсоэффективности процесса компаундирования товарных бензинов, сократить выход некондиционных топлив, снизить себестоимость бензина за счет экономии наиболее дорогостоящих потоков.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	14
1 Литературный обзор	16
1.1 Состав и свойства автомобильных бензинов	16
1.2 Марки автомобильных бензинов	19
1.3 Технология компаундирования, смесевые компоненты автомобильных бензинов	20
2 Объект и методы исследования	25
2.1 Объект исследования	25
2.2 Методика расчета свойств смесевых компонентов и разработки рецептур смешения бензинов	26
2.2.1 Расчет свойств сырьевых компонентов	26
2.2.2 Расчет свойств смеси компонентов и разработка рецептур смешения	26
3 Расчеты и аналитика	30
3.1 Результаты расчета состава и свойств смесевых компонентов	30
3.1.1 Результаты расчета состава и свойств потоков изомеризата	30
3.1.2 Результаты расчета состава и свойств потоков бензина каталитического крекинга	31
3.1.3 Результаты расчета состава и свойств потоков риформата с установки Л-35/6	33
3.1.4 Результаты расчета состава и свойств потоков риформата с установки ЛГ 35/11-300	34
3.1.5 Результаты расчета состава и свойств потоков риформата с установки ЛЧ 35/11-600	35
3.1.6 Результаты расчета состава и свойств дополнительных смесевых компонентов	36
3.2 Разработка рецептур смешения бензинов с использованием смесевых компонентов, характеризующихся средней детонационной стойкостью	37
3.2.1 Разработка рецептуры смешения бензина марки АИ-92	39
3.2.2 Разработка рецептуры смешения бензина марки АИ-95	40
3.2.3 Разработка рецептуры смешения бензина марки АИ-98	41
4 Результаты исследования	43

4.1 Оценка возможности производства бензинов по среднестатистической рецептуре в случае смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью.....	43
4.1.1 Использование смесевых компонентов с минимальной детонационной стойкостью.....	43
4.1.2 Использование смесевых компонентов с максимальной детонационной стойкостью.....	44
4.2 Корректировка рецептов смешения бензинов для смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью.....	46
4.2.1 Корректировка рецептов смешения бензина марки АИ-92.....	46
4.2.2 Корректировка рецептов смешения бензина марки АИ-95.....	48
4.2.3 Корректировка рецептов смешения бензина марки АИ-98.....	50
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	53
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспектив проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	53
5.2 Планирование научно-исследовательских работ	58
5.3 Бюджет научно-технического исследования	62
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	68
6 Социальная ответственность	72
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации.....	73
6.2 Производственная безопасность при эксплуатации.....	74
6.3 Экологическая безопасность при эксплуатации.....	80
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации.....	81
Выводы.....	84
Список использованных источников.....	86
Приложения	90

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на повсеместное внедрение технологий «зеленой» энергетики, одной из основных задач нефтеперерабатывающей промышленности остается производство высокооктанового моторного топлива. Задача технологов состоит в том, чтобы повышать качество выпускаемых нефтепродуктов, и при этом стремиться к достижению максимальной эффективности переработки нефти.

В настоящее время все марки товарных бензинов производятся смешением (компаундированием) продуктов различных процессов переработки нефти, так как необходимо, чтобы товарный продукт обладал высоким октановым числом. Кроме того, в Российской Федерации запрещено производить и реализовывать бензин ниже 5-го экологического класса [1]. Это предъявляет высокие требования к нефтеперерабатывающим заводам, к технологическим режимам работы установок.

Компаундирование является последним из процессов в цепочке переработки нефти. На данном этапе наиболее важной является задача поиска оптимального соотношения смешиваемых компонентов топлива – рецептуры смешения, для получения товарного бензина, соответствующего требованиям стандартов. Также немаловажно не допустить при этом перерасхода наиболее дорогостоящих компонентов и обеспечить топливу конкурентоспособную себестоимость [2].

Важными инструментами при разработке рецептур смешения являются компьютерные моделирующие системы, которые позволяют с высокой точностью прогнозировать свойства полученной смеси углеводородов. В данной работе использована моделирующая система «Compounding», которая позволяет рассчитывать октановые числа и другие свойства товарных бензинов, полученных методом компаундирования, с учетом межмолекулярных взаимодействий компонентов смеси [3]. Данный программный продукт разработан в Томском политехническом университете.

Таким образом, **целью** данной работы является разработка рецептур смешения товарных бензинов.

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

1. Осуществить расчет состава и свойств смесевых компонентов товарных бензинов (изомеризатов, бензинов каталитического крекинга, риформатов, высокооктановых добавок, прямогонных бензиновых фракций).

2. Выбрать потоки, характеризующиеся минимальной, средней и максимальной детонационной стойкостью.

3. Разработать рецептуры смешения бензинов марок АИ-92, АИ-95 и АИ-98 с использованием смесевых компонентов, характеризующихся средней детонационной стойкостью.

4. Оценить возможность производства бензинов по среднестатистическим рецептурам в случае вовлечения смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью.

5. Скорректировать среднестатистические рецептуры смешения бензинов для смесевых компонентов, характеризующихся минимальной и максимальной детонационной стойкостью.

Объектом исследования в данной работе является процесс смешения товарных бензинов. **Предметом исследования** являются состав и свойства смесевых компонентов и товарных бензинов, а также рецептуры смешения.

Практическая значимость:

Разработанные рецептуры смешения бензинов марок АИ-92, АИ-95, АИ-98 позволят предприятию производить товарный продукт, соответствующий требованиям стандартов. Учет состава и свойств смесевых компонентов при разработке рецептур смешения позволит повысить ресурсоэффективности процесса компаундирования товарных бензинов, сократить выход некондиционных топлив, снизить себестоимость бензина за счет экономии наиболее дорогостоящих потоков.

1 Литературный обзор

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 [4].

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. Авиационный бензин отличается по составу от автомобильного и является этилированным, т.е. содержит тетраэтилсвинец. Хотя в России и запрещено производство этилированного бензина с 1 июля 2003 года [5], ввиду высокой токсичности газов сгорания, компания ПАО «Газпром» выпускает авиабензин марки 100LL [6]. В рамках данной работы будут рассматриваться только автомобильные бензины.

В Российской Федерации в 2021 году было произведено 40 819 тысяч тонн автомобильного бензина [7] различных марок, что больше чем годом ранее – 38 421 тысяч тонн [8]. Объемы производства автомобильного бензина в России растут с каждым годом. В мире же объемы производства бензина последнее время падали в результате влияния пандемии COVID-19 [9].

1.1 Состав и свойства автомобильных бензинов

Бензин состоит из смеси предельных (24-63 %), непредельных (13-46 %), нафтеновых (9-71 %) и ароматических (4-16 %) углеводородов, а также небольшого количества других веществ. Основными свойствами автомобильного бензина являются: плотность, детонационная стойкость (октановое число), давление насыщенных паров, фракционный состав, содержание сернистых, олефиновых и ароматических соединений. Кроме того,

рассматривается химическая стабильность, для оценки которой используют показатели содержания фактических смол и индукционный период окисления.

Плотность – физическое свойство бензина, отношение массы к объему. Значение плотности бензина необходимо, чтобы точно рассчитывать массу и объем товарного топлива, так как при изменении температуры будет меняться объем жидкости. Плотность зависит от рецептуры смешения бензина.

Детонационная стойкость – способность бензина противостоять самовоспламенению при сжатии. Детонация в двигателе внутреннего сгорания – это взрывное воспламенение рабочей смеси в цилиндрах. В такой момент скорость распространения пламени в цилиндре может достигать 2500 м/с, вместо нормальных 20-30 м/с. При таком режиме работы двигателя наблюдается перерасход топлива, уменьшение мощности, что может привести к механическому разрушению агрегата. Бензин, производимый в XX веке, имел низкую детонационную стойкость, поэтому двигатели имели низкую степень сжатия, чтобы не допускать детонации, такие двигатели имели низкую мощность. В настоящее время технологии позволяют производить бензин с высокой детонационной стойкостью, соответственно, двигатели стали иметь большую степень сжатия.

Октановое число (ОЧ) – условный показатель, характеризующий стойкость бензинов к детонации и численно соответствующий детонационной стойкости модельной смеси изооктана и н-гептана. ОЧ изооктана принимается за 100, а н-гептана – за 0 [10]. ОЧ определяется двумя методами: моторным и исследовательским. Определение производится на специальных установках – одноцилиндровых двигателях. По моторному методу испытание проводится в жестком режиме: частота вращения коленчатого вала около 900 об/мин, температура смеси на входе 149 °С, а по исследовательскому методу – в мягком режиме: 600 об/мин, температура смеси 52 °С. Сравнивая с эталонными смесями получают моторное октановое число (ОЧМ) и исследовательское (ОЧИ). Разность между ОЧИ и ОЧМ показывает степень пригодности бензина к разным условиям работы.

При производстве бензинов смешиваются различные компоненты, имеющие разные ОЧ, при смешении находят ОЧ смешения (ОЧС). ОЧС не подчиняется правилу аддитивности при расчете и зависит от природы входящих в смесь нефтепродуктов, их содержания в смеси и ряда других факторов. ОЧС всегда учитывается при добавлении в топливо оксигенатов [10].

Фракционный состав (ФС) – это показатель испаряемости топлива. От этого показателя зависит легкость запуска двигателя, распределение топлива по цилиндрам, полнота сгорания, расход топливной смеси. ФС автомобильного бензина в России определяют при температурах 70, 100 и 150 °С [11]. Связанное с фракционным составом свойство – испаряемость – определяется температурой перегонки 10, 50 и 90 % об. бензина [12]. Первая температура характеризует способность двигателя запускаться. Температура выкипания половины объема бензина используется для оценки способности двигателя работать в разных режимах нагрузки и величины оборотов коленчатого вала. Температура выкипания 90 % об. топлива оказывает влияние на образование нагара и позволяет оценить полноту сгорания, так как в остатке, остающемся после сгорания топлива, содержатся наиболее тяжелые компоненты.

Давление насыщенных паров (ДНП) – показатель летучести бензина, максимальное давление паров, которые находятся в равновесии с жидкостью. Это свойство также связано с испаряемостью бензина. Исходя из физического смысла, чем выше будет ДНП, тем выше испаряемость топлива. Это очень важно для эксплуатации автомобиля при низких температурах, особенно в северных регионах. Поэтому для летнего и зимнего времени устанавливаются различные допустимые значения ДНП товарного бензина. При производстве смесового бензина для повышения ДНП в смесь добавляют легкие компоненты (бутан, низкокипящие фракции).

Химическая стабильность (ХС) – способность топлива сохранять химические и физические свойства в течении определенного времени. При хранении и транспортировке топлива, может изменяться его химический состав, так как бензин состоит из большого количества веществ, которые контактируют

с кислородом воздуха, а также со стенками хранилищ. В результате в смеси протекают реакции окисления, изомеризации, а также в смесь могут попадать частицы, образовавшиеся в результате коррозии. Для того чтобы оценить ХС, применяется показатель содержания фактических смол и периода окисления.

Содержание сернистых и ароматических соединений – показатели, необходимые для оценки токсичности топлива и продуктов его сгорания, а также для оценки коррозионной активности. С введением экологического класса К5, допустимое содержание серы в топливе значительно снизилось, приблизившись к следовому [13]. Это связано с тем, что сернистые соединения вызывают значительную коррозию топливной аппаратуры, а при сгорании образуют канцерогенные соединения. Из ароматических соединений можно выделить бензол, его допустимое содержание тоже снижалось каждый раз при введении последующих экологических классов. Бензол является высокотоксичным соединением, способным окисляться в организме человека.

Содержание олефинов – показатель характеризующий образование отложений в двигателе внутреннего сгорания. Кроме того, олефины – это непредельные углеводороды, так как имеют двойную связь, являются химически активными веществами. Их содержание в бензине регулируется стандартами, чтобы не допускать повышенного содержания токсичных диенов в продуктах сгорания.

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» [14]. Требования, предъявляемые к характеристикам автомобильных бензинов, согласно Техническому регламенту, приведены в таблице А.1 Приложения А. Выполнение требований Технического регламента является обязательным для всех стран участниц Таможенного союза.

Однако каждая страна может вводить свои стандарты, которые могут предъявлять более строгие или специфические требования чем Технический регламент. В России также действует ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» [15]. Требования, предъявляемые к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам выпускаемых товарных бензинов данным стандартов приведены в таблице А.2 Приложения А.

1.3 Технология компаундирования, смесевые компоненты автомобильных бензинов

На данный момент весь товарный автомобильный бензин, который производится в России, является смесевым. Это связано с тем, что практически весь автопарк страны потребляет высокооктановый бензин с ОЧИ выше 92. Достигнуть такого высокого ОЧ прямой перегонкой нефти невозможно. Необходимо осуществлять вторичную переработку нефти и полученные продукты данных процессов, с более высокими ОЧИ, использовать при производстве товарного бензина. Кроме того, необходимо применять компоненты – высокооктановые чистые вещества-добавки, чтобы можно было получить бензин с ОЧИ выше 98.

На рисунке 1.1 приведена технологическая схема установки компаундирования бензинов.

Компоненты, необходимые для производства товарного бензина, в необходимых пропорциях поступают через фильтры в общую магистраль, где происходит предварительное смешение. На каждой магистрали подачи сырья установлены интеллектуальные датчики расхода сырья с положительной обратной связью, управляющие вентилем. Далее смесь поступает в статический насадочный смеситель, где происходит окончательное перемешивание компонентов. На выходе из смесителя установлены датчики контроля ОЧИ, массового расхода продукта, температуры и давления. Система автоматизации устроена таким образом, что существует положительная обратная связь по ОЧИ. ОЧИ измеряется на выходе из смесителя, и если оно не оптимально, то

автоматика регулирует подачу необходимых компонентов для корректировки ОЧИ на выходе. Чаще всего такая схема не будет работать оптимально, так как состав сырьевых потоков постоянно меняется, работу по корректировке расхода компонентов выполняет химик-технолог, постоянно корректируя рецептуру. После смесителя товарный бензин поступает в резервуар для хранения и дальнейшей отправки потребителю после проведения анализа на соответствие требованиям стандартов. Кроме того, установка снабжена аварийной сигнализацией по превышению давления и температуры, в помещении установлены газоанализаторы для предупреждения утечки при разгерметизации.

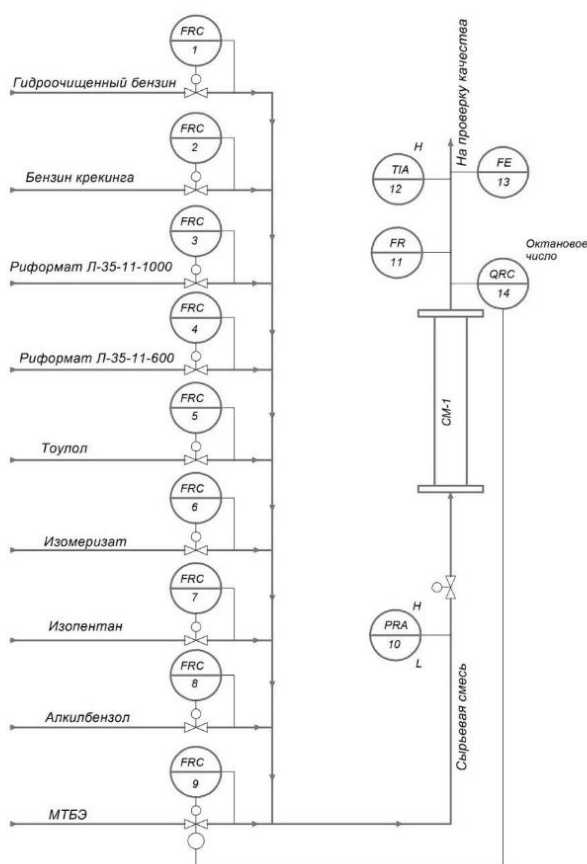


Рисунок 1.1 – Технологическая схема установки компаундирования бензинов

Статический смеситель представляет из себя отрезок трубы, в который встроены различные насадки для завихрения потока. Они служат для того, чтобы с помощью собственной энергии потока, достигнуть равномерного перемешивания смеси. Смесители характеризуются малыми габаритами, низкими затратами на техническое обслуживание, простотой монтажа и демонтажа и исключительной надежностью [16]. К недостаткам же можно

отнести потери давления и вероятность засорения насадок. Схематичное устройство статического смесителя представлено на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Статический смеситель

Кроме статического смесителя компоненты могут перемешиваться циркуляционным способом. В таком случае перемешивание производится в циркуляционном смесителе, принципиальная схема которого представлена на рисунке 1.3.

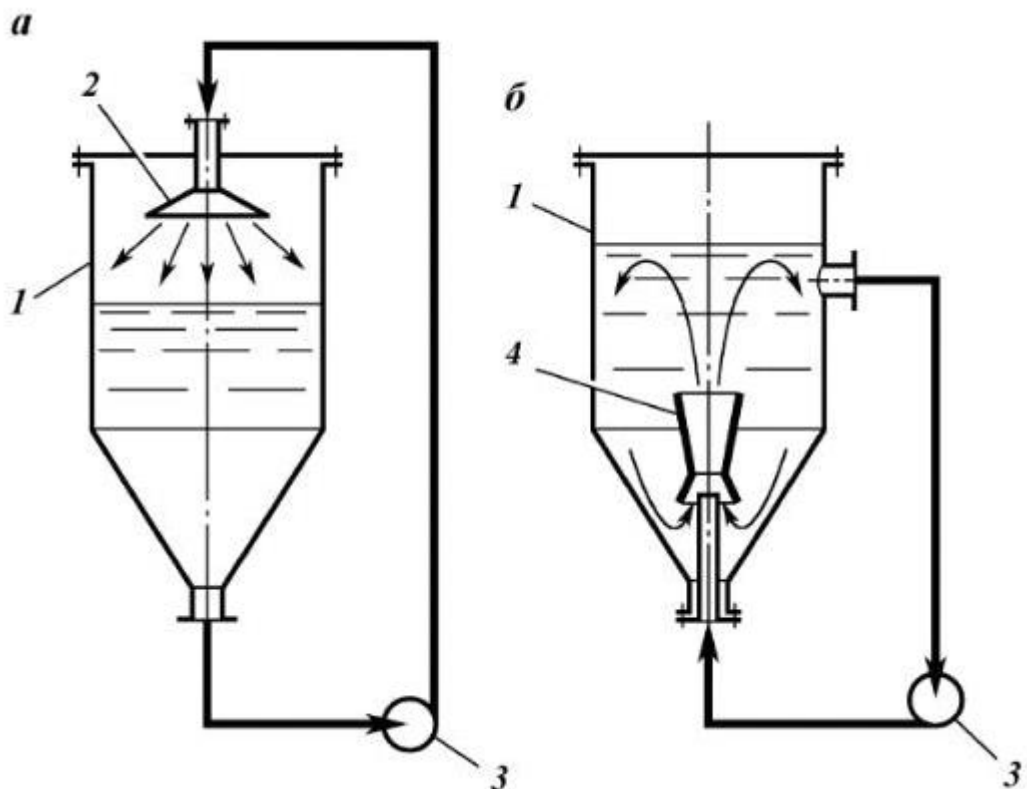


Рисунок 1.3 – Циркуляционный смеситель

а) циркуляционный смеситель с насосом;

б) смеситель с циркуляционным насосом и эжектором;

1 – емкость для жидкости; 2 – разбрызгиватель; 3 – насос; 4 – эжектор

Приготовленный в смесителе продукт многократно перекачивается по кругу до достижения состояния однородной смеси. Процесс перекачивания может длиться около 3 часов. После этого продукт идет на отстаивание. Такой способ компаундирования на практике применяется чаще всего [17].

Остановимся подробнее на компонентах, которые применяются для смешения бензинов:

– Бензин крекинга, основной компонент товарного бензина, является низкооктановым компонентом смеси (ОЧИ 64-70), от прямогонного бензина отличается большим содержанием олефинов, получается из тяжелых остатков переработки нефти – мазутов и гудронов;

– Изомеризат, основной компонент товарного бензина, обладает высоким ОЧИ (82-91), повышает ДНП смеси, является продуктом изомеризации бутана, пентана и пентан-гексановой фракции прямогонного бензина, часть изомеризата используется при производстве метил-трет-бутилового эфира, состоит из алифатических углеводородов изо-строения;

– Риформат, основной компонент товарного бензина, высокооктановый компонент (ОЧИ 90-95), продукт каталитического риформинга прямогонных бензиновых фракций, состоит преимущественно из ароматических соединений, парафинов и нафтенов;

– Прямогонный бензин, применяется ограниченно, низкооктановый компонент (ОЧИ 50-65), производится на установке атмосферно-вакуумной перегонки, состоит из парафинов и изопарафинов, почти не содержит ароматических веществ;

– Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ), применение ограничено, допустимое содержание – не более 15 % об. в смеси, наиболее эффективная нетоксичная высокооктановая добавка к автомобильным бензинам [18];

– Метил-трет-амиловый эфир (ТАМЭ), очень высокое ОЧИ, применение ограничено, допустимое содержание – не более 15 % об. в смеси, вместе с МТБЭ является основным компонентом для повышения ОЧИ бензинов;

– Тoluол, высокое ОЧИ, применение ограничено максимальным содержанием ароматических веществ в топливе, дешевле чем эфиры.

– н-бутан, компонент необходимый для повышения ДНП смеси, обладает высоким ОЧИ.

Кроме основных компонентов в товарный бензин добавляют различные присадки: антиокислители, деактиваторы металлов, красители, маркеры, ингибиторы коррозии, антистатические добавки, деэмульгаторы. В промышленном применении используются также многофункциональные запатентованные присадки.

При производстве товарного бензина необходимо получить продукт со сроком хранения около 3-5 лет, для решения этой задачи в смесь вводят антиокислительные добавки и деактиваторы металлов, например, ионол, параоксидифениламин. Чаще используются готовые добавки, например Bravos ST-1 и ST-2. Компонент вводится в концентрации около 0,1 % мас. Антиокислители подавляют реакции окисления в товарном продукте, а деактиваторы металлов подавляют каталитический эффект ионов металлов.

Перед транспортировкой бензина по трубопроводам в него добавляют ингибиторы коррозии. По своей природе это поверхностно-активные вещества, которые образуют пленку на металлической поверхности, тем самым оберегая ее от попадания воды. Такими веществами могут быть соли аминов, нитрованная смесь сложных эфиров.

Кроме этого, в топливо добавляют вещества, повышающие электропроводность. Это необходимо, чтобы не накапливался заряд, во избежание появления искр. Такие добавки называются антистатическими.

2 Объект и методы исследования

Объектом, при проведении данного исследования, выступил процесс производства товарных автомобильных бензинов. С помощью моделирующей системы «Compounding» был проведен 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. В ходе исследования задействована математическая модель компаундирования бензина, представленная в программной среде, которая учитывает дипольный момент молекул углеводородов и неаддитивность ОЧ смешения.

2.1 Объект исследования

Исходными данными для разработки рецептур смешения бензинов в моделирующей системе «Compounding» являются данные хроматографического анализа, то есть данные об углеродном составе и физико-химических свойствах сырьевых компонентов, вовлекаемых в смешение.

В моделирующей системе «Compounding» содержатся данные о свойствах индивидуальных углеводородов и псевдокомпонентов, которые необходимы для точного расчета ОЧ смеси. Всего программа использует 110 ключевых компонентов: из которых 32 олефиновых углеводорода, 14 ароматических, 15 нафтенов, 39 изопарафинов и 10 н-парафинов. В процессе обработки исходных данных хроматографии, данные о составе потока сводятся к набору ключевых компонентов, соотношение между которыми формирует конечное ОЧ получаемого товарного бензина. Кроме того, моделирующая система позволяет осуществить расчет ДНП и плотности.

Для проведения исследования и разработки рецептур смешения товарных бензинов в работе использованы следующие сырьевые компоненты различного состава:

- Изомеризат (ИЗ) – 25 потоков;
- Бензин каталитического крекинга (КТ) – 25 потоков;

- Риформат с установки Л-35/6 (Р) – 19 потоков;
- Риформат с установки ЛГ 35/11-300 (РЗ) – 12 потоков;
- Риформат с установки ЛЧ 35/11-600 (Р6) – 21 поток;
- Прямогонная бензиновая фракция с пределами выкипания 62-85 °С (П1)
- 1 поток;
- Прямогонная бензиновая фракция с пределами выкипания нк-62 °С (П2)
- 1 поток;

А также дополнительные смесевые компоненты:

- МТБЭ;
- ТАМЭ;
- н-бутан;
- толуол концентрат (толуол).

2.2 Методика расчета свойств смесевых компонентов и разработки рецептур смешения бензинов

2.2.1 Расчет свойств сырьевых компонентов

Для расчета свойств сырьевых компонентов в моделирующей системе «Compounding» нажимаем кнопку «смешение», в открывшемся окне нажимаем «загрузить», далее выбираем компонент, для которого необходимо рассчитать свойства (рисунок 2.1).

Переносим компонент в правую часть программы, нажимаем «далее», задаем температуру и метод определения ОЧ (рисунок 2.2).

ДНП рассчитывается при температуре 38 °С, плотность – при 15 °С.

Нажимаем «далее» и получаем таблицу с рассчитанными свойствами сырьевого компонента (рисунок 2.3).

2.2.2 Расчет свойств смеси компонентов и разработка рецептур смешения

Для расчета свойств смеси компонентов нажимаем кнопку «смешение», нажимаем «загрузить» и в открывшемся окне добавляем компоненты, которые необходимо вовлечь в смешение (рисунок 2.4).

Нажимаем «далее» и задаем соотношение компонентов в смеси в % (рисунок 2.5).

После того как задано соотношение компонентов в смеси нажимаем «далее» и получаем рассчитанные свойства смеси (рисунок 2.6).

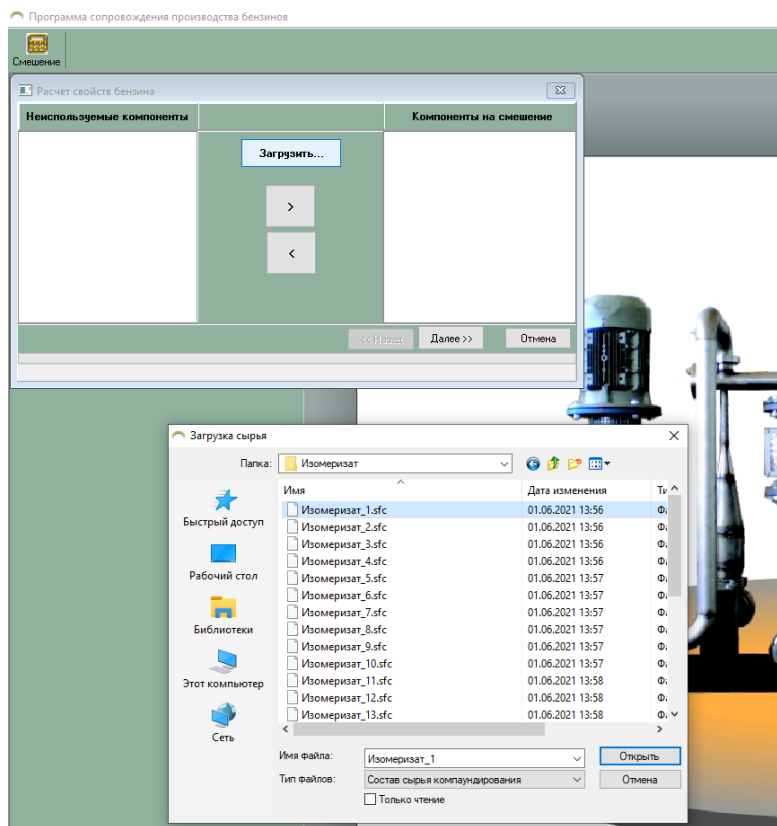


Рисунок 2.1 – Выбор исходного файла для расчета

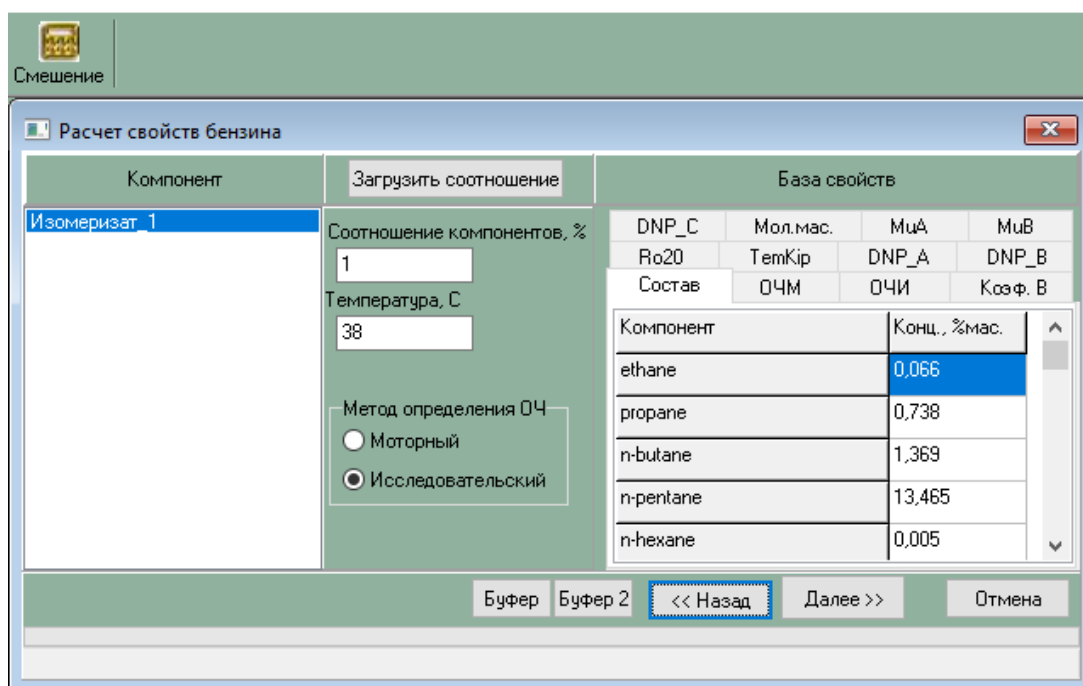


Рисунок 2.2 – Расчет свойств компонента

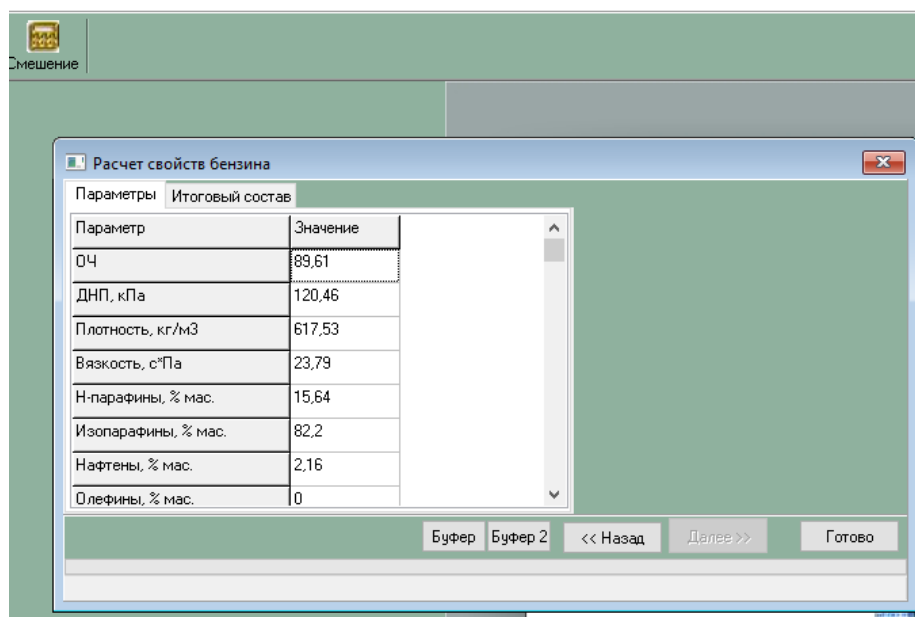


Рисунок 2.3 – Рассчитанные свойства потока

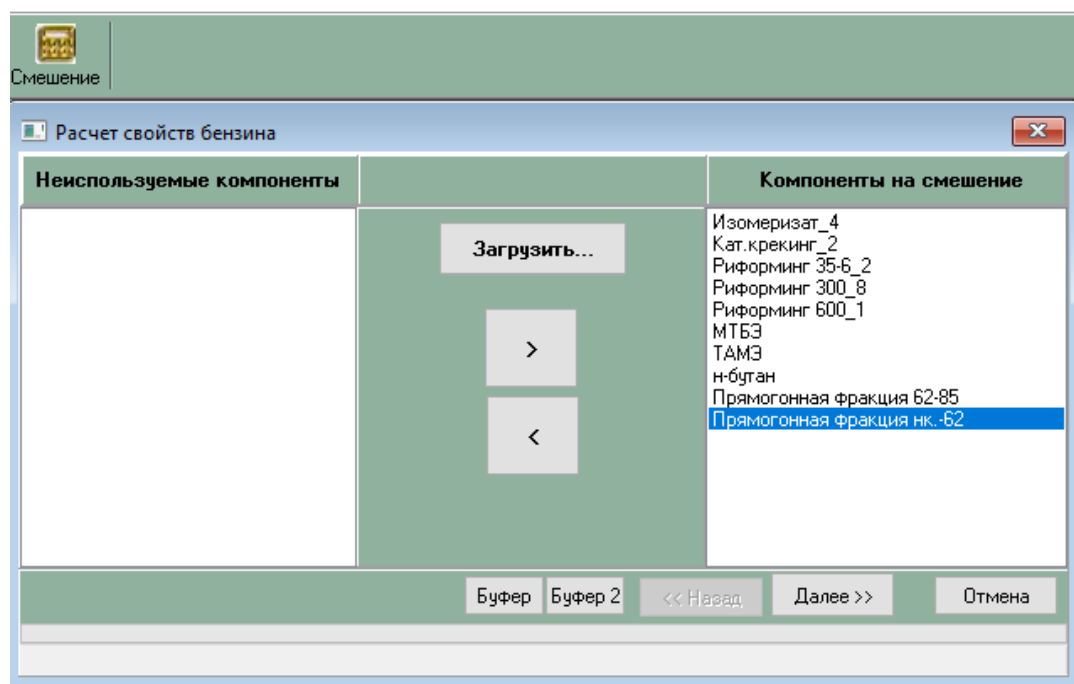


Рисунок 2.4 – Выбор смесевых компонентов

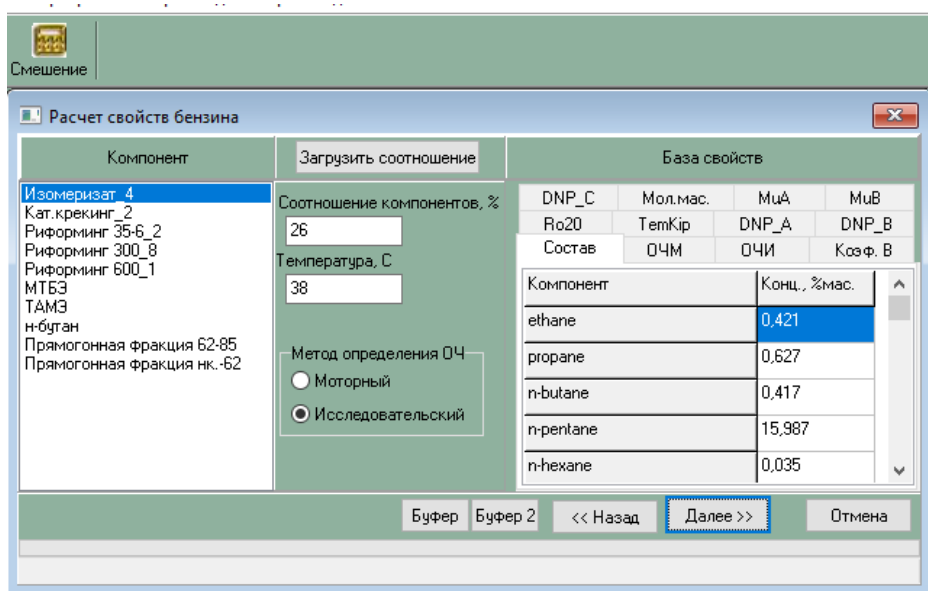


Рисунок 2.5 – Выбор соотношения компонентов в смеси

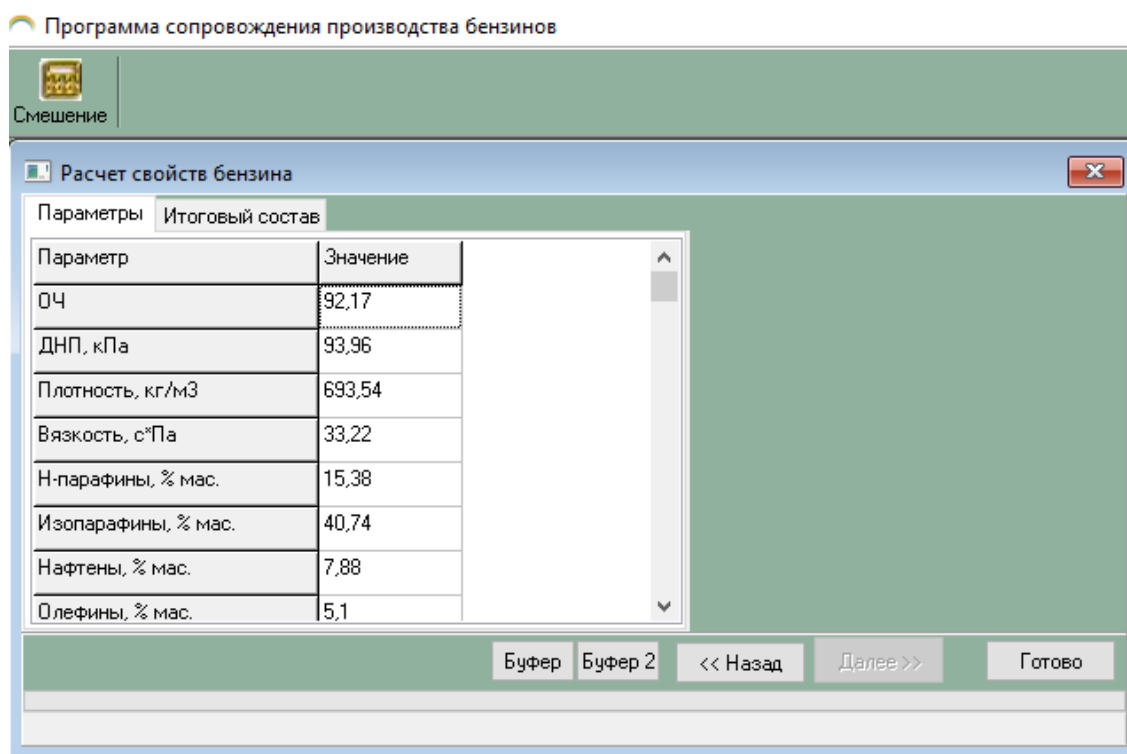


Рисунок 2.6 – Рассчитанные свойства товарного бензина

Оптимальная рецептура товарного бензина подбирается с учетом свойств сырьевых компонентов и требований к готовому продукту на основании 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

Разрабатываемый проект направлен на исследование процесса компаундирования и последующего составления оптимальных рецептур товарного бензина.

В настоящее время перспективность научного исследования определяется в большей степени коммерческой ценностью разработки, это является необходимым условием в процессе поиска источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологии, которые отвечают современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Данный раздел предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала разработки;
- планирование научного исследования;
- расчет бюджета научного исследования;
- 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

Сначала необходимо рассмотреть целевой рынок, провести его сегментирование для того, чтобы выявить потребителей результатов исследования. В таблице 5.1 представлена карта сегментирования рынка по виду оказываемой услуги с применением математической модели программного комплекса «Compounding».

Таблица 5.1 – Карта сегментирования

Потребитель	Вид услуги		
	Продажа программного продукта	Оказание услуг по исследованию и оптимизации	Продажа учебной версии
Образовательные учреждения			
Проектные организации			
Крупные НПЗ			
Средние НПЗ			
Мелкие НПЗ			



– фирма А



– фирма Б



– фирма В

В таблице 5.1 показано, в каких нишах на рынке услуг по применению программного комплекса конкуренция наиболее низкая.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Чтобы произвести детальный анализ конкурирующих разработок на рынке, необходим системный подход, поскольку рынки не стабильны и подвержены постоянному движению. Системный анализ помогает вносить коррективы в научное исследование. Чтобы анализ был полным, нужно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Такой подход позволит успешно противостоять своим соперникам.

В таблице 5.2 представлен сравнительный анализ программного продукта(п), используемого в рамках выполнения ВКР и двух других конкурентных программ AspenPIMS (k_1) и OpenBPC (k_2).

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _п	Б ₁	Б ₂	К _п	К ₁	К ₂
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,25	5	3	4	1,25	0,75	1
2. Удобство в эксплуатации	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
3. Универсальность	0,05	2	5	5	0,1	0,25	0,25
4. Надежность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
5. Оперативность использования	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
6. Простота эксплуатации	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	1	5	4	0,05	0,25	0,2
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	2	4	4	0,1	0,2	0,2
4. Цена	0,2	5	3	3	1	0,4	0,6
Итого	1	-	-	-	4,3	3,85	4,15

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность,

B_i – вес показателя (в долях единицы),

B_i – балл i -го показателя.

Разработанная программная среда для моделирования процесса компаундинга товарного бензина является конкурентоспособной на рынке, главными ее преимуществами являются: цена, простота эксплуатации и точность расчета свойств смеси, которая достигается использованием влияния межмолекулярных взаимодействий углеводородов и других компонентов смеси.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ необходим для комплексной оценки научно-исследовательского проекта. В результате анализа будут выявлены сильные и слабые стороны проекта, рассмотрены возможности реализации, а также угрозы проекту, которые проявились или появятся в его внешней среде. На первом этапе рассматриваются сильные, слабые стороны, возможности и угрозы (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
C1. Более низкая стоимость разработки по сравнению с другими технологиями	Сл1. Ограниченность и недостаточность данных хроматографических анализов потоков с НПЗ
C2. Повышение качества выпускаемого товарного бензина и оптимизация расходования компонентов	Сл2. Отсутствие экспериментальных образцов для проведения анализа
C3. Математическая модель, учитывающая межмолекулярные взаимодействия	Сл3. Не универсальность использования программной среды применимо к другим задачам химической технологии
C4. Наличие бюджетного финансирования	
Возможности	Угрозы
V1. Использование инфраструктуры ТПУ	У1. Создание подобного программного обеспечения на рынке с большей универсальностью применения
V2. Внедрение разработанного программного обеспечения на НПЗ для оптимизации процесса компаундирования товарного бензина	У2. Применение другого программного обеспечения на отечественных НПЗ
V3. Внедрение программного обеспечения в образовательную сферу в качестве тренажера для обучения студентов	У3. Отсутствие заинтересованности предприятий по внедрению нового программного обеспечения

На втором этапе построены интерактивные матрицы возможностей и угроз, для того чтобы оценить эффективность проекта. Соотношения параметров представлены в таблицах 5.4 – 5.7.

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

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	V1	+	-	-	+
	V2	-	+	+	-
	V3	-	-	+	0

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица проекта «Возможности и слабые стороны»

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	-
	B2	-	-	-
	B3	-	-	-

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

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	-	-	-
	У2	+	-	+	-
	У3	-	+	-	-

Таблица 5.7 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы и слабые стороны»

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		C1	C2	C3
	У1	-	-	+
	У2	-	-	0
	У3	-	-	-

SWOT-анализ был проведен с помощью составления интерактивной матрицы проекта, итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>C1. Более низкая стоимость разработки по сравнению с другими технологиями</p> <p>C2. Повышение качества выпускаемого товарного бензина и оптимизация расходования компонентов</p> <p>C3. Математическая модель, учитывающая межмолекулярные взаимодействия</p> <p>C4. Наличие бюджетного финансирования</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Ограниченность и недостаточность данных хроматографических анализов потоков с НПЗ</p> <p>Сл2. Отсутствие экспериментальных образцов для проведения анализа</p> <p>Сл3. Не универсальность использования программной среды применимо к другим задачам химической технологии</p>
--	---	--

<p>Угрозы: У1. Создание подобного программного обеспечения на рынке с большей универсальностью применения У2. Применение другого программного обеспечения на отечественных НПЗ У3. Отсутствие заинтересованности предприятий по внедрению нового программного обеспечения</p>	<p>Необходимо не допустить утечки исходного кода программы. Повысить гибкость использования программы на НПЗ, наладить совместимость программной среды с программным обеспечением, используемым на отечественных НПЗ.</p>	<p>Принимая во внимание, тот факт, что программная среда выполняет узкий спектр задач химической технологии, необходимо заблаговременно предупреждать об этом заказчиков. Параллельно с этим необходимо расширять функционал в производственных условиях действующего предприятия.</p>
<p>Возможности: В1. Использование инфраструктуры ТПУ В2. Внедрение разработанного программного обеспечения на НПЗ для оптимизации процесса компаундирования товарного бензина В3. Внедрение программного обеспечения в образовательную сферу в качестве тренажера для обучения студентов</p>	<p>Разработанный программный продукт в силу своей дешевизны, простоты использования и точности вычислений может быть с легкостью внедрен на отечественные НПЗ, он будет дополнять имеющиеся промышленные системы, наращивая при этом точность расчетов.</p>	<p>Необходимо избежать трудности внедрения на производства с помощью повышения универсальности моделирующей системы, а также провести подробные экспериментальные исследования образцов компонентов смешения с НПЗ и готового продукта, внести корректировки в математическую модель программной среды.</p>

Анализ показал, что преимущества проекта преобладают над недостатками, некоторые недостатки не подлежат устранению, однако существуют возможности для развития проекта. Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научного исследования.

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, а также проведено распределение исполнителей по видам работ. Планирование осуществлялось в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;

- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

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

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

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

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

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

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (5.5)$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году (2022 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 5.10.











Таблица 5.10 – 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		$t_{ожсi}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения работ	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	13,5	68,5	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T _{кi} кал. дн.	Продолжительность работ												
				февр			март			апр			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4													
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4													
3	Обзор научной литературы	Исп2	11													
4	Выбор методов исследования	Исп2	6													
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7													
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9													
7	Проведение эксперимента	Исп2	25													
8	Обработка полученных данных	Исп2	18													
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5													
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13													

Примечание:

 – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Расчет затрат группируется по следующим статьям:

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

5.3.1 Расчет материальных затрат научно-исследовательской работы (НИР)

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для расчет материальных затрат используется коэффициент k_T , который принят равным 0,15, то есть на транспортные расходы приходится 15% от стоимости материалов.

Материальные затраты на приобретение картриджа для принтера HP-903XL рассчитываются по формуле(5.6):

$$Z_M = (1 + 0,15) \cdot 1550 \cdot 1 = 1782,5 \text{ руб.}$$

Для остальных материалов расчет аналогичен, результаты занесены в таблицу 5.12.

Таблица 5.12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (З _м), руб.	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Картридж для принтера	шт.	1	0	1550	1550	1783	0
Ручка	шт.	1	4	30	30	35	138
Бумага	лист	50	450	1,5	1,5	86	776
Итого:						1904	914
Итого общие:						2818	

Примечание: Исп. 1 – Научный руководитель, Исп.2 – инженер.

Итого общие материальные затраты проекта составили 2818 рублей.

5.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом.

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (5.7)$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (5.8)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Таблица 5.13 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Ноутбук Acer	1	3	25000	25000
2	Ноутбук Asus	1	3	22000	22000
3	Принтер	1	3	7000	7000
Итого:				54000	

Рассчитаем норму амортизации для оборудования, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года по формуле(5.7):

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений за 3 месяца находим по формуле(5.8):

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 54000}{12} \cdot 3 = 4455 \text{ руб.}$$

5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данной статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки [1, с. 39]:

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

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

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

Основная заработная плата руководителя и бакалавра рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (5.10)$$

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

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

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

Месячный должностной оклад работника [1, с. 40]:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p, \quad (5.11)$$

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,2;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (5.12)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (10,4);

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн (таблица 5.14).

Таблица 5.14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

Результаты расчетов занесены в таблицу 5.15.

Таблица 5.15 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _{тс} , руб	к _{пр}	к _д	к _р	З _м , руб	З _{дн} , руб	Т _р , дн.	З _{осн} , руб
Руководитель проекта	54000	0,3	0,2	1,3	105300	5503	13,5	74290,5
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1732,5	68,5	118676,3
Итого:								192966,8

5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 13% от заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (5.13)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

Результаты расчета занесены в таблицу 5.16.

Таблица 5.16 – Дополнительная заработная плата

Исполнители	З _{осн} , руб.	к _{доп}	З _{доп} , руб.
Руководитель проекта	74290,5	0,15	11143,6
Инженер	118676,3	0,15	17801,4
Итого:			28945

5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражены обязательные отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений определяется по формуле [1, с. 42]:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (5.14)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды (на 2022 г. В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%).

Результаты расчетов занесены в таблицу 5.17.

Таблица 5.17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	З _{осн} , руб.	З _{доп} , руб.	З _{общ} , руб.	к _{внеб} , руб.	З _{внеб} , руб.
Руководитель проекта	74290,5	11143,6	85434,1	0,3	36773,8
Инженер	118676,3	17801,4	136477,7	0,3	46283,7
Итого:	192966,8	28945	221911,8	-	83057,5

5.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, определяются по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма всех статей расходов}) \cdot k_{нр}, \quad (5.15)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент накладных расходов, принят за 0,2 (20%).

Таблица 5.18 – Группировка затрат по статьям

Статьи затрат					
1	2	3	4	5	6
Материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Социальные нужды	Итого без накл.
2818	4455	192966,8	28945	83057,5	312242,3

$$З_{накл} = 312242,3 \cdot 0,2 = 62448,5 \text{ руб.}$$

5.3.6 Формирование бюджета затрат НТИ

Общий бюджет затрат НТИ представлен в таблице 5.19. В таблице также представлены затраты двух конкурирующих НТИ.

Таблица 5.19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Текущий проект Сумма, руб.	Исп. 2 Сумма, руб.	Исп. 3 Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	2818	4815	3516
2. Амортизация	4455	3960	9570

Наименование статьи	Текущий проект Сумма, руб.	Исп. 2 Сумма, руб.	Исп. 3 Сумма, руб.
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	192966,8	312205,1	240400,5
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	28945	40586,7	31252,1
5. Отчисления во внебюджетные фонды	83057,5	105837,5	81495,8
6. Накладные расходы	62448,5	93480,9	73246,9
Общий бюджет затрат НИИ	374690,8	560885,2	439481,3

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности НИР путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности НИР получен в результате оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- 1) Расчет рецептур товарного бензина с помощью программной среды Aspen;
- 2) Расчет рецептур товарного бензина с помощью программной среды openBPC.

Интегральный финансовый показатель рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.16)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения НТИ (исп. 3).

Интегральный финансовый показатель разработки равен(5.16):

$$I_{финр}^{тек.разр.} = \frac{374690,8}{560885,2} = 0,67$$

Интегральный финансовый показатель первого аналога равен:

$$I_{финр}^{исп.2} = \frac{560885,2}{560885,2} = 1$$

Интегральный финансовый показатель второго аналога равен:

$$I_{финр}^{исп.3} = \frac{439481,3}{560885,2} = 0,78$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется по формуле [1, с. 56]:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i, \quad (5.17)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки;

n – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка показателя ресурсоэффективности произведена в таблице 5.20.

Таблица 5.20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент	Текущий проект	Исп. 2	Исп. 3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	4	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	4	5
3. Помехоустойчивость	0,05	4	5	5
4. Энергосбережение	0,4	5	4	3

5. Надежность	0,1	4	4	5
6. Материалоемкость	0,05	3	4	5
ИТОГО	1	4,75	4,05	4,2

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 = 4,75$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,05 = 4,05$$

$$I_{p-исп3} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,4 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 = 4,2$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется по формуле:

$$I_{испi} = \frac{I_{p-испi}}{I_{финр}} \quad (5.18)$$

Расчет интегрального показателя эффективности по формуле(5.18):

$$I_{тек.проект} = \frac{4,75}{0,87} = 5,46$$

$$I_{исп2} = \frac{4,05}{1} = 4,05$$

$$I_{исп3} = \frac{4,2}{0,94} = 4,47$$

Расчет сравнительной эффективности произведен по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{финр}} \quad (5.19)$$

Расчеты занесены в таблицу 5.21.

Таблица 5.21 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель	0,67	1	0,78
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,75	4,05	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	5,46	4,1	4,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,75	0,77

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Этим вариантом является вариант 1 (текущий проект).

Выводы по разделу

В результате выполнения задач раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для научного руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 102 дня; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта рассчитан проектный бюджет, который составляет 374690,8 руб;

4. Оценивая рассчитанные показатели, можно сделать выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,67, что является показателем того, что НИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,75, по сравнению с 4,05 и 4,2;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,46, по сравнению с 4,1 и 4,2, и является наиболее высоким, это, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

6 Социальная ответственность

Введение

Данный раздел выпускной квалификационной работы посвящен исследованию оптимальных условий труда инженера – оператора установки компаундирования. В качестве объекта исследования выступает автоматическая станция компаундирования бензинов (АСКБ), которая располагается в производственном помещении площадью 600 м². Оборудование рабочей зоны состоит из установки компаундирования бензинов и пульта управления установкой. Пульт управления является рабочим местом инженера – оператора, включает в себя кресло оператора и щитовые пульты устройства, здесь сотрудник осуществляет контроль параметров установки, управляет режимами работы, кроме того оператор осуществляет плановый обход и осмотр установки на герметичность. Пульт управления находится в отдельном помещении внутри производственной зоны, с отдельной системой вентиляции и кондиционирования и с искусственным освещением.

Выпускная квалификационная работа заключалась в разработке рецептур смешения автомобильных бензинов. Область применения – нефтеперерабатывающая промышленность.

АСКБ является частью нефтеперерабатывающего производства. Такой вид экономической деятельности представляет потенциальную опасность профессиональных отравлений и заболеваний работающих, а так же производство является взрыво- и пожароопасным.

Гарантии выполнения права работников на охрану труда, а также порядок регулирования отношений в области охраны труда между работниками и их работодателями, в организациях и учреждениях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности обеспечиваются рядом нормативно-правовых и законодательных актов, включая Конституцию РФ [20], Кодекс об административных нарушениях [21], Уголовный Кодекс [22], а также Трудовой кодекс [23].

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации

В соответствии с [20] каждый человек имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, и право на охрану здоровья. В трудовом кодексе РФ [23] содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая нормирование и оплату труда, выходных, отпуска и др.

Согласно Федеральному закону [24] работа оператора технологической установки на нефтеперерабатывающем предприятии относится к вредным – 3 класс 2 степени. Для работников, условия труда которых отнесены к вредным:

- устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени – не более 36 часов в неделю [23, ст.92];
- предоставляется ежегодный оплачиваемый отпуск [23, ст.117];
- повышается заработная плата минимум на 4% тарифной ставки, установленной для работ с нормальными условиями труда [23, ст.147];
- работники обеспечиваются средствами индивидуальной защиты, а также рабочее место оснащается средствами коллективной защиты [23, ст.221];
- работодатель проводит предварительные и периодические медицинские осмотры [23, ст.213].

Основным рабочим местом инженера-оператора установки компаундирования является блочный пункт управления, расположенный в производственном помещении, где располагается установка компаундирования, в изолированной кабине с собственным отдельным воздухообменом. Рабочее место представляет из себя совокупность:

- щитовых и пультовых устройств;
- кресла оператора установки;
- средств громкоговорящей связи;
- документации для управления установкой;
- средств автоматизации и аварийной сигнализации.

Со щита управления осуществляется управление установкой смешения бензина во всех режимах работы, включая аварийные. Согласно [25] основные требования к помещениям управления:

- расстояние между стеной и элементами оборудования системы управления должны быть от 1,3 до 1,5 м.;
- расстояние между рабочим местом оператора и щитом должно быть в пределах 2-6 м;
- высота помещения управления не должна быть меньше 3.6 м.;
- в помещении управления, расположенном на территории технологической установки, полы должны быть подняты на 0,5 м., а дно кабельных каналов на 0,15 м.;
- помещение управления должно иметь постоянную приточную вентиляцию с кратностью обмена не менее 5.

Рабочее место оператора должно быть организовано согласно требованиям [26,27]:

- конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операции в зоне досягаемости моторного поля [Приложение С];
- конструкцией производственного оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием [Приложение С];
- конструкция кресла оператора должна соответствовать ГОСТ 21889-76 [28];
- органы управления размещены согласно ГОСТ 22269-76 [29];
- средства отображения информации размещены согласно ГОСТ 22269-76 [29].

6.2 Производственная безопасность при эксплуатации

Произведен анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникать при эксплуатации установки компаундирования бензина. В таблице 6.1 указан перечень опасных и вредных факторов характерных для

проектируемой производственной среды по ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [30].

Таблица 6.1 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте оператора установки компаундирования

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Эксплуатация	Нормативные документы
1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды	+	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
2. Недостаток искусственного освещения	+	СанПиН 1.2.3685-21
3. Повышенный уровень шума	+	СанПиН 1.2.3685-21
4. Опасные и вредные факторы химической природы действия	+	СанПиН 1.2.3685-21
5. Монотонность труда	+	СанПиН 1.2.3685-21
6. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током	+	СанПиН 1.2.3685-21 ГОСТ 12.1.038-82
7. Повышенное образование электростатических зарядов	+	ГОСТ 31613-2012 «Электростатическая искробезопасность. Общие технические требования и методы испытания»
8. Движущиеся машины и механизмы	+	СанПиН 1.2.3685-21
9. Производственные факторы физической природы действия, обусловленные свойствами	+	ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»

1) Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды

Микроклимат определяется действующими на организм человека показателями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Длительное воздействие на человека неблагоприятных показателей микроклимата ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям, поэтому в организации должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, установленные СанПин [31]. Согласно

[31] работа оператора технологической установки относится ко Па категории. Оптимальные показатели микроклимата для Па категории работ представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях [12]

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	17,0-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1-0,3
Теплый	18,0-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1-0,4

Параметры достигаются с помощью системы кондиционирования.

2) Недостаток искусственного освещения

Источник возникновения: невозможность организации естественного освещения, из-за особенности расположения операторной.

Плохое освещение негативно воздействует на зрение, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, приводит к повышенной утомляемости, а также является причиной головной боли. Условия труда классифицируются в зависимости от параметров световой среды.

Характеристика зрительной работы оператора: минимальный размер объекта различения – 0,5 мм; работа выполняется непрерывно, расстояние объекта от глаз рабочего – 0,5 м; контраст с фоном – средний. Таким условия соответствует характеристика зрительной работы – высокая точность разряд работы – Б; подразряд – 1 [31]. Требования к освещению представлены в таблице 6.3. Для обеспечения требуемого уровня освещенности в помещении применяются светильники с люминесцентными лампами.

Таблица 6.3 – Требования к освещению рабочего места оператора

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение			
						освещенность, лк		UGR, не более	КП, %, не более
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения		
Выс. точн.	св. 0,3 до 1,0	III	б	малый	средн.	1000	300	25	15

3) Повышенный уровень шума

Источник возникновения – насосы на установке компаундирования. Шум может быть фактором стресса, приводить к повышению систолического кровяного давления. Максимально допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБА [31]. Шум от насосов кратковременно может превышать 80 дБА при пуске, поэтому в операторской произведена шумоизоляция, чтобы уровень шума не превышал нормативный. При плановом обходе оператор использует индивидуальное средство защиты – наушники.

4) Опасные и вредные факторы химической природы действия

Источник фактора – нарушение герметичности трубопровода и сосудов, а так же поступление воздуха из других частей нефтеперерабатывающего производства. Пары химических веществ могут иметь наркотический эффект (бензол, изопентан, бензин), оказывать раздражающее действие (бензол, МТБЭ, толуол), вызывать поражение нервной системы (МТБЭ, толуол). Длительное воздействие паров химических веществ вызывает развитие таких болезней, как пневмокониозы, пылевой бронхит, бронхиальная астма. Класс опасности [32] и допустимое ПДК [11] в воздухе рабочей зоны наиболее опасных веществ применяемых при компаундировании приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Характеристика применяемых химических веществ

Наименование		Бензол	МТБЭ	Изопента н	Толуол	Бензин
Класс опасности		2	4	4	3	4
Агрегатное состояние		жидкост ь	жидкост ь	газ	жидкост ь	жидкость
Т, °С	кипения	80	55,2	9,5	110,6	33-205
	плавления	5,5	-108,6	-159,9	-95	-
	самовоспламенения	562	-28	-	320	257
ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений, мг/м ³		15	100	300	50	100

Для исключения возможности отравлений или удушья персонала необходимо обеспечивать исправное состояние и бесперебойную работу контрольно-измерительных приборов, систем автоматизации, сигнализации для контроля ПДК опасных и вредных веществ; системы производственной вентиляции. Кроме того, каждый работник использует средства индивидуальной защиты, такие как костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с водоотталкивающей пропиткой. Для защиты органов дыхания применяются следующие средства: противогазы марки «РА-90 Plus» для аварийных ситуаций; шланговые противогазы ПШ-1, ПШ-2; фильтрующие противогазы с коробкой.

5) Монотонность труда

Относится к нервно-психическим перегрузкам. Источником является повторение однотипных действий в совокупности с умственным и зрительным напряжением. Допустимо до 6 повторяющихся операций [31]. Приводит к состоянию утомления. Для профилактики необходимо обеспечить сотрудникам возможность перерыва. Для комфортного отдыха будет использоваться специальная комната отдыха в отдельном здании.

б) Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током

Источником являются проводники имеющие разницу потенциалов. В отношении опасности поражения током операторная относится к классу 1 [31] – помещения без повышенной опасности (сухие, беспыльные, с изолирующими полами). Безопасные номинальные значения: напряжение – менее 12 В, ток – менее 0,1 А; заземление менее 4 Ом. Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям в насосной необходимо применить средства коллективной защиты: защитные оболочки, защитные ограждения, изоляцию токоведущих частей, знаки безопасности. А также средства индивидуальной защиты: резиновые перчатки, резиновые сапоги.

7) Повышенное образование электростатических зарядов

Источник – напряженность электростатического поля. Предельно допустимый уровень напряженности электростатического поля за смену – 2 кВ/м [31]. Для предупреждения возникновения искровых разрядов необходимо контролировать влажность в помещении. Оборудование в операторной и сама установка компаундирования должна быть заземлена. В качестве средств индивидуальной защиты применяются антистатическая одежда, антистатические приспособления (кольца и браслеты) [33, 34].

8) Движущиеся машины и механизмы

Источником можно отнести механизмы и подвижные части насосов и трубопроводов. В случае контакта частями тела работника возможно получение травм. Для предупреждения возникновения такой ситуации применяются коллективные средства защиты: оградительные устройства, предохранительные устройства ограничения (применение слабого звена), блокировочные устройства, соединенные с пусковым механизмом, сигнализация информирующая о работе устройства.

9) Производственные факторы физической природы действия, обусловленные свойствами химических веществ воспламеняться, гореть, тлеть, взрываться

Источник – летучие, легковоспламеняющиеся химические вещества (толуол, бензол, н-бутан). Фактор связан с герметичностью оборудования,

воспламенение и горение возможно при возникновении искровых разрядов статического электричества. Средства коллективной безопасности: автоматизированная система пожаротушения, аварийная сигнализация, газоанализаторы.

Кроме вышеперечисленных мер применительно к каждому фактору, весь персонал должен знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа непосредственно на рабочем месте ответственным лицом. Проверка знаний правил техники безопасности проводится квалификационной комиссией или лицом ответственным за рабочее место после обучения на рабочем месте.

6.3 Экологическая безопасность при эксплуатации

В рамках нефтеперерабатывающего завода, станция компаундирования бензинов является объектом средней степени воздействия на окружающую среду. Далее будут описаны существующие угрозы для окружающей среды.

6.3.1 Воздействие на атмосферу

На атмосферу могут оказывать вредное воздействие выбросы из систем вентиляции, а так же из резервуаров-хранилищ при разгерметизации. Но на установках осуществляется постоянный контроль по содержанию в выбросах легких углеводородов, а также толуола, бензола, ксилола.

6.3.2 Воздействие на гидросферу

При возникновении аварийной ситуации может произойти разлив компонентов для производства бензина, так и самого товарного продукта. Нефтепродукты могут попасть в сточные воды, в таком случае необходимо провести их анализ на содержание вредных примесей, так как согласно [35] эксплуатирующая организация должна осуществлять мероприятия по предупреждению разливов нефти и нефтепродуктов.

Если разлив все же произошел, то он засыпается песком, который потом вывозится на полигон. Не допускается проведение любых огневых работ, запрещена эксплуатация насосного оборудования в местах разлива.

Загрязненные дренажные воды с установки компаундирования спускаются в промышленную канализацию, норма содержания загрязнений в стоках – 1500 мг/л.

6.3.3 Воздействие на литосферу

В результате работы установки компаундирования в трубопроводах скапливается твердый налет. В результате очистки накапливается шлам, который отрицательно влияет на литосферу. Такие отходы вывозятся автотранспортом на специальные полигоны и подлежат захоронению. Кроме того, есть и другие виды твердых отходов, они приведены в таблице 6.5, как и способы их утилизации [36].

Таблица 6.5 – Виды отходов и способы утилизации

Наименование отходов	Способ хранения	Способ утилизации
Лампы люминесцентные	В зарытой таре отдельно	Демеркуризация и захоронение
Спецодежда из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, загрязненная нефтепродуктами (не более 15%)	В закрытой таре в смеси	По мере накопления вывозятся на полигон твердых бытовых отходов
Бытовой мусор	В закрытой таре в смеси	Накопление в металлических контейнерах и последующий вывоз на полигон твердых бытовых отходов

6.3.4 Воздействие на селитебную зону

Возможно химическое загрязнение территории жилой застройки в случае разлива нефтепродуктов при разгерметизации оборудования. Для предотвращения такой ситуации нефтеперерабатывающие производства размещаются вне населенных пунктов.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации

Для обеспечения безопасной эксплуатации установки компаундирования бензинов предусмотрена рациональная технологическая схема с комплексной автоматизацией, которая позволяет обеспечить непрерывный процесс

производства и стабильную работу оборудования. Кроме того предусмотрено аварийное отключение электрооборудования со щита операторной.

При эксплуатации установки возможно возникновение пожара. Наиболее вероятен пожар категории В [37], подкатегории В1 [38] – горение жидких веществ, нерастворимых в воде. Источниками пожара могут быть электрические схемы на щите управления установкой, короткое замыкание в электрических двигателях насосов. В случае появления искр или перегрева элементов электрических схем при разгерметизации оборудования возможно развитие чрезвычайной ситуации. Для устранения возможности пожара, выделяют следующие мероприятия [37]:

- проведение инструктажей по пожарной безопасности;
- использование исправного оборудования и регулярная его проверка;
- курение сотрудников в строго отведенном месте на производстве.

Необходимо наличие средств первичного пожаротушения для возможности потушить пожар в зачатке: огнетушители, ящики с песком, асбестовое полотно. Огнетушители должны быть исправны и окрашены в красный цвет. В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания и направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других чрезвычайных ситуаций.

Мероприятия, проводимые во время других чрезвычайных ситуаций (землетрясения, ураган, удар молнии, военный конфликт и др.), представляют собой проведение спасательных работ и неотложных аварийно-восстановительных работ в очаге поражения [39]. Данные мероприятия должны проводиться на основании положения комплекса государственных стандартов по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации и определены в системе стандартов безопасности труда [40]. При возникновении таких аварийных ситуаций технологический персонал должен немедленно сообщить об аварии диспетчеру, начальнику установки и принять соответствующие меры по ликвидации аварии, руководствуясь планом локализации аварийных ситуаций.

Выводы по разделу

В разделе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, нормы трудового законодательства, а также требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя, при эксплуатации установки компаундирования бензинов.

Произведен анализ вредных и опасных факторов, значения регламентируемых показателей соответствуют нормативным. В случае не соответствия показателей предусмотрены коллективные и индивидуальные средства защиты.

Производственное помещение имеет категорию – помещение без повышенной опасности [41, 42] с точки зрения электрической безопасности

Работа оператора технологической установки на нефтеперерабатывающем предприятии относится к категории Ib по уровню энергозатрат организма [31]. Оператор должен иметь III квалификационную группу по электробезопасности до 1000 В [42]. В соответствии с [37] установка компаундирования относится к категории А – повышенная пожароопасность. Установка оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду и относится к категории I по [43].

Проанализирован характер воздействия АССБ на окружающую среду и персонал.

Проанализировано возникновение возможных чрезвычайных ситуаций при эксплуатации установки и определены мероприятия по предотвращению.

Список использованных источников

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: 03.04.2022 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: 03.04.2022 г.
9. Производство нефтепродуктов в мире [Электронный ресурс]. – Enerdata. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/183_06-10-2021.html, свободный. – Дата обращения: 05.04.2022 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. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020).

21. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 16.04.2022, с изм. от 17.05.2022) (с изм. и доп., вступ. и силу с 27.02.2022).
22. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 25.03.2022).
23. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 97-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп. вступ. в силу с 01.03.2022).
24. Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. «О специальной оценке условий труда».
25. Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств. ПБЭ НП-2001.
26. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное Общие эргономические требования.
27. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
28. ГОСТ 21889-76 Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.
29. ГОСТ 22269-76 Система «Человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
30. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
31. СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
32. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
33. ГОСТ 12.4.124-83 ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.

34. ГОСТ 31613-2012 Электростатическая искробезопасность. Общие технические требования и методы испытания.
35. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 26.02.2022) «Об охране окружающей среды».
36. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020, с изменениями и дополнениями, вступ. в силу с 14.06.2020) «Об отходах производства и потребления».
37. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями на 30 апреля 2021 года)
38. ГОСТ 27331-87 Пожарная техника. Классификация пожаров
39. ГОСТ Р 22.0.01-2016 Безопасность в ЧС. Основные положения.
40. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (с изменениями и дополнениями).
41. Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».
42. Правила устройства электроустановок. Издание 7.
43. Постановление от 31 декабря 2020 года № 2998 «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)».

Приложение А

Таблица А.1 – Требования к характеристикам автомобильных бензинов согласно [14]

Характеристика	Единица измерения	Нормы в отношении экологического класса			
		К2	К3	К4	К5
Массовая доля серы, не более	мг/кг	500	150	50	10
Объемная доля бензола, не более	%	5	1	1	1
Массовая доля кислорода, не более	%	не определяется	2,7	2,7	2,7
Объемная доля углеводородов, не более:	%				
ароматических		не определяется	42	35	35
олефиновых		не определяется	18	18	18
Октановое число:	пункты				
ОЧИ, не менее		80	80	80	80
ОЧМ, не менее		76	76	76	76
ДНП:	кПа				
в летный период		35-80	35-80	35-80	35-80
в зимний период		35-100	35-100	35-100	35-100
Концентрация железа, не более	мг/дм ³	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Концентрация марганца, не более	мг/дм ³	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Концентрация свинца*, не более	мг/дм ³	5	5	5	5
Объемная доля монометиланилина, не более	%	1,3	1,0	1,0	отсутствие
Объемная доля оксигенатов, не более	%				
метанола**		не определяется	1	1	1
этанола		не определяется	5	5	5
изопропанола		не определяется	10	10	10
третбутанола		не определяется	7	7	7
изобутанола		не определяется	10	10	10
эфиров, содержащих 5 или более атомов углерода в молекуле		не определяется	15	15	15
других оксигенатов (с температурой конца кипения не выше 210 °С)		не определяется	10	10	10
* – для Российской Федерации для экологических классов К2, К3, К4 и К5 отсутствие.					
** – для Российской Федерации для экологических классов К3, К4 и К5 отсутствие.					

Таблица А.2 – Требования к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам бензинов согласно [15]

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			

– К3, К4 – К5	1,0 Отсутствие
Примечания: 1. Норма по показателю 2 для бензинов всех экологических классов на территории Российской Федерации устанавливается «Отсутствие». 2. Норма по показателю 9 для метанола для бензинов экологических классов К3, К4, К5 на территории Российской Федерации устанавливается «Отсутствие». 3. Показатели 7-9 для бензинов экологического класса К2 не определяют. 4. Применение ароматических аминов (монометиланилинов) на территории Республики Беларусь запрещено. 5. За отсутствие принимают: – концентрацию свинца менее 2,5 мг/дм ³ – отсутствие свинца; – концентрацию железа менее 0,01 г/дм ³ – отсутствие железа; – концентрацию марганца менее 0,25 мг/дм ³ – отсутствие марганца; – концентрацию метанола менее 0,17 % об. – отсутствие метанола.	

Таблица А.3 – Требования к испаряемости бензинов согласно [15]

Наименование показателя	Значение для группы*					
	А	В	С и С1	Д и D1	Е и E1	F и F1
1. Давление насыщенных паров бензина (ДНП), кПа:						
– в летний период;	35-80					
– в зимний и межсезонный период	35-100					
2. Фракционный состав: объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре:						
– 70 °С (И70),	15-48	15-50				
– 100 °С (И100),	40-70					
– 150 °С (И150), не менее;	75					
– конец кипения, °С, не выше;	215,0					
– объемная доля остатка в колбе, %, не более	2,0					
3. Максимальный индекс паровой пробки	–	–	Для С1, D1, E1, F1 – 1350			
* Группы бензинов: летние – А, В; зимние – С, D, Е и F; межсезонные – С1, D1, E1, F1.						

Приложение С

Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

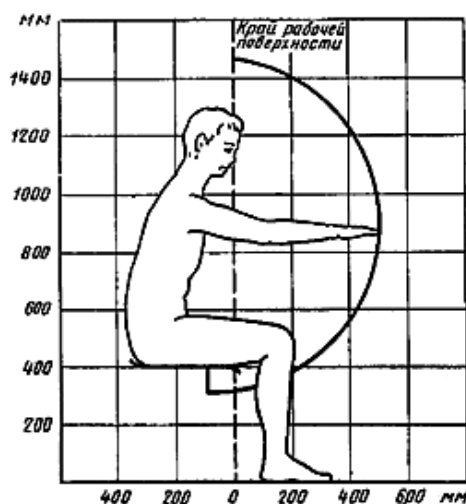


Рисунок С.1 – Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

Зона досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости при высоте рабочей поверхности над полом 725 мм

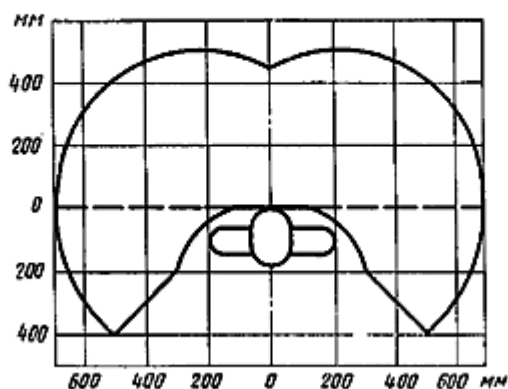


Рисунок С.2 – Зона досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости

Номограмма зависимости высоты рабочей поверхности для разных видов работ (1-4), пространства для ног (5) и высоты рабочего сиденья (6) от роста человека

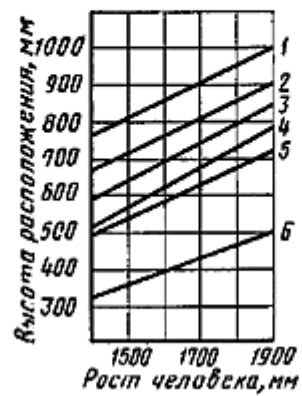


Рисунок С.3 – Номограмма высота рабочей поверхности