

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

Институт Электронного обучения

Специальность 240403 Химическая технология природных энергоносителей и
углеродных материалов

Кафедра Химической технологии топлива и химической кибернетики

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Оценка и повышение качества товарных бензинов

УДК 665.73:543

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5201	Стебловский Д.С.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чернякова Е.С.	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич О.А.	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юрьев Е.М.	к. т. н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 96 с., 22 рис., 38 табл., 49 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: БЕНЗИН, УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ, ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ГАЗОВЫЙ ХРОМАТОГРАФ, ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО.

Объектом исследования является восемнадцать проб товарных бензинов АИ-92, АИ-95 и АИ-98 с заправок города Томска.

Целью работы является исследование углеводородного состава и физико-химических характеристик товарных бензинов, а также повышение их качества методом математического моделирования.

В процессе исследования проводились: сравнительная характеристика товарных бензинов АИ-92, АИ-95 и АИ-98, определение углеводородного состава, октанового числа, ДНП (давление насыщенных паров), молекулярной массы и относительной плотности методом газовой хроматографии; определение характеристик детонационной стойкости с использованием октанометра; повышение качества товарных бензинов методом математического моделирования.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики представлены в третьем разделе.

Область применения результатов проведенных исследований являются предприятия нефтеперерабатывающей отрасли промышленности, потребитель.

Экономическая значимость работы определена в результате анализа показателей эффективности инвестиций, рассчитана чистая текущая стоимость исследования, которая позволяет признать проект экономически оправданным.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1. Основные теоретические положения	7
1.1 Компоненты товарного бензина	7
1.2 Способы получения товарных бензинов. Компаундирование	13
1.3 Основные характеристики товарных бензинов	16
2. Объект и методы исследования	17
2.1 Объект исследования	17
2.2 Методы исследования образцов товарного бензина	17
2.2.1 Метод газовой хроматографии	17
2.2.2 Обработка результатов хроматографического анализа программой расчёта «Хроматэк GASOLINE	21
2.2.3 Оперативный метод определения октановых чисел	27
2.2.4 Метод математического моделирования	28
3. Экспериментальная часть	36
3.1 Определение углеводородного состава бензинов	36
3.2 Эксплуатационные показатели автомобильного бензина	38
3.3 Сравнительная характеристика показателей фракционного состава товарных бензинов	41
3.4 Повышение ресурсоэффективности производства товарных бензинов	45
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	47
5. Социальная ответственность	65
Заключение	89
Список использованных источников	91
Приложение А	95

ВВЕДЕНИЕ

Ассортимент и качество применяемых бензинов определяются структурой автомобильного парка страны, техническими возможностями отечественной нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, а также экологическими требованиями, которые в последнее время стали определяющими.

Особенно сильное загрязнение воздушного бассейна отработавшими газами наблюдается в крупных городах с большим числом эксплуатируемых автомобилей.

Несмотря на различия в условиях применения автомобильные бензины характеризуются в основном общими показателями качества, определяющими их физико-химические и эксплуатационные свойства. Современные автомобильные бензины должны удовлетворять ряду требований, обеспечивающих экономичную и надежную работу двигателя, и требованиям эксплуатации: иметь хорошую испаряемость, позволяющую получить однородную топливовоздушную смесь оптимального состава при любых температурах; иметь групповой углеводородный состав, обеспечивающий устойчивый, бездетонационный процесс сгорания на всех режимах работы двигателя; не изменять своего состава и свойств при длительном хранении и не оказывать вредного влияния на детали топливной системы, резервуары, резинотехнические изделия и др. [26].

В дипломной работе изложены общие сведения о технологии производства товарных бензинов, их физико-химических свойствах, методах оценки их качества, а также повышение их качества методом математического моделирования.

1 ОСНОВНЫЕ ТЕОРИТЕЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Компоненты товарного бензина

Автомобильные бензины получают путем переработки нефти, газового конденсата, природного газа, угля, торфа и горючих сланцев, а также синтезом из окиси углерода и водорода.

Основным сырьем для производства автомобильных бензинов является нефть. В России все товарные бензины получают из нефти и газоконденсатов. На газоперерабатывающих заводах путем выделения из газов жидких углеводородов получают газовый бензин. Газовые бензины обладают хорошими пусковыми свойствами и при добавлении в небольших количествах в товарные бензины способны улучшать их эксплуатационные свойства.

Современные авто-бензины готовят смешением компонентов, получаемых путем прямой перегонки, каталитического риформинга и каталитического крекинга, изомеризации, алкилирования, полимеризации и других процессов переработки нефти и газа [24].

Качество компонентов, используемых для приготовления тех или иных марок товарных автомобильных бензинов, существенно различается и зависит от технологических возможностей предприятия. Товарные бензины одной и той же марки, но выработанные на различных нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), имеют неодинаковый компонентный и фракционный составы, что связано с различием технологических процессов и перерабатываемого на них сырья на каждом конкретном нефтеперерабатывающем предприятии. Даже бензины одной марки, выработанные конкретным заводом в разное время, могут отличаться по компонентному составу в связи с проведением регламентных работ на отдельных технологических установках, изменением состава сырья и программы завода по выпуску продукции.

Однако во всех случаях должна соблюдаться технология получения товарных бензинов на любом предприятии, что является обязательным требованием стандартов и технических условий на автомобильные бензины.

Основными технологическими процессами производства бензинов является каталитический риформинг и каталитический крекинг. Несмотря на ограничения по содержанию ароматических углеводородов, процесс каталитического риформинга по-прежнему остается определяющим процессом производства бензинов, так как он является основным источником высокооктановых компонентов, а также водорода для установок гидроочистки [1].

Вследствие ужесточения норм на содержание серы в моторных топливах необходимо увеличение мощностей гидрообессеривания, что требует дополнительного водорода.

Снижение доли и роли бензина риформинга в производстве экологически чистых реформулированных бензинов обусловлено не только ограничением содержания ароматических углеводородов, но и неудовлетворительным распределением октановых характеристик по фракциям катализатора, в особенности до 100 °С.

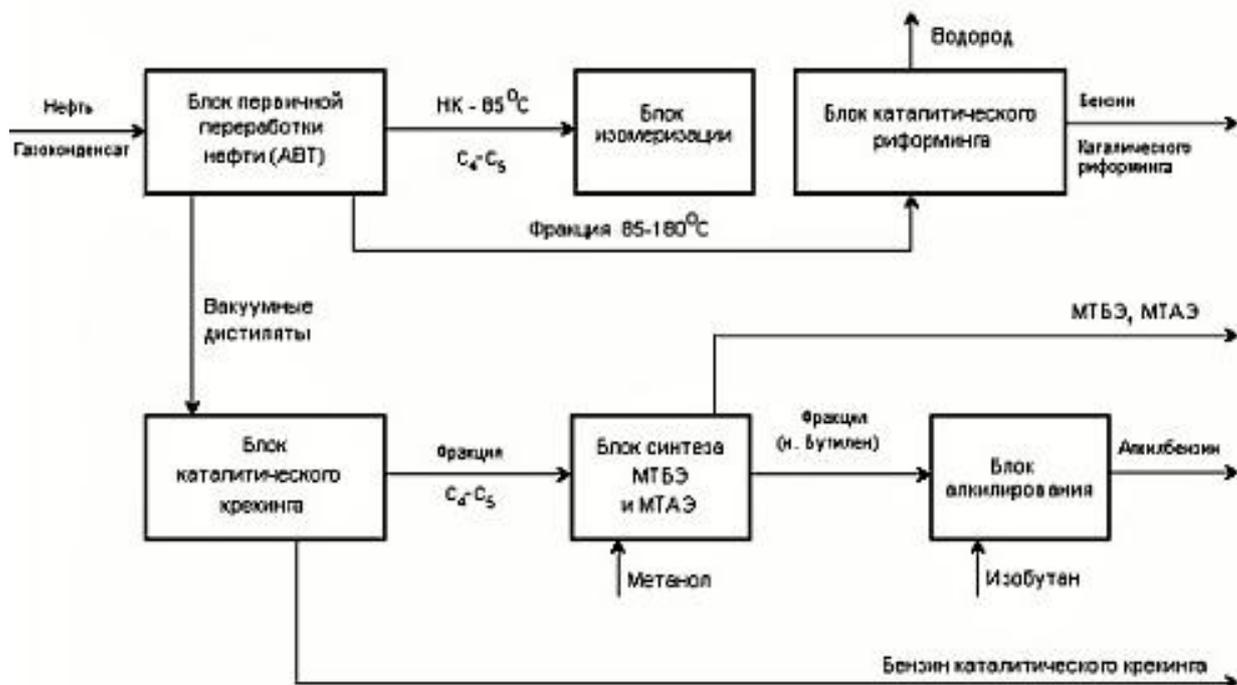


Рисунок 1 – Схема переработки нефти для получения товарных бензинов [24]

В связи с этим процесс бензинового риформинга целесообразно и необходимо сочетать с процессами удаления бензола и изомеризации бензина

C5 при температуре начала кипения 100 °С. В последние годы на нефтеперерабатывающих заводах активно внедряется технология каталитического крекинга в псевдосжиженном слое микросферического катализатора.

Таким образом, уже в настоящее время объем вырабатываемого в мире бензина каталитического крекинга практически сравнялся с суммарным объемом выработки бензинов риформинга и изомеризации. В ближайшем будущем бензин каталитического крекинга в сочетании с компонентами сопряженных с ним процессов (алкилирование, получение оксигенатов, полимербензинов и др.) будет лидировать в производстве авто-бензинов на НПЗ в сравнении с процессами риформинга, требующими дополнительных ресурсов прямогонных бензинов и соответственно, нефти.

На отечественных НПЗ эксплуатируются установки каталитического крекинга с лифт-реактором с предварительной гидроочисткой исходного сырья вакуумного газойля мощностью 2 млн т/год по сырью. Эти установки обеспечивают выход бензина более 50 % на сырье, который имеет октановое число по моторному методу (МОЧ) 80-82 ед. и по исследовательскому методу (ИОЧ) 90-93 ед. [5].

Улучшение октановых характеристик достигают выбором катализатора и ужесточением режима работы установок. Это сопровождается так же приростом выхода низкокипящих олефинов C3-C4, что благоприятно для увеличения ресурсов сырья алкилирования и получения высокооктановых оксигенатов: метилтретбутилового эфира (МТБЭ), метилтретамилового эфира (МТАЭ), ди-изопропилового эфира (ДИПЭ) и др. Однако, когда при жестких режимах крекируют тяжелое сырье, это приводит к образованию диеновых углеводородов во фракциях C4-C5. Диены отрицательно влияют на процесс алкилирования: увеличивается расход кислоты, снижается выход и качество алкилата. Меры по ужесточению режима крекирования, подбору сырья и катализатора позволяют улучшить (на 2-4 ед.) октановую характеристику по исследовательскому методу. Однако при этом, в связи с ростом содержания

олефинов в бензине, увеличивается его чувствительность, то есть разность между октановыми числами по исследовательскому и моторному методам.

Широкое применение находят системы комплекса каталитического крекинга предварительно гидроочищенного вакуумного газойля в блоке с производством МТБЭ и алкилированием. Это решает проблему углубления переработки сырья по бензиновому варианту, частично – проблему снижения содержания сернистых соединений в бензине, увеличения производства высокооктановых компонентов бензина и собственного производства кислородсодержащей высокооктановой добавки. Однако состав непосредственно бензина каталитического крекинга C5 при температуре начала кипения 180 °С остается неудовлетворительным по содержанию олефиновых углеводородов, содержанию остаточной серы, разнице между ИОЧ и МОЧ, также по химической стабильности компонента.

Поэтому целесообразно использовать в этих комплексах каталитического крекинга следующие технологические решения: изоамилены, третичные гексены и гептены бензина каталитического крекинга превращать в высокооктановые эфиры метанола, что повышает октановое число топлива.

Если этерифицировать низкокипящий бензин каталитического крекинга, а не только фракцию C5, выработка эфиров возрастает на 40-50 %.

На установках каталитического крекинга разделением бензина в процессе каталитической дистилляции можно получить бензин фракции C5 при температуре начала кипения 100 °С, пригодный для этерификации. Сырье этерификации нуждается в очистке от диенов и сернистых соединений. Содержание диолефинов снижают до 0,1-0,05 % путем селективного гидрирования в реакторе-колонне.

В результате этерификации фракции C5 при температуре начала кипения 100 °С каталитического крекинга ее октановый индекс повышается на 2-3 ед. и значительно, на 25 %, уменьшается содержание в ней олефинов.

Важное значение для увеличения ресурсов реформулированных товарных бензинов приобретает пропилен каталитического крекинга.

Вырабатываемый в увеличенном объеме при жестких режимах на новых катализаторах пропилен каталитического крекинга на заводах, не производящих полипропилен, наиболее целесообразно использовать для организации производства ди-изопропилового эфира (ДИПЭ).

ДИПЭ обладает свойствами конкурентными с МТБЭ, МТАЭ: содержит 15,7 % кислорода (МТБЭ – 18,2 %, МТАЭ – 15,7 %), обладает высоким октановым числом 98 ед. по моторному методу и 112 ед. по исследовательскому, октановый индекс – 105 ед. (МТБЭ – 108 ед., МТАЭ – 104 ед.), имеет теплоту сгорания 9400 ккал/кг, температуру кипения 68 °С, давление насыщенных паров по Рейду – 30 кПа (МТБЭ – 60 кПа). Склонность ДИПЭ к образованию гидроперекисей является его недостатком [24].

В целом, технический прогресс в технологии каталитического крекинга позволяет существенно увеличить выход легких олефинов С3-С7 и вырабатывать меньше высококипящих фракций бензина, обогащенных ароматическими углеводородами.

При эффективном использовании этих возможностей суммарный эффект облагораживания бензинов каталитического крекинга (включая ДИПЭ + МТБЭ + алкилат + этерификат С5-С7) – значительно возрастает.

В настоящее время алкилат становится важнейшим компонентом реформулированных экологически чистых бензинов.

Алкилат – идеальный компонент бензина, поскольку имеет высокие октановые числа по исследовательскому и моторному методам, низкое давление насыщенных паров, не содержит ароматических соединений олефинов и серы.

Алкилирование – это не только процесс повышения октановых характеристик бензина при снижении в нем ароматических углеводородов, но и процесс снижения его испаряемости [4].

Высокое давление насыщенных паров фракций С4-С5 исключает возможность увеличения их использования в товарном бензине, поэтому процесс аликилирования, позволяющий снижать давление насыщенных паров и одновременно увеличивать значение октанового числа продукта по моторному

методу, имеет исключительно важное значение для производства современных авто-бензинов [7].

Получение товарного бензина с высоким моторным октановым числом путем замены бензола и других ароматических углеводородов в бензине на алкилат и эфиры (МТБЭ, МТАЭ) позволяет в более мягких условиях осуществлять процесс каталитического риформинга. При снижении жесткости процесса каталитического риформинга увеличивается срок службы катализатора и период работы установки между его регенерациями, повышается выход катализата с пониженным содержанием ароматических углеводородов, улучшается качество получаемого водорода для установок гидроочистки.

Лучшим сырьем (особенно сернокислотного алкилирования) являются бутилены нормального ряда, не содержащие в своем составе изобутилена. В связи с этим фракцию С4 каталитического крекинга для избирательного извлечения изобутилена предварительно этерифицируют метанолом, а рафинат направляют на алкилирование, обеспечивая двойной эффект: получение МТБЭ и алкилата в едином технологическом потоке.

Наряду с использованием диалкиловых эфиров С5 и выше в состав товарных авто-бензинов допускается в Европе вовлекать до 3 % метанола, до 5 % этанола (в США до 10 %), до 7 % третбутилового спирта и до 10 % изопропилового или изобутилового спирта. При этом массовая доля кислорода не должна превышать 2,7 % [24].

При введении в бензины метанола обязательно добавление стабилизирующих агентов. В случае введения этанола стабилизирующие агенты могут также добавляться. В бензин следует вводить антикоррозионные присадки, если может возникнуть опасность выделения воды.

На смену широко применяемому МТБЭ, мировое потребление которого в 2001 году превысило 25,7 млн. тонн, приходит денатурированный этанол, так как его получают из возобновляемого сырья (биомасса, древесина и т. д.), и он не оказывает вредного влияния на источники водоснабжения, что является причиной запрещения применения МТБЭ в США (штат Калифорния).

В то же время, по оценке сторонников МТБЭ, эффект от его вклада в решение экологической проблемы значительно превосходит риск, связанный с его применением [6].

Вовлечение в состав авто-бензинов этанола до 10 % позволяет уменьшить на то же количество содержание ароматических углеводородов без снижения детонационной стойкости товарного бензина.

Недостатками спиртовых добавок являются низкая гидролитическая устойчивость, низкие противоизносные и антикоррозионные свойства. Спирты проникают в материал шлангов и уплотнений топливной системы автомобиля и АЗС, что выводит их из строя, нарушая герметичность. При использовании спиртов в 2-3 раза возрастает содержание альдегидов в составе отработавших газов.

Однако, как показывает зарубежный опыт, использование спиртовых компонентов в авто-бензинах является перспективным не только в плане сохранения нефтяных ресурсов, но и улучшения экологических свойств моторных топлив. Количество вводимых спиртов позволяет снизить на ту же величину концентрацию нежелательных ароматических углеводородов и содержание оксида углерода в отработавших газах автомобилей.

Ароматические углеводороды (толуол, ксилолы) обладают высокой детонационной стойкостью и применяются как высокооктановые компоненты бензинов, а азотсодержащие производные ароматических углеводородов можно использовать как октаноповышающие добавки [2].

1.2 Способы получения товарных бензинов. Компаундирование

Промышленное производство нефтепродуктов состоит из следующих основных этапов: первичная, вторичная переработка нефти и процессы смешения (компаундирования). Первичная переработка (прямая перегонка) – разделение нефти на отдельные фракции (части) по температурам кипения при

нагревании в специальных ректификационных колоннах. В результате получают бензиновые, керосиновые, дизельные фракции, которые используются для получения соответствующих видов топлив, а также мазут. Вторичная переработка (деструктивные процессы от лат. destructio – нарушение, разрушение структуры) изменяет химический состав и структуру углеводородов. Эти процессы позволяют увеличить выход бензиновых фракций из нефти до 60 %. Смешение прямогонных фракций с компонентами вторичных процессов и присадок является завершающим процессом получения товарных автомобильных бензинов.

Установка компаундирования бензинов предназначена для производства товарных бензинов в условиях малых нефтеперерабатывающих заводов и баз (складов) хранения ГСМ и нефтепродуктов методом компаундирования (смешения) составляющих, а также для перекачки бензинов, светлых нефтепродуктов и других компонентов.

Установка компаундирования бензинов состоит из непосредственно установки (контейнерного типа), силового щита, пультов программаторов объёма.

Установка включает в себя контур насосной станции, имеющий 3 насоса перекачки нефтепродуктов с разной производительностью (каждая из 3-х технологических линий оснащена фильтрами для очистки подаваемых компонентов от механических примесей), струйно-вихревой проточный реактор-смеситель, систему контроля перекачки объёмов нефтепродуктов и компонентов, систему запорной арматуры, систему счёта объёмов по задаваемой программе и систему автоматического отключения при перекачке заданного объёма.

В состав установки входит программно-операторское устройство, которым задаётся программа (объёмы) перекачивания, смешивания объёмов бензинов и компонентов.

Технологический процесс представляет собой смешивание компонентов топлива и введение присадок с последующие гомогенизацией смеси.

Компоненты топлива и присадки насосами Н1-Н4 закачиваются в диспергатор Д1, где происходит тщательное перемешивание смеси. Дозирование производится при помощи счётчиков Т1-Т3. Необходимое количество компонента устанавливается оператором на пульте управления модуля Б2.

Автоматика поддерживает расход каждого компонента или присадки в пропорции к расходу базового компонента с точностью 0,5 % об.

Работа блока может быть запрограммирована либо по необходимому количеству произведённого нефтепродукта, либо по времени работы.

В конце работы оператор может получить отчет о работе блока за необходимый период времени с выводом на печать, в котором отражается: продолжительность работы, количество произведённого нефтепродукта, количество израсходованных компонентов и т. д.

Режим работы блока компаундирования – непрерывный, автоматический.

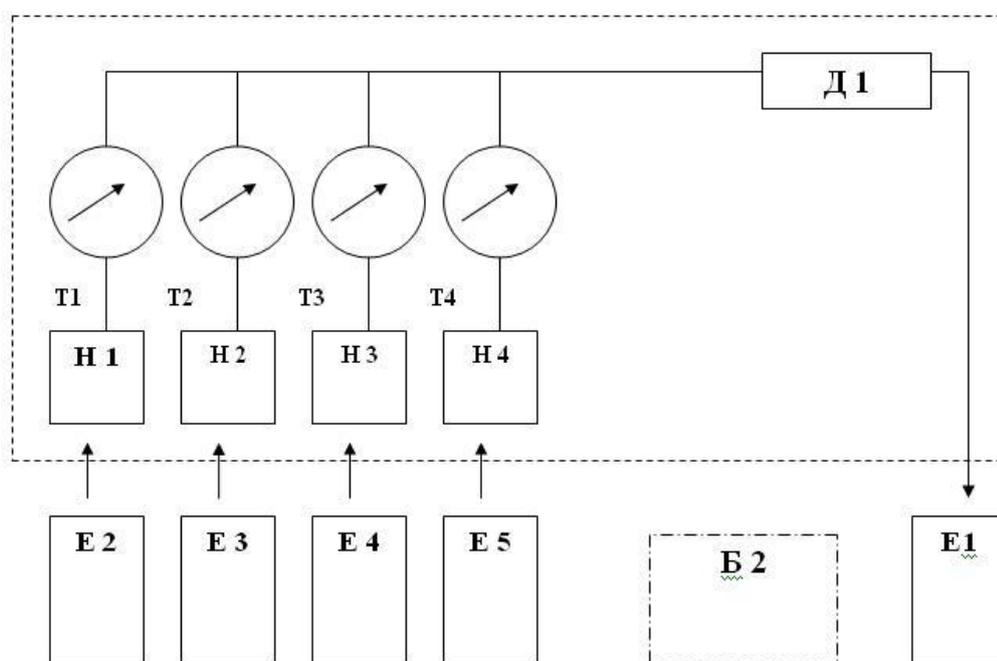


Рисунок 2 – Технологическая схема установки компаундирования бензинов: Н1-Н4 – насосы; Д1 – диспергатор; Т1-Т4 – счётчики расхода; Б2 – модуль управления; Е1-Е5 – емкости с компонентами топлива, присадки

Высокое качество получаемого нефтепродукта достигается при условии, что сырьё, поступающее на переработку, и дозируемые компоненты (присадки) соответствуют требованиям, установленным технологическим регламентом на компаундирование.

1.3 Основные характеристики товарных бензинов

В данном разделе приведены основные нормы и требования, предъявляемые к товарным бензинам. Их определяют по ГОСТу Р 32513-2013 в производственных лабораториях.

Таблица 1 – Основные характеристики бензинов [25]

Показатели	Марка			
	АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98
ОЧМ	76,0	83,0	85,0	88,0
ОЧИ	80,0	92,0	95,0	98,0
Количество свинца, г/дм ³	0,011	0,011	0,011	0,011
Объем испарившегося бензина, в %, при t°:				
70 °С	15-45	20-45	20-45	20-45
100 °С	30-65	35-75	35-75	35-75
180 °С	Более 90			
Индекс испаряемости (паровой пробки), не более:				
Летняя эксплуатация	940	940	940	940
Зимняя эксплуатация	1240	1240	1240	1240
Содержание смол, мг/100 см ² , не более	5,00	5,00	5,00	5,00
Доля серы в массовом выражении, %, не более	0,050	0,050	0,050	0,050
Удельный вес при 20°С, кг/м ³ , не более	775	775	775	775
Объёмная доля углеводородов, % не более:				
Парафины	-			
Изопарафины	-			
Ароматические	42			
Нафтены	-			
Олефины	18			
Оксигенаты	0 - 10			

2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объект исследования

В качестве объекта исследования выбраны 18 проб бензина марок АИ-92, АИ-95 и АИ-98 с различных автозаправочных станций (АЗС) города Томска. Маркировка образцов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Места взятия проб бензина

№ пробы	АЗС	Адрес	АЗС	Адрес	АЗС	Адрес
	АИ-92		АИ-95		АИ-98	
1	Газпром-нефть	ул. Ленина 1А (Тимирязево)	Томск-нефтепродукт	ул. Герцена 74А	Роснефть	ул. Елизаровых 75
2	Роснефть	пр. Ленина 262А	Аскон плюс	ул. Шевченко 49А	Лукойл	ул. Транспортная 23
3	Роснефть	пр. Комсомольский 11	Роснефть	пр. Комсомольский 11	Elke Auto	ул. Фрунзе 111А
4	Лукойл	ул. Мичурина 47Б	Лукойл	ул. Сибирская 9	Лукойл	ул. Смирнова 38Д
5	Лукойл	ул. Большая подгорная 254	Автотранс	пр. Академический 26	Томск-нефтепродукт	ул. Сенная курья 5
6	Роснефть	ул. Смирнова 45	Роснефть	ул. Шевченко 58	Elke Auto	ул. Мира 47

Для определения качества, представленных образцов товарных бензинов, необходимо проанализировать их соответствие основным параметрам, приведенным в таблице 1. Для этого были рассмотрены основные методы исследования товарных бензинов.

2.2 Методы исследования образцов товарного бензина

2.2.1 Метод газовой хроматографии

Метод газовой хроматографии – это метод разделения компонентов, при котором подвижной фазой служит инертный газ (газ-носитель), протекающий через неподвижную фазу с большой поверхностью. В качестве подвижной фазы

используют водород, гелий, азот, аргон, углекислый газ. Основным прибором в данном методе, который применяется в лабораториях химической и нефтехимической промышленности, является газовый хроматограф (Рисунок 3).

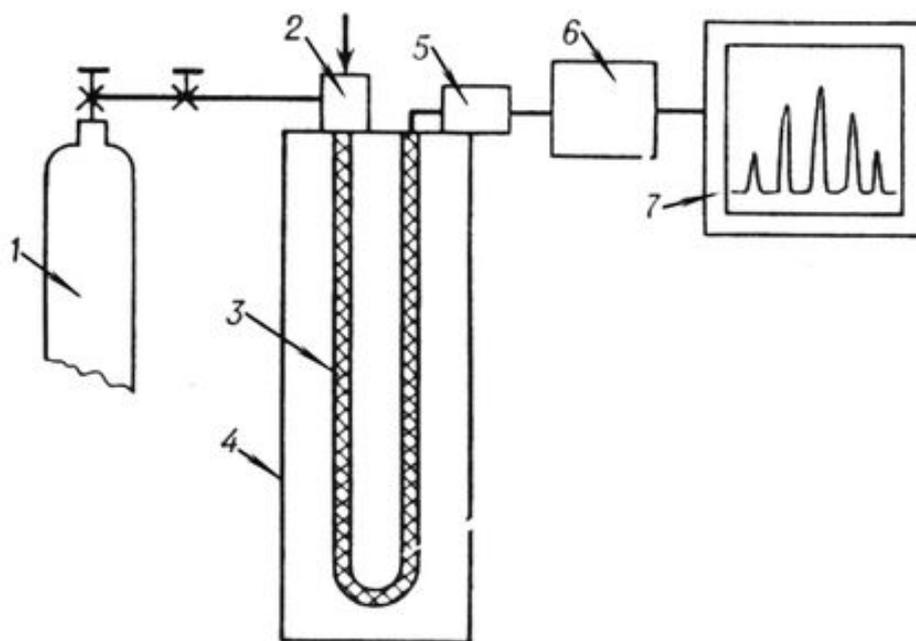


Рисунок 3 – Схема газового хроматографа [8]:

1 – баллон с инертным газом; 2 – устройство для ввода пробы в хроматографическую колонку; 3 – хроматографическая колонка; 4 – термостат; 5 – детектор; 6 – преобразователь сигналов; 7 – регистратор.

Из резервуара для хранения элюента через регуляторы расхода и давления непрерывно с постоянной или переменной скоростью в хроматографическую колонку (3) подается газ-носитель. Колонка хроматографа (3) заполнена сорбентом и помещена в термостат, позволяющий поддерживать заданную температуру (4).

Жидкая (несколько мкл) проба вводится вручную (газовым шприцем или микрошприцем) в устройство для ввода пробы в хроматографическую колонку (2), где исходная многокомпонентная смесь разделяется на ряд бинарных смесей, состоящих из газа-носителя и одного из анализируемых

компонентов. В зависимости от сорбируемости компонентов бинарные смеси в определённом порядке поступают в детектор (5).

В результате происходящих в детекторе процессов (изменения теплопроводности, ионизационного тока и др.) фиксируется изменение концентрации выходящих компонентов. Эти процессы, преобразованные в электрический сигнал (6), записываются в виде выходной кривой на регистраторе (7), но хроматограмма – не результат анализа, а сбор данных, которые надо обрабатывать и рассчитывать.

Газовый хроматограф, который был использован в работе – это прибор серии "Хроматэк-Кристалл 5000", представлен в моноблочном исполнении. Широкий спектр детекторов и устройств ввода, а также термостат колонок достаточного объема позволяют решить любую аналитическую задачу. В настоящее время на приборы могут быть установлены до четырех детекторов и трех испарителей. Кроме того, используемый, хроматограф поддерживает широкую номенклатуру дополнительных устройств (автоматические жидкостные, газовые, парофазные дозаторы, термодесорберы одно- и двухстадийные, пиролитический испаритель, дозатор сжиженных газов и многое другое).

Электронные регуляторы, переключающие клапаны, и другие элементы пневмоавтоматики позволяют создавать газовые схемы для выполнения любых методик.

К особенностям приборов следует отнести следующее (Таблица 3):

- возможность управления режимами хроматографа, а также сбор и обработка хроматографических данных по протоколам RS-232, USB, Ethernet;
- возможность работы с МСД ISQ;
- возможность работы с МСД Хроматэк (первый в России отечественный МСД);
- возможность работы без персонального компьютера;
- возможность обновления микропрограмм хроматографа;

- оснащение прибора процессорным модулем нового поколения ПМ-3 позволило существенно расширить функциональные возможности прибора (увеличение числа газовых регуляторов, увеличение количества испарителей и детекторов и т. д.);
- широкая номенклатура дополнительных устройств как собственного так и импортного производства.

Таблица 3 – Технические характеристики [27]

Термостат колонок	
Рабочая температура	без устройства криогенного охлаждения (УКО) от температуры окружающей среды +4 °С до 450 °С при комплектовании УКО от минус 100 °С до 450 °С
Скорость программирования	от 1 до 120 °С/мин
Количество изотерм	5
Время охлаждения при температуре окружающей среды 22 °С	от 400 до 50 °С за 5,5 мин
Электронные регуляторы расхода и давления	
Входное давление	от 0,36 до 1,25МПа
Количество каналов	до 10
Расход газа-носителя	от 5 до 500 мл/мин
Расход водорода	от 5 до 500 мл/мин
Расход воздуха	от 5 до 800 мл/мин
Детекторы	
Детекторы	ДТП, ПИД, ТИД, ЭЗД, ПФД, ФИД, ДТХ, МСД
Количество детекторов	до 4-х
Максимальная температура термостатирования детекторов	до 450 °С
Частота опроса сигналов	от 10 до 250 Гц
Испарители	
Количество испарителей	до 3-х
Типы испарителей	Насадочный; капиллярный; программируемый
Режимы работы капиллярного испарителя	С делением потока (split) Без деления потока (splitless)
Максимальная температура	450 °С
Краны	
Модификации	4-, 6-, 10-портовые поворотные, ручные или автоматические, термостатируемые или необогреваемые
Автоматические краны, управляемые эл.приводом	до 3-х
Максимальная температура термостатирования кранов	серийное исполнение до 150 °С, специальное высокотемпературное исполнение до 250 °С

Газовый хроматограф работает под управлением программного обеспечения «ХроматэкАналитик», которое имеет интуитивнопонятный интерфейс, что позволяет быстро и легко создавать и настраивать режимы хроматографа, методы обработки хроматограмм согласно нормативным документам.

2.2.2 Обработка результатов хроматографического анализа программой расчёта «Хроматэк GASOLINE»

Результатом обработки хроматограммы бензина является таблица обнаруженных на хроматограмме пиков (как идентифицированных, так и нет) со временами выхода, индексами удерживания и площадями. Эта информация является исходной для расчёта параметров проанализированного бензина программами «Хроматэк Gasoline».

Программы «Хроматэк Gasoline» предназначены для расчёта компонентного, группового составов, физических и эксплуатационных параметров бензинов на основании результатов газохроматографического детального углеводородного анализа.

Программы «Хроматэк Gasoline» являются программами внешнего расчёта и для своей работы используют результаты обработки хроматограммы бензина программой «Хроматэк Аналитик» и базы данных, содержащие параметры индивидуальных компонентов бензина.

Программа «Хроматэк Gasoline» состоит из 2-х файлов: собственно программы расчёта (файл Gasoline.exe) и базы данных (файл Gasoline.dat). Файл базы данных содержит список компонентов бензина. Там же содержатся сведения о каждом компоненте: индекс удерживания, число атомов углерода в молекуле, группа (парафин, изопарафин, ароматика, нафтен, олефин, оксигенат), относительный коэффициент чувствительности на пламенно-ионизационном детекторе, плотность, температура кипения, молекулярная масса, октановое число по исследовательскому и моторному методам, давление

насыщенных паров. База данных доступна для редактирования. Оба файла должны быть расположены в одной папке. Программа устанавливается копированием обоих файлов.

Для запуска программы необходимо выполнить операцию в строке меню, Обработка – Внешний расчёт, выбрать внешнюю программу расчёта «Хроматэк Gasoline», указать каталог расположения внешней программы и поставить галочки «Выполнить» и «Время в минутах», нажать ОК.

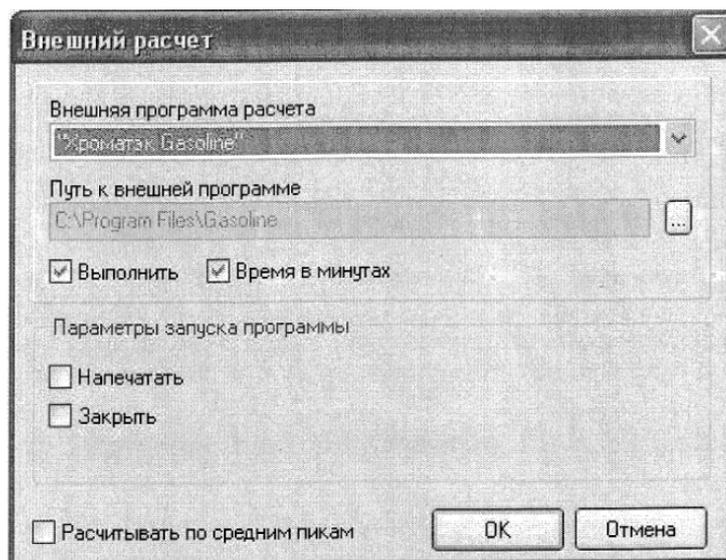


Рисунок 4 – Внешний расчет

При запуске внешнего расчёта «Хроматэк Аналитик» создаёт в указанном каталоге два текстовых файла Calc и Info, содержащие результаты анализа и Автоматически запускающаяся программа «Хроматэк Gasoline» используя эти файлы и базу данных (файл Gasoline.dat) рассчитывает концентрации компонентов и параметры бензина, формирует отчёт.

Отчёт включает в себя:

- Заголовок – информация о хроматограмме, количестве обнаруженных и обчисленных пиков;
- Таблица группового состава (массовым, объёмным и мольным процентам). Все обчисленные пики группируются по параметрам длина цепи атомов углерода (строки) и строению (столбцы). С подведением итогов как по

строкам, так и по столбцам. Суммарный итог по таблице показывает массовую долю обчисленных пиков;

- Таблица значений средней молекулярной массы, относительной плотности и давления насыщенных паров по группам по длине цепи атомов углерода и для всего образца. В отдельные группы выделяются неидентифицированные и идентифицированные но необчисленные (помеченные *) пики в случае если они обнаружены;

- Таблица «температура выкипания» – зависимость доли (по массе и по объёму) отгона от температуры, считая что проанализированный образец кипит не как смесь, а как набор индивидуальных веществ (аддитивно);

- Таблица «фракционный состав» – зависимость доли (по массе) отгона от температуры, рассчитанная по эмпирической зависимости;

- Таблица октановых чисел по исследовательскому и моторному методу по группам по строению и для всего образца. В отдельные группы выделяются неидентифицированные и идентифицированные но необчисленные (помеченные *) пики в случае если они обнаружены;

- Таблица всех обнаруженных на хроматограмме пиков с указанием их массовой, объёмной и мольной доли. Неидентифицированные пики обозначены пустой строкой. Идентифицированные но необчисленные пики помечаются знаком * и их названия подчёркиваются. При обнаружении таких пиков в конце таблицы появляется предупреждение с указанием их количества.

В верхней части окна программы «Хроматэк Gasoline» расположены «кнопки», благодаря которым можно закрыть окно программы, послать отчёт на печать, произвести предварительный просмотр отчёта, настроить вид отчёта и внести изменения в базу данных программы.

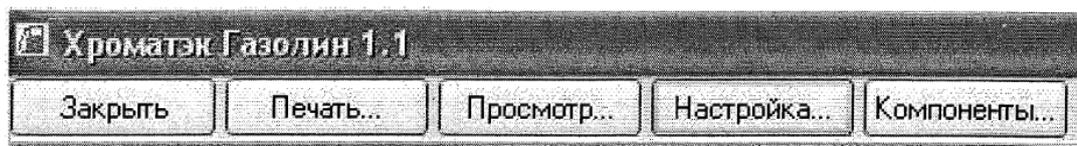


Рисунок 5 – Выбор функций

Для настройки свойств отчета нажмите кнопку Настройка. На экране появится соответствующий диалог. В данном диалоге можно указать с помощью галочек, какие таблицы будут выведены в отчете и выбрать детектор, по каналу которого будет произведена обработка хромато-графической информации.

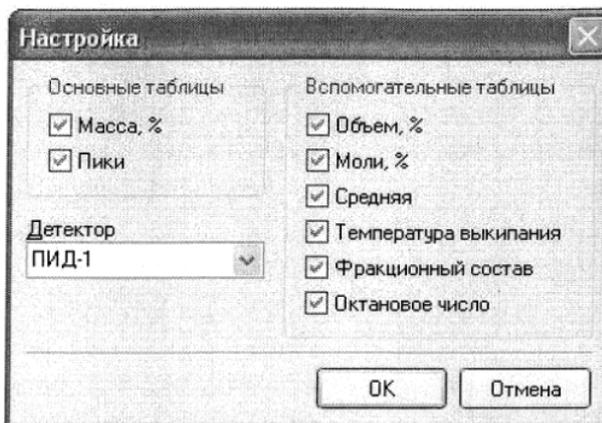


Рисунок 6 – Настройки

Для редактирования параметров компонентов нажмите кнопку Компоненты. На экране появится соответствующий диалог. В данном диалоге вы можете произвести правку параметров компонентов, а так же добавить в базу новые компоненты. После нажатия кнопки Сохранить изменения сохраняются в файле Gasoline.dat и будет произведён перерасчёт.

Название компонента	Индекс	Сп	Группа	Чувствит	Плотност	Т кипени	Мол. мас	О.Ч. иссл	О.Ч. мот.	Давл. на
метан	100	1	Парафины	1	0,26	-161,5	16,043	122	102,57	496,1
этан	200	2	Парафины	0,938	0,3399	-88,6	30,07	122	102,57	496,1
пропен	295	3	Олефины	0,874	0,5139	-48	42,08	122	102,57	496,1
пропан	300	3	Парафины	0,916	0,5005	-42,04	44,097	122	102,57	496,1
i-бутан	366,9	4	Изопарафины	0,905	0,5572	-11,72	58,124	122	102,57	496,1
метанол	371,9	1	Оксигенаты	2,673	0,7	78	29,07	122	102,57	496,1

Рисунок 7 – Компоненты

Все использованные в программе «Хроматэк Gasoline» расчётные формулы соответствуют СТБ- 1276-2001.

Исходными данными для программы «Хроматэк Gasoline» являются файлы Calc.txt и база данных Gasoline.dat. Файл Calc.txt содержит список

обнаруженных на хроматограмме пиков с площадями, временем выхода и названиями (если пик был идентифицирован). Так как оператор может вносить изменения в список компонентов хроматограммы и базу данных программы внешнего расчёта, в первую очередь производится проверка обоих списков на наличие повторяющихся названий внутри каждого. При обнаружении повторяющихся названий пиков на хроматограмме или компонентов в базе данных выводится сообщение об этом, дальнейший расчёт не производится.

Список пиков, обнаруженных на хроматограмме сравнивается со списком компонентов в базе данных. При совпадении названия пика присваиваются соответствующие параметры (чувствительность, плотность, октановое число и т. д.) аналогичного компонента из базы данных.

Все пики сортируются по трём группам:

- Обсчитанные пики – пики, которым есть соответствующий по названию компонент в базе данных;
- Неидентифицированные пики – пики, которые присутствуют на хроматограмме, но не идентифицированы программой «Хроматэк Аналитик». В таблице «пики» в столбце названия компонентов неидентифицированные обозначены пустой строкой;
- Пики, которые идентифицированы программой «Хроматэк Аналитик», но которым не нашлось соответствие в базе данных программы «Хроматэк Gasoline*» отнесены в особую группу – (*)пики. Наличие подобных пиков указывает на то, что оператор при правке списка компонентов в хроматограмме не внёс аналогичные изменения в список компонентов базы данных «Хроматэк Gasoline», либо допустил ошибку. При обнаружении подобных пиков в таблице «пики» они выделяются (знаком *и подчёркиванием), а после всех таблиц выводится сообщение.

Ввиду того, что сравнение списка пиков, обнаруженных на хроматограмме и списка компонентов базы «Хроматэк Gasoline» осуществляется по названиям, необходимо вносить изменения в названия

компонентов одновременно в список компонентов при хроматограмме и базу данных.

По обчисленным пикам определяются зависимости всех указанных в базе данных параметров от времени, по ним рассчитываются физико-химические параметры для всех пиков, которым не нашлось соответствие в базе.

Определяются массовые, мольные и объёмные доли для каждого пика.

На основании расчётов формируется общая таблица всех пиков и сводные таблицы группового состава обчисленных пиков (те, по которым имелась информация в базе данных и которые могут быть отнесены к той или иной группе). По общей таблице пиков определяются неидентифицированные компоненты и компоненты с несоответствующими базе названиями. В сводных таблицах суммируется доля всех идентифицированных пиков. На основании этих данных оператор должен привести в соответствие названия компонентов и провести коррекцию идентификации.

Формируется таблица «средние». По всему массиву пиков происходит усреднение молекулярного веса, плотности и давления насыщенных паров по группам по длине цепи атомов углерода. В отдельные группы выделяются (*) пики и неидентифицированные пики, а также проводится общее суммирование.

Формируется таблица «температура выкипания». Проводится сортировка пиков по температуре кипения. Далее строятся зависимости суммарная масса (объём) пиков в % от температуры кипения. По зависимостям определяются температуры кипения для точек объёма и массы с шагом 5 %, причём первая точка принимается 0,5 % (начало кипения), а последняя – 99,5 % (конец кипения).

Формируется таблица «фракционный состав». Расчёт фракционного состава ведётся по эмпирической формуле. Коэффициенты (Alpha, Beta, Gamma) могут быть изменены в окне настройка.

Формируется таблица «октановое число». По всему массиву пиков происходит суммирование исследовательского и моторного октанового числа по

группе по строению. В отдельные группы выделяются (*) пики и неидентифицированные пики, а также проводится общее суммирование [28].

2.2.3 Оперативный метод определения октановых чисел

Для оперативного контроля качества компонентов топлив и их смесей на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности используют портативный октанометр «Октан-И». Прибор измеряет исследовательское (ОЧИ) и моторное (ОЧМ) октановое число бензинов. Основная погрешность и воспроизводимость показаний прибора эквивалентны результатам испытаний бензинов согласно ГОСТ 8226-82 и ГОСТ 511-82. Пользователь может самостоятельно откалибровать прибор с помощью кнопок расположенных на лицевой панели в зависимости от качества бензина используемого в конкретном регионе. Память прибора может хранить до 10 различных собственных калибровок потребителя и до 250 результатов измерений октановых чисел бензинов. Разряд аккумуляторных батарей не влияет на сохранность калибровок и результатов измерений.

Таблица 4 – Технические характеристики Октан-И

Наименование показателя	Значение показателя
Исследовательское (ОЧИ) и моторное (ОЧМ) октановое число бензинов в диапазоне	67...98
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+40
Объем образца	50 см ³
Основная погрешность и воспроизводимость показаний прибора	+/-1
Время измерения, не более, сек	60
Время непрерывной работы при полном заряде аккумуляторной батареи, не менее, час	10
Габаритные размеры со встроенным щупом (Ш x Г x В), мм	420 x 85 x 40
Масса, кг	0,6

Принцип действия октанометра «ОКТАН-И» основан на комплексной оценке состава многокомпонентных топлив путем измерения диэлектрической

проницаемости топлива в измерительной ячейке, заполняемой анализируемым топливом, и последующего преобразования значения в значение октанового числа. Результаты измерений октановых чисел соответствуют результатам, полученным по исследовательскому и моторному методам согласно, соответственно, ГОСТ 8226 и ГОСТ 511.

Блок-преобразователь, заключенный в пластмассовый корпус, осуществляет обработку и запоминание результатов измерений и обеспечивает их индикацию на жидкокристаллическом индикаторе, расположенном на лицевой панели прибора и имеющем разрешение 0,1 ед. ОЧ.

На корпусе блока преобразователя расположены также кнопочные органы управления и разъем для подключения зарядного устройства.

Сигналы с измерительной ячейки с напряжением, пропорциональным величине измеряемых параметров, поступают на вход блока-преобразователя.

В долговременную память блока-преобразователя при выпуске прибора из производства закладывается градуировочная кривая, предназначенная для его поверки и формируемая по эталонным смесям согласно ГОСТ 8226 и ГОСТ 511. Пользовательские градуировочные кривые, предназначенные для проведения измерений октанового числа моторных топлив, формируются в соответствии с разделом «Градуировка прибора» Руководства по эксплуатации совместно с методикой выполнения исследования (МВИ).

Питания октанометра осуществляется от встроенных аккумуляторных батарей, размещенных в отдельном отсеке блока преобразователя [49].

2.2.4 Метод математического моделирования

В связи с тем, что требования, предъявляемые к высокооктановым моторным топливам, имеют четкие ограничения, то в подобных условиях особое значение приобретает производство высокооктановых углеводородных компонентов и отработка их оптимального компонентного состава.

Применение метода математического моделирования для процесса компаундирования товарных бензинов на производстве позволяет:

- наиболее полно использовать все бензиновые фракции, имеющиеся на заводе;
- получать продукцию, отвечающую требованиям ГОСТ по всем показателям;
- проводить оценку целесообразности выпуска продукции с учетом ее себестоимости и маркетинговых характеристик.

При смешении различных компонентов автомобильных бензинов следует учитывать, что детонационная стойкость смеси не является аддитивным свойством. Каждый компонент имеет свою смешительную характеристику или, как принято называть, октановое число смешения. Из литературы [46,47] известно, что при смешении высокооктановых компонентов с другими компонентами автомобильных бензинов наблюдаются отклонения октановых чисел бинарных смесей от октановых чисел, рассчитанных по закону аддитивности. Величина отклонений может достигать 8-10 пунктов и должна определяться для каждой смеси величиной октановых чисел смешения высокооктанового компонента.

Современные компьютерные моделирующие системы (КМС) учитывают физико-химические основы процесса компаундирования товарных бензинов и позволяют рассчитать октановые числа сырья и продукта, провести исследование по влиянию смешения потоков различного содержания на октановое число, а также оценить влияние присадок на октановое число товарного бензина. Примером может служить компьютерная моделирующая система расчета процесса компаундирования высокооктановых бензинов «Compounding» (рис. 8). При разработке программы была использована технология создания многооконных приложений, это удобно при сравнении расчетов с различными параметрами процесса.

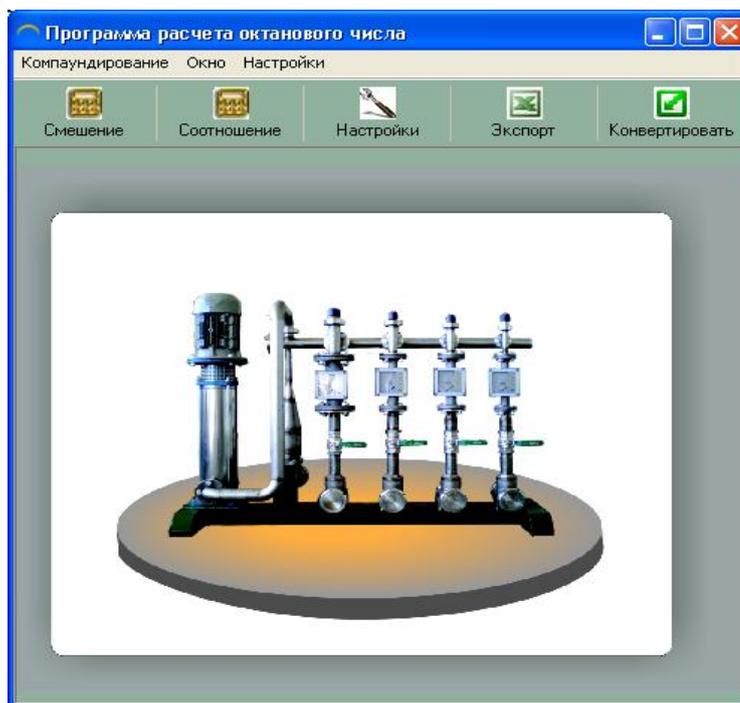


Рисунок 8 – Главное диалоговое окно моделирующей системы «Compounding»

Моделирующая система позволяет проводить расчеты для данных с различных НПЗ, для чего была разработана агрегированная база данных по октановым числам основных компонентов, входящим в состав бензинов. Основным принципом агрегирования является схожесть углеводородов по структуре и детонационной стойкости. Разработанный модуль позволяет проводить автоматизированную систематизацию данных о составах потоков, полученных после хроматографического анализа (рис. 9) [48].

№	Время, мин	Компонент	Масса, %	
143	93,394	2,6-диметилоктан	0,019	→ диметилоктан (крайн)
144	93,785	3,6-диметилоктан	0,033	
145	93,916	*1-метил-2-этилциклогексан	0,007	→ нафтенy C ₉₊
146	94,369	n-пропилбензол	1,007	
147	94,614	3,3-диметилоктан	0,010	→ н-пропилбензол
148	95,223	1-метил-3-этилбензол	2,770	→ диметилоктан (центр)
149	95,446	1-метил-4-этилбензол	1,240	
150	96,071	1,3,5-триметилбензол	1,446	
151	96,600	4-метилнонан	0,028	→ ароматика C ₉
152	96,780	2-метилнонан	0,048	
				→ монометилнонан

Рисунок 9 – Пример автоматизированной обработки данных хроматографического анализа

Моделирующая система имеет два основных блока: блок расчета детонационной стойкости как отдельных потоков, так и их смеси с присадками и добавками (рис. 10), и блок расчета оптимального соотношения компонентов, для достижения заданного значения октанового числа бензина на основе оптимизации (рис. 13).

Также программа позволяет создавать правила, которые должны быть выполнены при расчете оптимальных соотношений потоков. Программа позволяет проводить варьирование содержания присадок в заданном интервале и оценивать их влияние на прирост октанового числа, как отдельных потоков, так и их смесей, представляя результаты при этом в удобной для пользователя форме.

Для определения соотношения смешивающихся потоков с учетом требований, предъявляемых к качеству бензинов, выбираем тип расчета «Смешение» и загружаем информацию о потоках, направляемые на узел смешения.

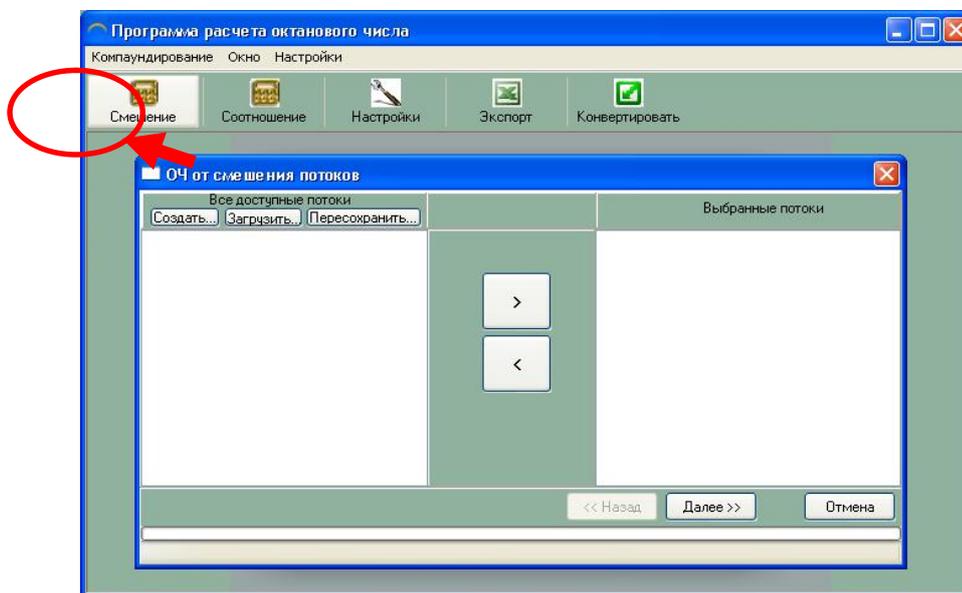


Рисунок 10 – Диалоговое окно расчета смешения

Для этого используем кнопку «Загрузить» и выбираем потоки из списка. После чего перемещаем выбранные потоки из списка доступных потоков в список выбранных, нажатием кнопки «>» и нажимаем кнопку «Далее». Для того чтобы убрать поток из списка выбранных, пользуемся кнопкой «<».

Затем задается расход потока, например равным 100 кг/час (рисунок 11), в случае расчета октанового числа только одного потока, его величина не зависит от расхода. При расчете октанового числа потока полученного смешением нескольких потоков, с помощью расхода можно задать соотношение потоков, исходя из общего расхода в 100 кг/час, например, задаем для одного потока расход равным 30 кг/час – значит в смесевом потоке его будет 30 %, а для второго потока равным 70 кг/час – значит в смесевом потоке его будет 70 %. Осуществляем расчет октанового числа потока, нажатием кнопки «Далее». В процессе расчета происходит нормирование состава потока на 100 %, на всплывающем окне необходимо подтвердить нормирование, нажатием кнопки «ОК» (рисунок 12).

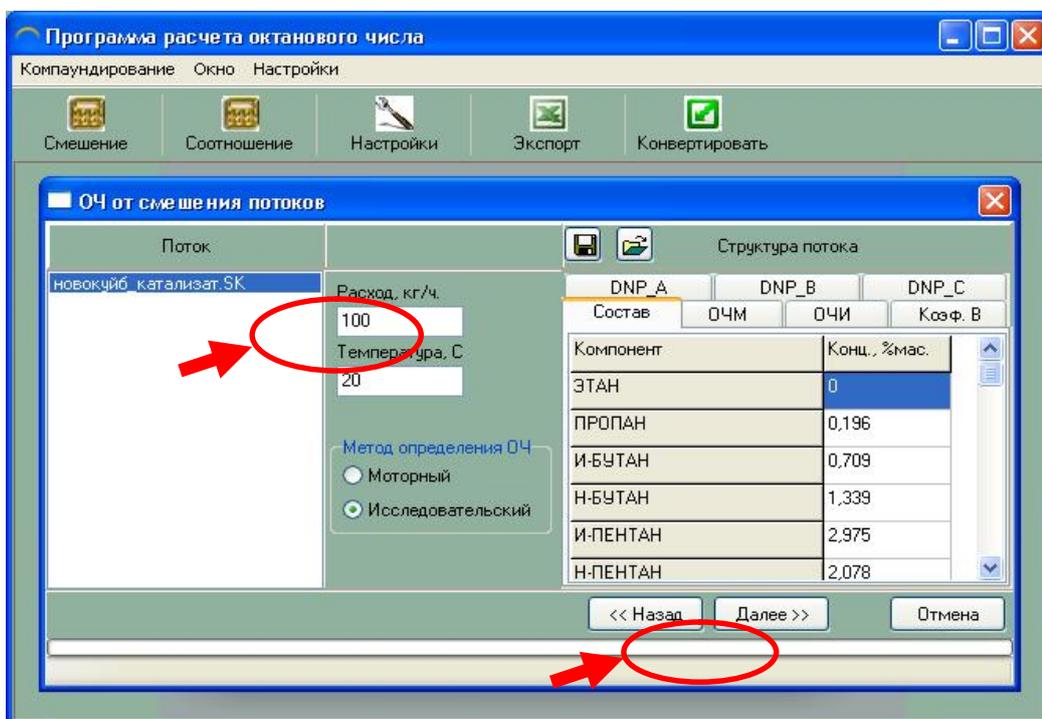


Рисунок 11 – Диалоговое окно задания основных свойств потоков

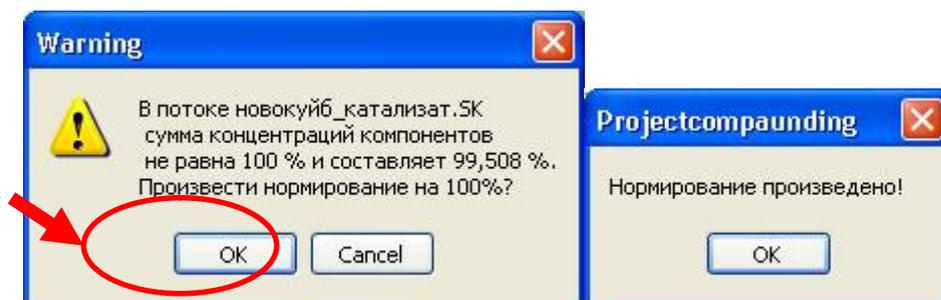


Рисунок 12 – Диалоговое окно нормировки

Программа осуществляет расчет октанового числа потока. Полученный результат используется для расчета общего критерия оптимизации. В случае если критерий не минимален, изменяются расходы и расчет повторяется.

Для расчета оптимального соотношения потоков для получения бензина требуемой марки в автоматическом режиме выбираем тип расчета «Соотношение».

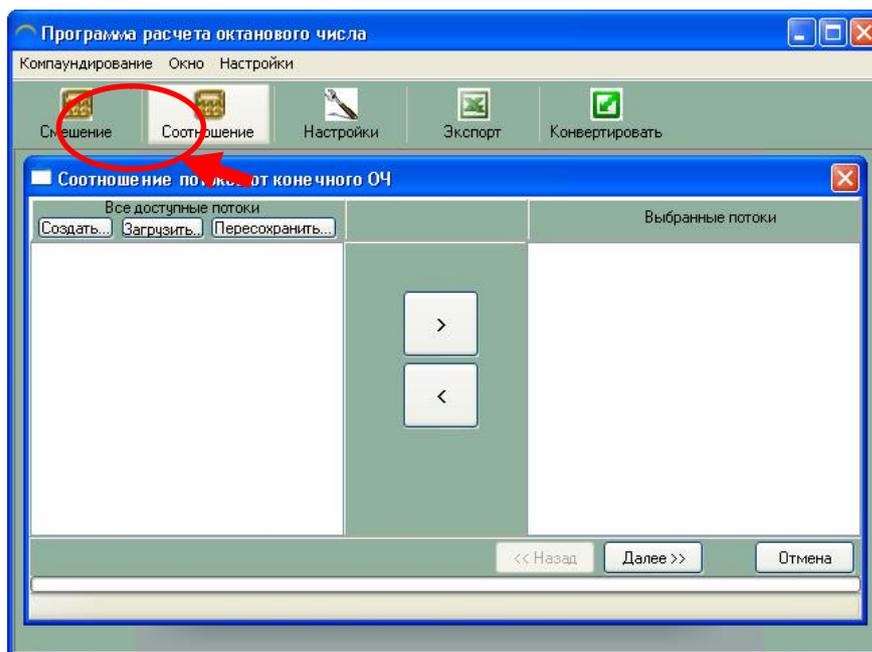


Рисунок 13 – Диалоговое окно расчета соотношения потоков

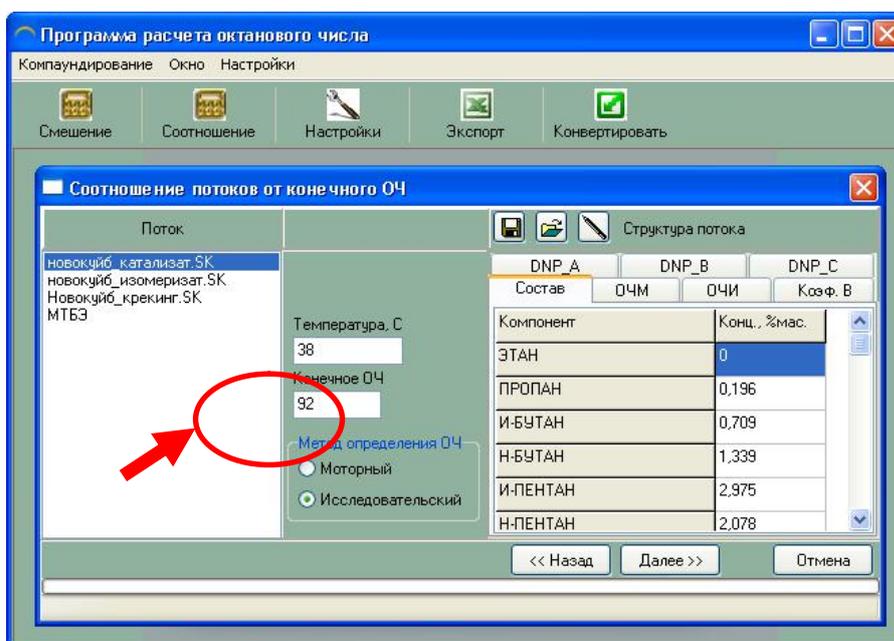


Рисунок 14 – Диалоговое окно задания основных свойств потоков и требуемого октанового числа бензина

Выбираем потоки, направляемые на узел смешения, и задаем требуемое октановое число бензина, которое необходимо получить после узла смешения.

Для того чтобы ввести ограничения на содержание различных компонентов в смесевом бензине, формируем набор правил, для чего переходим в окно создания правил.

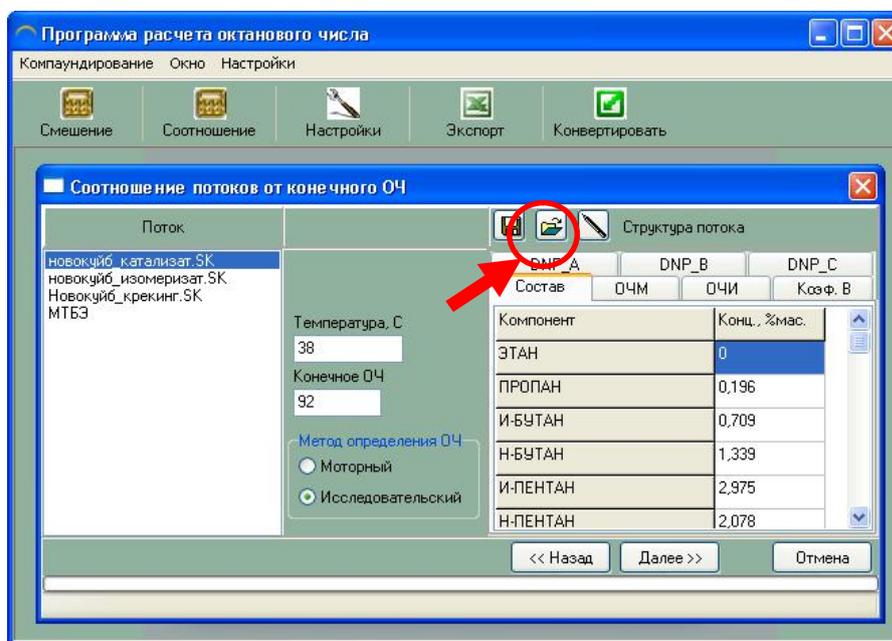


Рисунок 15 – Вызов диалогового окна задания правил

Для задания ограничения на содержание некоторого компонента выбираем его из списка, например, выбираем «бензол», затем нажимаем кнопку «Сomp» и вводим ограничение концентрации бензола в смесевом бензине (согласно требованиям ГОСТ), используя кнопки с математическими символами, затем нажимаем «ОК».

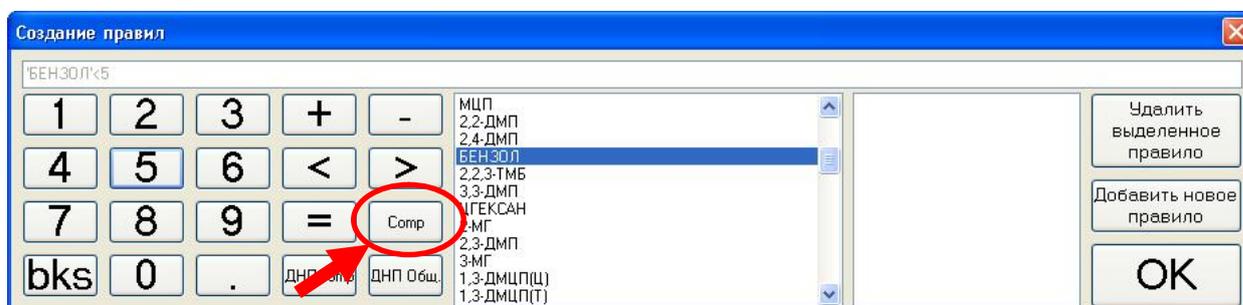


Рисунок 16 – Диалоговое окно задания правил

Выбираем антидетонационные присадки (в случае их применения), направляемые на узел смешения. Например, выбираем присадку ММА. Задаем ее концентрацию, например равную 0,5; нажимаем кнопки «Применить» и «Далее».

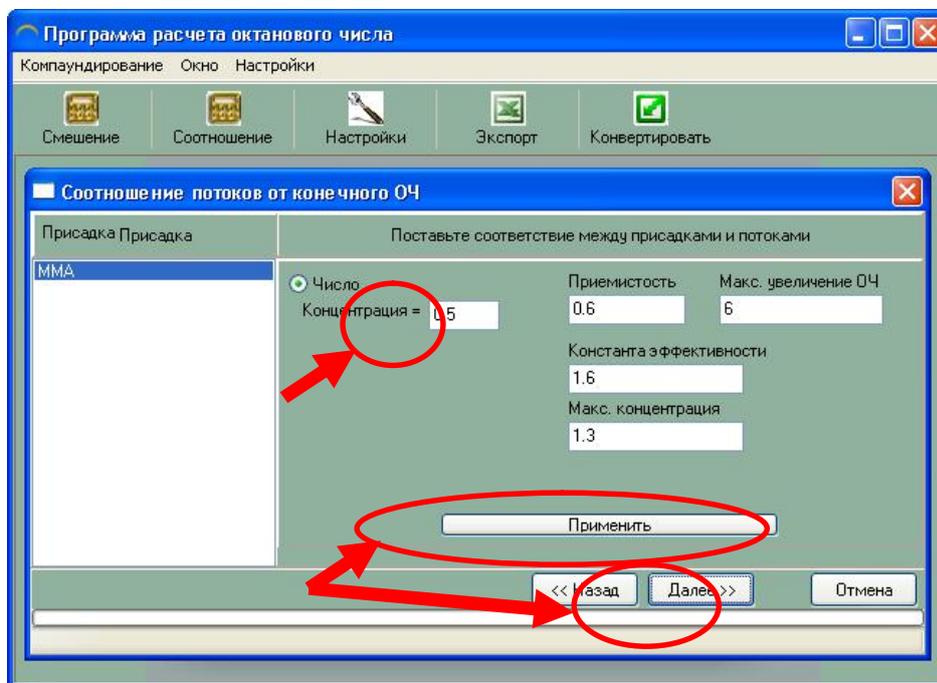


Рисунок 17 – Диалоговое окно задание основных характеристик присадок

Программа осуществляет расчет оптимального соотношения потоков для получения бензина с заданным значением октанового числа, например, не ниже 92. Расчет проводится согласно заданным ограничениям.

Таким образом, моделирование процесса приготовления высокооктановых бензинов на основе учёта межмолекулярных взаимодействий между углеводородами бензиновой смеси позволяет обеспечить расчёт наиболее целесообразных и экономически выгодных соотношений компонентов для каждой партии бензина. Оптимальные рецептуры смешения товарных бензинов различных марок, отвечающие требованиям действующего технологического регламента, позволяют обеспечить ресурсоэффективность производства.

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Экспериментальные исследования 18 образцов товарного бензина марок АИ-92, АИ-95 и АИ-98 включают в себя несколько этапов:

- 1 Определение углеводородного состава, октанового числа, ДНП (давление насыщенных паров), молекулярной массы и относительной плотности методом газовой хроматографии;
- 2 Определение характеристик детонационной стойкости с использованием октанометра;
- 3 Повышение качества товарных бензинов методом математического моделирования.

3.1 Определение углеводородного состава бензинов

Данные по углеводородному составу товарных бензинов были получены методом хроматографического анализа. Результаты исследования представлены в таблицах 5, 6.

Таблица 5 – Углеводородный состав товарных бензинов

Углеводородный состав	Пробы бензинов						ГОСТ Р 32513-2013
	1	2	3	4	5	6	
АИ-92, % об.							
парафины	7,826	18,081	19,792	18,234	23,185	19,904	-
изопарафины	48,933	34,622	43,922	45,708	41,701	40,937	-
ароматические	25,442	34,119	23,948	25,086	16,378	28,169	42
нафтены	7,545	10,381	9,334	8,192	15,364	9,595	-
олефины	10,253	1,014	1,588	2,779	3,372	1,395	18
оксигенаты	0	1,784	1,416	0	0	0	0-10
АИ-95, % об.							
парафины	22,375	28,672	25,154	29,412	25,119	20,177	-

изопарафины	37,678	30,827	30,448	37,770	31,447	43,489	-
ароматические	23,324	14,869	26,266	7,786	25,590	19,248	42
нафтены	6,06	23,487	5,922	21,624	5,917	11,820	-
олефины	6,651	2,137	5,707	3,399	6,928	4,221	18
оксигенаты	3,911	0,008	6,502	0,009	4,999	1,045	0-10
АИ-98, % об.							
парафины	24,907	14,850	22,207	14,152	10,172	13,374	-
изопарафины	38,356	39,003	43,191	45,913	50,595	50,220	-
ароматические	13,959	31,542	24,338	26,229	25,896	25,158	42
нафтены	18,354	5,743	6,487	4,812	4,534	4,118	-
олефины	4,424	8,862	1,707	8,887	8,294	5,743	18
оксигенаты	0,001	0,001	2,070	0,008	0,509	1,385	0-10

Исходя из таблицы 5 мы видим, что общий объем углеводородного состава бензина значительно колеблется, а именно:

- для марки АИ-92 парафины 7,8-23,2 % об.; изопарафины 34,6-48,9 % об.; нафтены 7,5-15,4 % об.; ароматические 16,4-34,1 % об.; олефины 1-10,2 % об. и оксигенаты 0-1,8 % об.;
- для марки АИ-95 парафины 20,177-29,412 % об.; изопарафины 30,448-43,489 % об.; нафтены 5,917-23,487 % об.; ароматические 7,786-26,266 % об.; олефины 2,137-6,928 % об. и оксигенаты 0,008-6,502 % об.;
- для марки АИ-98 парафины 10,172-24,907 % об.; изопарафины 38,356-50,595 % об.; нафтены 4,118-18,354 % об.; ароматические 13,959-25,896 % об.; олефины 1,707-8,887 % об. и оксигенаты 0,001-2,070 % об.

Исследуя групповой углеводородный состав товарных бензинов, можно сказать, что детонационная стойкость выше у ароматических компонентов, затем идут нафтеновые углеводороды и наименьшая детонационная стойкость у бензинов, состоящих в основном из нормальных парафиновых углеводородов.

Из полученных результатов (Таблица 5) можно сделать вывод, что наибольшее содержание ароматических углеводородов для АИ-92 – проба 2, для АИ-95 – это проба 3, а для АИ-98 – проба 5. Наибольшее содержание

нафтеновых углеводородов для АИ-92 – проба 5, для АИ-95 – это проба 2, а для АИ-98 – проба 1.

Наличие в бензине сернистых соединений и смолистых веществ понижает его октановое число, поэтому содержание их в бензине строго контролируется. Активные сернистые соединения, содержащиеся в бензинах, вызывают сильную коррозию топливной системы и транспортных емкостей. Неактивные сернистые соединения коррозию не вызывают, но образующиеся при их сгорании газы вызывают быстрый абразивный износ деталей двигателя, снижают мощность, ухудшают экологическую обстановку. Хроматографический анализ, исследуемых образцов товарных бензинов, не выявил наличия содержания в них серы и сернистых соединений.

3.2 Эксплуатационные показатели автомобильного бензина

Мера детонационной стойкости бензинов, т. е. способности нормально сгорать в двигателе при различных условиях, так же зависит от октанового числа, равное содержанию (в % по объему) изооктана в его смеси с н-гептаном, при котором эта смесь эквивалентна по детонационной способности испытываемому топливу в стандартных условиях испытаний. Равномерность распределения октановых чисел по фракциям имеет большое значение, особенно при переменных режимах работы двигателя, в частности при разгоне автомобиля.

Методом газовой хроматографии были определены основные эксплуатационные характеристики, исследуемых образцов товарных бензинов. Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Эксплуатационные показатели товарных бензинов

Углеводородный состав	Пробы бензинов						ГОСТ Р 32513- 2013
	1	2	3	4	5	6	
АИ-92, % об.							
Октановое число по ММ	84,853	83,829	84,3	83,893	75,353	84,531	83
Октановое число по ИМ	94,425	79,78	88,695	87,77	74,079	82,285	92
Молекулярная масса, г/моль	94,741	108,281	93,376	95,136	103,919	101,859	-
Относительная плотность, кг/м ³	0,718	0,759	0,713	0,717	0,717	0,728	0,72- 0,78
ДНП, кПа	66,779	62,19	88,508	76,684	65,787	78,72	55-90
АИ-95, % об.							
Октановое число по ММ	84,938	66,169	85,168	65,952	85,297	79,730	85
Октановое число по ИМ	84,757	68,079	81,740	63,116	82,526	81,226	95
Молекулярная масса, г/моль	97,902	94,600	100,22	96,499	99,552	96,381	-
Относительная плотность, кг/м ³	0,719	0,715	0,731	0,701	0,727	0,713	0,72- 0,78
ДНП, кПа	69,610	68,067	56,575	67,653	59,854	70,481	55-90
АИ-98, % об.							
Октановое число по ММ	70,858	85,599	84,708	86,5	86,45	87,549	88
Октановое число по ИМ	67,178	90,469	83	91,955	93,415	94,093	98
Молекулярная масса, г/моль	99,439	98,118	98,576	97,648	94,812	94,846	-
Относительная плотность, кг/м ³	0,712	0,723	0,721	0,722	0,718	0,715	0,72- 0,78
ДНП, кПа	62,843	67,983	63,074	66,263	66,795	72,134	55-90

Анализируя полученные результаты, видим, что данные разнятся, а именно:

- АИ-92 октановое число по ММ 75,3-84,8 % об.; октановое число по ИМ 74,1-94,4 % об.; молекулярная масса 93,4-108,3 % об.; относительная плотность, все показатели 0,7 % и ДНП 62,2-88,5 % об.;
- АИ-95 октановое число по ММ 65,952-85,297 % об.; октановое число по ИМ 63,116-84,757 % об.; молекулярная масса 94,6-100,221 % об.; относительная плотность, все показатели 0,7 % и ДНП 56,575-70,481 % об.;
- Октановое число АИ-98 по ММ 70,858-87,549 % об.; октановое число по ИМ 67,178-94,093 % об.; молекулярная масса 94,812-99,439 % об.; относительная плотность, все показатели 0,7 % и ДНП 62,843-72,134 % об.

Детонационная стойкость бензина оценивается октановым числом, указываемым в стандартах или технических условиях в числе важнейших физико-химических свойств бензина. Показатель октанового числа входит в маркировку бензина (ГОСТ Р 32513-2013). Чем выше октановое число, тем более стоек бензин перед детонацией и тем лучшими эксплуатационными качествами он обладает. Наибольшей детонационной стойкостью обладает 1 проба АИ-92; 1 и 5 проба бензина АИ-95; 6 проба АИ-98.

ДНП (давление насыщенных паров) даёт дополнительное представление об испаряемости бензина, а также о возможности образования газовых пробок в системе питания двигателя. Чем выше давление насыщенных паров бензина, тем выше его испаряемость. Бензины, применяющиеся в летнее время, имеют более низкое ДНП. Для обеспечения необходимых пусковых свойств товарного бензина, в его состав включают лёгкие компоненты: изомеризат, алкилат, бутан. Наиболее низким ДНП обладает 2 проба АИ-92, 3 проба АИ-95, 1 проба АИ-98. Наиболее высоким ДНП обладает 3 проба АИ-92, 6 проба АИ-95, 6 проба АИ-98.

Молекулярная масса – важнейшая характеристика нефти и нефтепродуктов. Этот показатель даёт «среднее» значение молекулярной массы веществ, входящих в состав той или иной фракции нефти, и позволяет сделать

заключение о составе нефтепродуктов. Он широко применяется для расчетов аппаратуры нефтеперерабатывающих заводов. Молекулярная масса связана с температурой кипения продуктов и используется для определения молекулярной рефракции. Наибольшей молекулярной массой обладает проба 2 АИ-92, проба 3 АИ-95, проба 1 АИ-98.

Плотность – величина которая может служить самостоятельной характеристикой, а также используется при определении удельной рефракции. Плотность бензина зависит от многих факторов: химической природы входящих в него веществ, фракционного состава, количества смолистых веществ, количества растворенных газов и других, поэтому в ГОСТах на реактивные топлива, керосин, некоторые бензины она является нормируемым показателем. Все исследуемые пробы соответствуют ГОСТу, кроме пробы 3 АИ-92, пробы 4 АИ-95, пробы 1 АИ-98, которые имеют меньшее значение.

3.3 Сравнительная характеристика показателей фракционного состава товарных бензинов

Кроме октанового числа, одним из важнейших эксплуатационных качеств бензина является фракционный состав. Фракционный состав устанавливает зависимость между количеством топлива (в % по объему) и температурой, при которой оно перегоняется. Для характеристики фракционного состава в стандарте указывается температура, при которой перегоняется 10, 50 и 90 % бензина, а также температура конца его перегонки, наглядно показатели представлены для марки АИ-92 на рисунке 18.

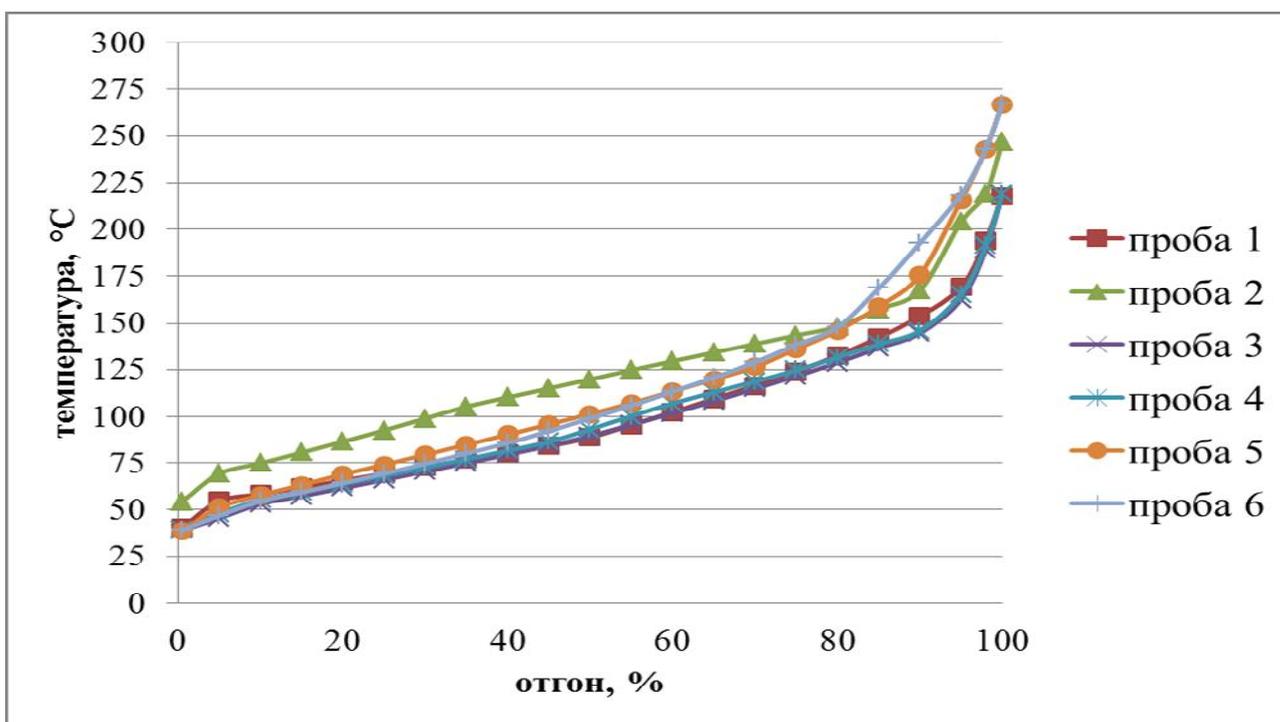


Рисунок 18 – Фракционный состав бензина АИ-92

Температура начала кипения и особенно температура выкипания 10 % бензина характеризует пусковые свойства топлива. Чем ниже эта температура, тем, следовательно, больше в топливе легкоиспаряющихся веществ и тем легче при более низкой температуре можно запустить холодный двигатель. Опираясь на данные ГОСТ Р 32513-2013 температура начала кипения нормируется всегда не выше определенного значения, исходя из приведенных рисунков 19, все пробы бензина соответствуют нормам, кроме пробы 2 (АИ-92), температура кипения которая не должна превышать допустимые значение ГОСТа – 65 °С.

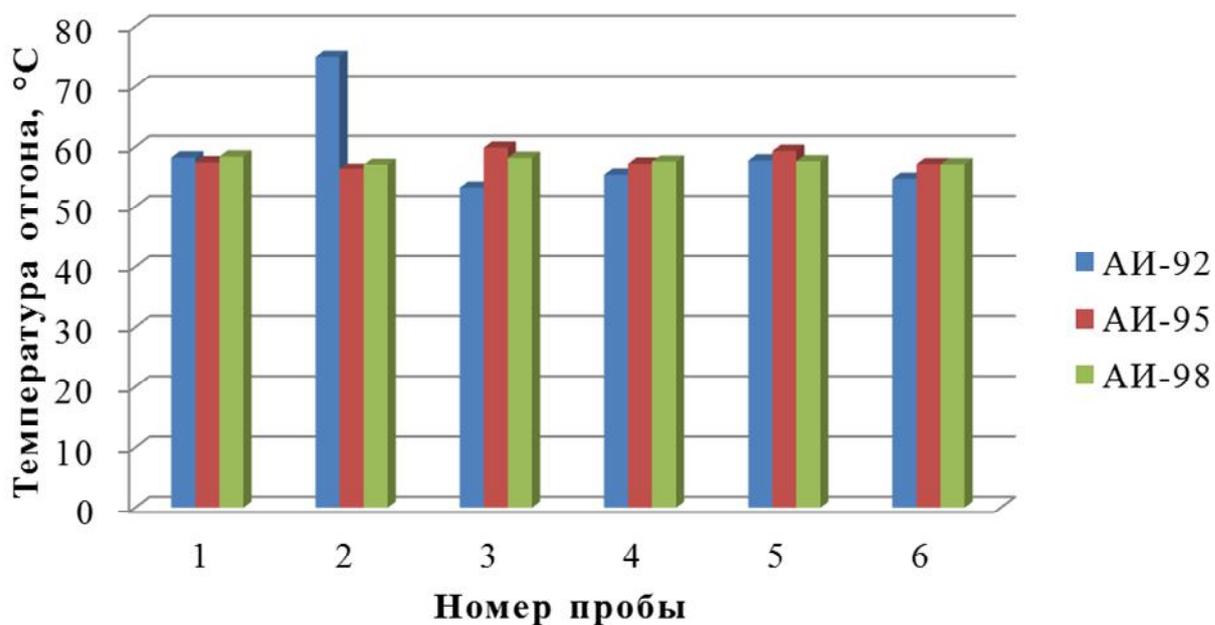


Рисунок 19 – Отгон 10 % образцов марок АИ-92, АИ-95 и АИ-98

Температура выкипания 50 % рисунок 20 топлива оказывает решающее влияние на быстроту прогрева запущенного на холоду двигателя и на расход топлива для этой цели. С понижением температуры прогрев ускоряется, а расход топлива на него снижается; значительно улучшается также приемистость двигателя, т.е. легкость перехода его с одного режима на другой, что особенно важно для автомобильных двигателей в условиях городского транспорта. Здесь, как и в предыдущей температуре выкипания, все пробы бензина соответствуют нормам ГОСТ Р 32513-2013, кроме 2 пробы (АИ-92), в которой этот показатель должен быть не выше нормы 110 °С.

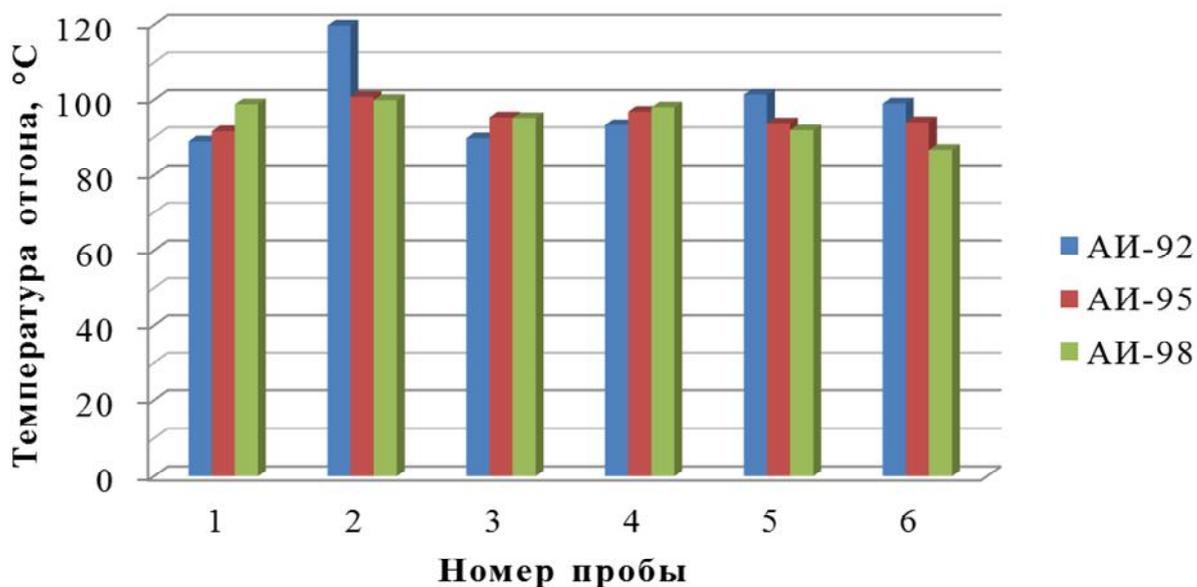


Рисунок 20 – Отгон 50 % образцов марок АИ-92, АИ-95 и АИ-98

Не меньшее значение имеет и полнота испарения топлива, которая по данным стандартной разгонки хорошо характеризуется температурами выкипания 90 % бензина и конца кипения. При повышении этих температур уменьшается полнота испарения топлива, что влечет за собой неравномерность в его распределении по цилиндрам двигателя, разжижение смазки, увеличение расхода топлива и масла. Из рисунка 21 по фракционному составу видно, что проба 6 (АИ-92) превышает температуру выкипания при 90 % бензина, что не соответствует значениям ГОСТа (180⁰С).

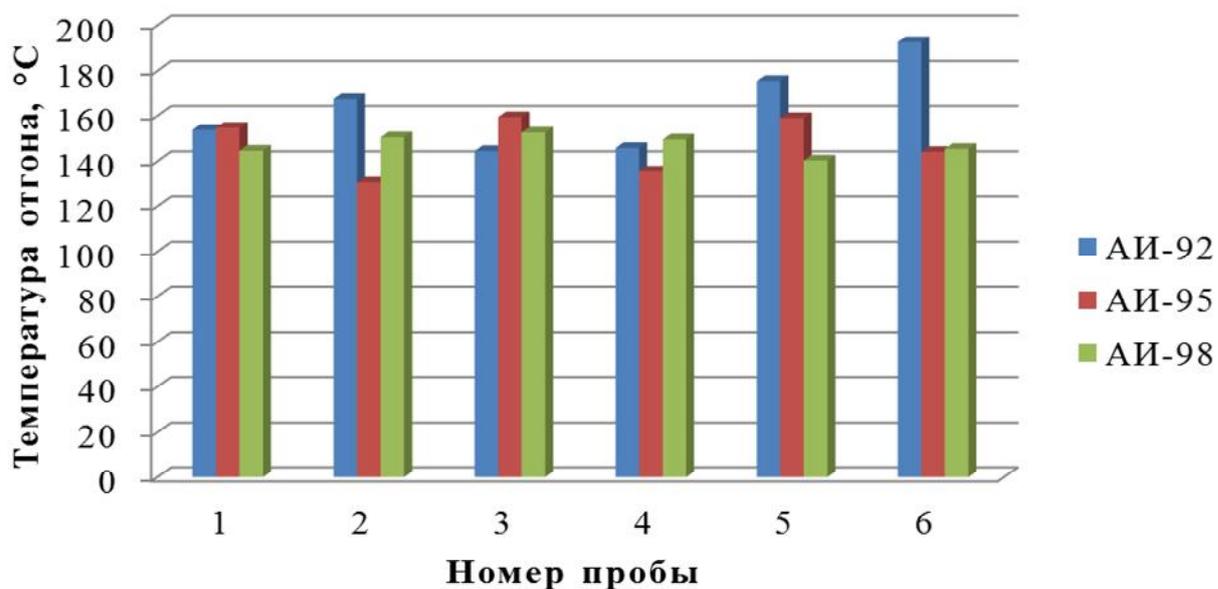


Рисунок 21 – Отгон 90 % образцов марок АИ-92, АИ-95 и АИ-98

Делая общий вывод по фракционному составу, из полученных данных видно, что одними из наилучших проб для марки АИ-92 является проба 1; для марки АИ-95 являются пробы 1 и 2, а лучшими из проб марки АИ-98 оказались пробы 1, 5 и 6, данные которых абсолютно соответствуют, или приближены (конец кипения) к нормам ГОСТ Р 32513-2013 [25].

3.4 Повышение ресурсоэффективности производства товарных бензинов

Углеводородный состав компонентов высокооктановых бензинов оказывает значительное влияние на конечный продукт. Для одной и той же промышленной установки получения товарных бензинов, состав входных потоков не является постоянной величиной и изменяется в течение времени в зависимости от условий и сырья предшествующих процессов. Поэтому для оптимального проведения процесса компаундирования необходим оперативный расчёт оптимальной и точной рецептуры смешения компонентов.

Результаты исследования, приведенные в предыдущих разделах работы, по углеводородному составу проб и их детонационным характеристикам, стали исходными данными для оптимизации промышленных рецептур приготовления товарных бензинов методом математического моделирования. Компьютерная моделирующая система, которую использовали для расчетов, позволяет выполнить поставленную задачу, так как учитывает межмолекулярные взаимодействия между углеводородами.

В таблице 7 представлены варианты рецептур для повышения качества товарных бензинов различных марок в соответствии с требованиями ГОСТ Р 32513-2013 [25].

Таблица 7 – Рецептуры смешения товарных бензинов

ПОТОКИ	АИ-92 (проба 5)		АИ-95 (проба 4)		АИ-98 (проба 1)	
	I	II	I	II	I	II
Содержание компонентов в товарном бензине, % мас.						
исх. бензин	40,50	41,08	18,65	18,27	34,66	34,97
риформат*	33,32	30,05	42,30	13,89	10,45	12,36
изомеризат	17,85	26,51	32,54	22,07	11,11	22,76
алкилат	5,355	-	3,25	33,51	35,94	16,25
н-бутан	2,975	-	3,25	-	7,84	5,20
изопентан	-	2,36	-	8,17	-	3,25
МТБЭ	-	-	-	4,09	-	5,20
Характеристики товарных бензинов						
бензол, % мас.	3,21	3,03	2,69	3,17	2,95	3,01
ароматика, % мас.	40,44	39,87	40,17	41,00	40,28	39,92
ДНП, КПа	62,8	63,8	67,2	66,4	67,9	66,2
ОЧИ	92		95		98	

* ОЧИ – 99,3; Сумма ароматических углеводородов – 77,25 % мас.;

Разработка рецептуры велась с учётом вовлечения максимального количества наиболее дешёвого и наиболее используемого базового компонента бензина – риформата и минимального вовлечения наиболее дорогостоящих компонентов – антидетонационных присадок и добавок-оксигенатов.

Таким образом, моделирование процесса приготовления высокооктановых бензинов на основе учёта межмолекулярных взаимодействий между углеводородами бензиновой смеси позволяет обеспечить расчёт наиболее целесообразных и экономически выгодных соотношений компонентов для каждой партии бензина. Предложенные оптимальные рецептуры смешения товарных бензинов различных марок, отвечающие требованиям действующего технологического регламента, позволяют повысить качество товарного продукта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА 4 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5201	Стебловский Денис Сергеевич

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ХТТ и ХК
Уровень образования	Инженер	Направление/специальность	ХТПЭ и УМ

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
2. Разработка устава научно-технического проекта	<i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i>
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ</i>
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	<i>Проведение оценки экономической эффективности исследования качества товарных бензинов.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений	
2. Матрица SWOT	
3. График проведения и бюджет НТИ	
4. Расчёт денежного потока	
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5201	Стебловский Денис Сергеевич		

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

1. Предпроектный анализ

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: бензин.

Целевой рынок: предприятия нефтеперерабатывающей отрасли промышленности, потребитель.

1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Таблица 8 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности труда пользователя	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,17	5	3	3	0,9	0,54	0,54
Надежность	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
Простота эксплуатации	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
Безопасность	0,08	5	3	3	0,45	0,28	0,28
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,08	5	4	3	0,35	0,28	0,21
Уровень проникновения на рынок	0,07	4	5	5	0,28	0,35	0,35
Цена	0,08	5	4	4	0,35	0,28	0,28
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	5	5	5	0,4	0,4	0,4
Послепродажное обслуживание	0,06	5	4	3	0,3	0,18	0,12
Финансирование научной разработки	0,04	5	5	4	0,12	0,15	0,12
Срок выхода на рынок	0,04	5	4	4	0,2	1,16	0,16
Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	4	0,24	0,3	0,24
Итого	1	63	53	47	4,74	3,83	3,45

1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

Таблица 9 - SWOT-анализ.

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Актуальность промышленной технологии. С3. Экологичность технологии. С4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С5. Наличие бюджетного финансирования. С6. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров Сл2. Отсутствие инжиниринговой услуги, способной обучить работать в рамках проекта Сл3. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях В4. Повышение стоимости конкурентных разработок	СиВ: Разработка методов исследования бензина хроматографическим методом с целью оптимизации работы, получения продукта с конкурентными преимуществами с оптимальной себестоимостью, высоким качеством.	СЛиВ: 1. Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей 2. Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца 3. Сокращение поставок или смена поставщика
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции	СВиУ: 1. Продвижение программы с целью создания спроса 2. Создание конкурентных преимуществ готового продукта 3. Сертификация и стандартизация продукта	СЛиУ: 1. Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей 2. Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца 3. Сокращение поставок или смена поставщика 4. Продвижение программы с целью создания спроса 5. Создание конкурентных преимуществ готового продукта 6. Сертификация и стандартизация продукта

1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Таблица 10 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации.

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	2	3
ИТОГО БАЛЛОВ		37	53

2. Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Таблица 11 - Заинтересованные стороны проекта.

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ООО «Газпром трансгаз Томск»	Оптимизация/усовершенствование существующей технологии

Таблица 12 - Цели и результат проекта.

Цели проекта:	Исследование товарных бензинов. Углеводородный состав и основные физико-химические характеристики бензинов. Хроматографический анализ бензинов. Методы и объекты исследования.
Ожидаемые результаты проекта:	Сравнительная характеристика товарных бензинов. Повышение качества товарных бензинов методом математического моделирования.
Критерии приемки результата проекта:	Адекватность результатов
Требования к результату проекта:	Требование:
	Стандартизация готового продукта

2.1 Организационная структура проекта

Таблица 13 - Рабочая группа проекта.

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1	Чернякова Екатерина Сергеевна, НИ ТПУ, кафедра ХТТ и ХК, доцент, к.т.н.	Руководитель	Координация деятельности проекта	75
2	Стебловский Денис Сергеевич, НИ ТПУ, кафедра ХТТ и ХК, специалист	Исполнитель	Выполнение НИР	480
ИТОГО:				565

Таблица 14 - Ограничения проекта.

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	273119,73
3.1.1. Источник финансирования	ООО «Газпром трансгаз Томск»
3.2. Сроки проекта:	10.01.16-25.05.16
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	11.01.16
3.2.2. Дата завершения проекта	25.05.16

3. Планирование управления научно-техническим проектом

3.1. План проекта

Линейный график представляется в виде таблицы (табл. 15).

Таблица 15 - Календарный план проекта.

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Изучение литературы, составление литературного обзора	38	11.01	26.02	Стебловский Денис Сергеевич
Исследование в лаборатории	20	12.03	24.03	Стебловский Денис Сергеевич
Обсуждение полученных результатов	13	26.03	10.04	Стебловский Денис Сергеевич Чернякова Екатерина Сергеевна
Оформление выводов	14	13.04	27.04	Стебловский Денис Сергеевич
Оформление пояснительной записки	21	12.05	25.05	Стебловский Денис Сергеевич
Итого:	106	11.01	25.05	

Таблица 16 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

№ раб	Вид работ	Исполнители	T _{Тр}	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Постановка задачи	Руководитель	3	+													
2	Получение	Специалист	4	+													
3	Изучение	Специалист	28	+	+	+											
4	Сбор бензина	Специалист	21		+	+	+			+	+						
5	Изучение принципа работы лабораторной	Специалист	4		+												
6	Подготовка установки к работе	Специалист	11		+	+	+			+	+						
7	Проведение эксперимента	Специалист	24		+	+	+			+	+						
8	Исследование бензина	Специалист	11		+	+	+			+	+						
9	Обсуждение результата	Руководитель специалист	11		+	+	+			+	+						
10	Оформление отчета	Специалист	31									+	+	+	+		
11	Проверка работы руководителем	Руководитель	6														+
Итого			119														

3.2. Бюджет научного исследования

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов).

Таблица 17 - Группировка затрат по статьям.

Затраты по статьям	
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	4787
Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	50000
Основная заработная плата	161314,24
Дополнительная заработная плата	18163,12
Отчисления на социальные нужды	49182,73
Итого плановая себестоимость	273139,16

Таблица 18 - Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты.

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бензиновая фракция	АИ – 95, литр	6	36,5	219
Бензиновая фракция	АИ – 98, литр	6	38,5	231
Тетрадь	60 листов	2	60	120
Ацетон	литр	1	200	200
Ручка		4	20	80
Карандаш		2	12	24
Шприц	2 мкл.	1	3000	3000
Эпиндорф	2 мл	12	20	240
Всего за материалы				4114
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				673
Итого по статье С_м				4787

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.

Таблица 19 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ».

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1.	Хроматек Кристал 5000	1	50	50

Основная заработная плата.

Таблица 20 - Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистр
Календарное число дней	152	152
Количество нерабочих дней	42	44
- выходные дни	9	13
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	26	-
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	75	95

Таблица 21 - Расчёт основной заработной платы.

Исполнители	З _б , руб.	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _р , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	36363,73	1,3	46341,26	1603,17	75	120237,75
Специалист	2500				95	12500

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.

Таблица 22 - Заработная плата исполнителей НТИ.

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	120237,75	12500
Дополнительная зарплата	18163,12	-
Итого по статье С _{зп}	138400,87	12500

Отчисления на социальные нужды.

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

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

где $k_{\text{внеб}} = 27,1\%$ коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 23 - Отчисления на социальные нужды.

	Руководитель	Специалист
Зарплата	120237,75	12500
Отчисления на социальные нужды	32584,4	3387,5

3.3. Организационная структура проекта

Таблица 24 - Выбор организационной структуры научного проекта.

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	Низкая

Вывод: на основе проведенного анализа выбора организационной структуры научного проекта, было выявлено, что наиболее выгодной является проектная структура.

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

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

Показатели экономической эффективности проекта учитывают финансовые последствия его осуществления для предприятия, реализующего данный проект. В этом случае показатели эффективности проекта в целом характеризуют с экономической точки зрения технические, технологические и организационные проектные решения.

Бюджетная эффективность характеризуется участием государства в проекте с точки зрения расходов и доходов бюджетов всех уровней.

4.1. Динамические методы экономической оценки инвестиций

Динамические методы оценки инвестиций базируются на применении показателей:

- чистая текущая стоимость (**NPV**);
- срок окупаемости (**PP**);
- внутренняя ставка доходности (**IRR**);
- индекс доходности (**PI**).

Все перечисленные показатели основываются на сопоставлении чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности, и их приведении к определенному моменту времени. Теоретически чистые денежные поступления можно приводить к любому моменту времени (к будущему либо текущему периоду). Но для практических целей оценку инвестиции удобнее осуществлять на момент принятия решений об инвестировании средств.

4.2. Чистая текущая стоимость

Данный метод основан на сопоставлении дисконтированных чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности.

Чистая текущая стоимость является абсолютным показателем. Условием экономичности инвестиционного проекта по данному показателю является выполнение следующего неравенства: $NPV > 0$.

Чем больше **NPV**, тем больше влияние инвестиционного проекта на экономический потенциал предприятия, реализующего данный проект, и на экономическую ценность этого предприятия.

Если инвестиции носят разовый характер, то **NPV** определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0,$$

где $ЧДП_{опt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t=0, 1, 2 \dots n$);

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, если **NPV** является положительной.

Таблица 25 - Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом.

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Итого приток	0	300	300	300	300
2.	Выручка от реализации, тыс.руб	0	300	300	300	300
3.	Коэффициент дисконтирования, (приведения при $i=0,20$)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
4.	Операционные затраты, тыс. руб (С+Ам+ФОТ)	0	47,3	47,3	47,3	47,3
5.	Налоги, (Выр-опер =донал.приб*20%)	0	53,21	53,21	53,21	53,21
6.	Итого отток, (Опер.затр+налоги)	-273,14	98,34	98,34	98,34	98,34
7.	Чистый денежный поток, (ЧДП=Пчист+Ам; Пчист=Пдонал.-налог)	-273,14	216,38	216,38	216,38	216,38
8.	Инвестиционные издержки, тыс.руб.	-273,14	0	0	0	0
9.	Дисконтированный чистый денежный поток, (с7*с8)	-273,14	197,118	179,551	163,677	149,284
10.	То же нарастающим итогом, (NPV =411,03)	-273,14	-69,82	108,78	264,87	411,03

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 411030 д. ед., что позволяет судить о его эффективности.

4.3. Дисконтированный срок окупаемости

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени. Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. Рассчитывается данный показатель примерно по той же методике, что и простой срок окупаемости, с той лишь разницей, что последний не учитывает фактор времени. Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (табл. 26).

Таблица 26 - Дисконтированный срок окупаемости.

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Дисконтированный чистый денежный поток	-273,14	197,12	179,55	163,67	149,28
2.	То же нарастающим итогом	-273,14	-69,82	108,78	264,87	411,03
3.	Дисконтированный срок окупаемости, месяц	1,47				

4.4. Внутренняя норма доходности

Для установления показателя чистой текущей стоимости необходимо располагать информацией о ставке дисконтирования, определение которой является проблемой, поскольку зависит от оценки экспертов. Поэтому, чтобы уменьшить субъективизм в оценке эффективности инвестиций на практике широкое распространение получил метод, основанный на расчете внутренней норма доходности (IRR).

Между чистой текущей стоимостью и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость следует из таблицы 20 и графика, представленного на рисунке 2.

Таблица 27 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования.

№ п/п	Наименование показателя	Номер шага (периода) расчета (t)					NPV
		0	1	2	3	4	
1	Чистые денежные потоки	-273139	216381	216381	216381	216381	
2	Коэффициент дисконтирования						
	i=0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	i=0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	i=0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	i=0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	i=0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,095	
	i=0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,070	
3	Дисконтированный денежный поток						
	i=0,1	-273139	196,118	178,551	162,677	148,284	411030
	i=0,2	-273139	180317,5	150264,6	125220,5	104350,5	287243,3
	i=0,4	-273139	154557,8	110398,5	78856,1	56325,7	130211,6
	i=0,5	-273139	144254	96169,3	64112,8	42741,9	79132,7
	i=0,6	-273139	135238,1	84523,8	52827,4	33017,1	23761,5
	i=0,7	-273139	127282,9	74872,3	44042,5	25907,4	-10414,6

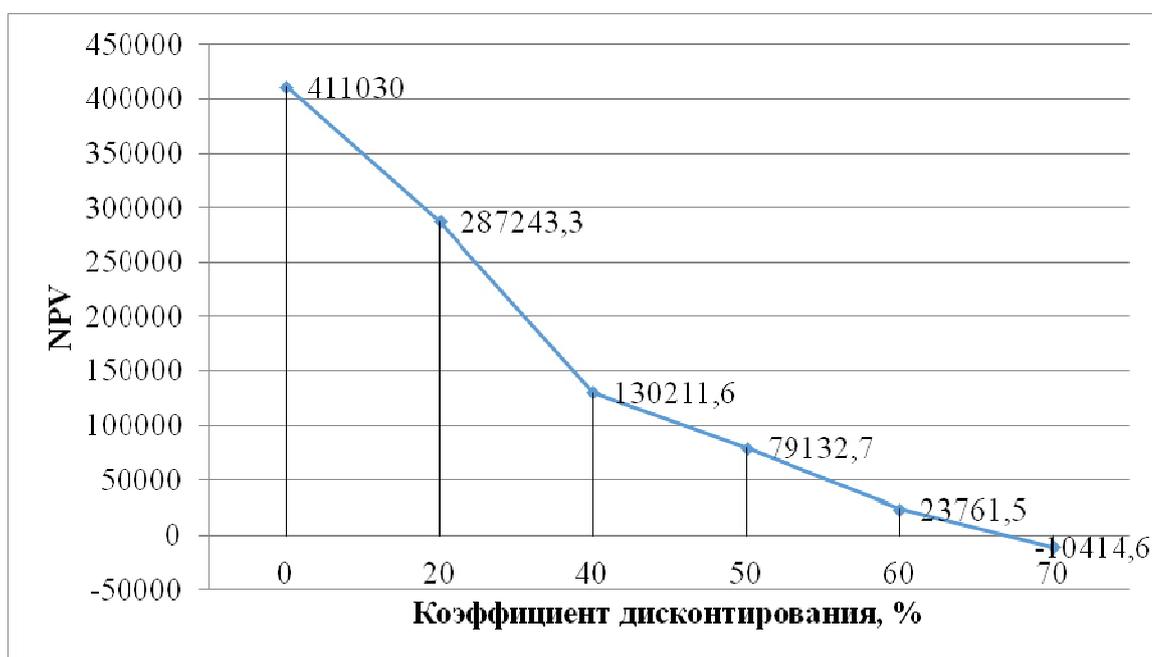


Рисунок 22 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования.

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в 0, носит

название «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что внутренняя норма доходности равна 0,67.

4.5. Индекс доходности (рентабельности) инвестиций

Индекс доходности (ИД) показывает, сколько приходится дисконтированных денежных поступлений на рубль инвестиций.

Расчет этого показателя осуществляется по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧПД_t}{(1+i)^t} / I_0,$$

где I_0 – первоначальные инвестиции.

$$ИД = \frac{761013 + 692391 + 623261 + 547460}{274122} = 9,5$$

ИД=9.5>1, следовательно, проект эффективен при $i=0,1$; NPV=273139

4.6. Оценка сравнительной эффективности исследования

Таблица 28 – Группировка затрат по статьям аналогов разработки.

Вариант исполнения аналога, №	1	2
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	500	1000
Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	150000	200000
Основная заработная плата	137048	153920
Отчисления на социальные нужды	39453	42987,1
Итого плановая себестоимость	329373	401675,1

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{273139}{401675,1} = 0,68$$

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{329373}{401675,1} = 0,82$$

$$I_{\Phi}^{a2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{401675,1}{401675,1} = 1$$

где I_{Φ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы.

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p,$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i – весовой коэффициент i-го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	3
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	3	4
Помехоустойчивость	0,15	5	4	3
Энергосбережение	0,20	4	4	2
Надежность	0,25	5	4	4
Материалоемкость	0,15	1	2	3
ИТОГО	1	24	21	19

$$I_{\text{ТП}} = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 1 \cdot 0,15 = 4,05$$

$$\text{Аналог 1} = 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,15 = 3,55$$

$$\text{Аналог 2} = 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,2$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{финр}}^P$) и аналога ($I_{\text{финр}}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^P = \frac{I_m^P}{I_{\text{ф}}^P} = \frac{4,05}{0,68} = 5,9$$

$$I_{\text{финр}}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\text{ф}}^{a1}} = \frac{3,55}{0,82} = 4,3$$

$$I_{\text{финр}}^P = \frac{I_m^{a2}}{I_{\text{ф}}^{a2}} = \frac{3,2}{1} = 3,2$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^P}{I_{\text{финр}}^{a1}} = \frac{5,9}{4,3} = 1,37$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^{a2}} = \frac{5,9}{3,2} = 1,84$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта; $I_{m^p}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{m^a}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 30 - Сравнительная эффективность разработки.

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,82	1	0,68
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,55	3,2	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	5,9	4,3	3,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,37		1,84

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной в дипломной работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе проведения анализа показателей эффективности инвестиций была получена чистая текущая стоимость – 411,03 тыс. руб. Таким образом, данный инвестиционный проект можно считать выгодным, NPV является положительной величиной. Дисконтированный срок окупаемости проекта составляет 1,47 лет. Внутренняя ставка доходности – 0,67 что позволяет признать инвестиционный проект экономически оправданным, так как выполняется условие неравенства $IRR > i$. Индекс доходности – 9,5 и основываясь на том, что данная величина превышает единицу, можно утверждать, что инвестиция выгодна.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА 5 «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5201	Стебловский Денис Сергеевич

Институт	ИнЭО	Кафедра	ХТТ и ХК
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования: бензин Прибор: Хроматограф «Хроматэк–Кристалл 5000» Методика: Исследование углеводородного состава товарных бензинов хроматографическим методом Рабочая зона: испытательная лаборатория Применение: НПЗ</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем - индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты) 	<p>-качество бензинов на АЗС, его физико-химические свойства, соответствие ГОСТу; ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ.Опасные и вредные производственные факторы. Классификация ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования(01.07.92). СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация -Ожоги (ЛВЖ) Соблюдение правил пожарной безопасности. Защита персонала от воздействия электромагнитного излучения (компьютер, хроматограф):</p> <ul style="list-style-type: none"> • использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность поля потока энергии электромагнитных волн; • экранированием рабочего места и источника излучения; • рациональным размещением оборудования в рабочем помещении; • подбором рациональных режимов работы оборудования и режима труда персонала; • применением средств индивидуальной защиты.

<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью; - предлагаемые средства защиты.
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<ul style="list-style-type: none"> - пожар; - взрыв <p>Меры по предупреждению ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Пожарная безопасность; -Защитная одежда; -Вентиляция; - вводный инструктаж по технике безопасности <p>Действия при ЧС</p> <ul style="list-style-type: none"> -Вызов пожарной службы; -Использование первичных средств тушения пожара: <li style="padding-left: 20px;">Огнетушители ОУ-1 и ОУ-2; <li style="padding-left: 20px;">Ящик с песком; <li style="padding-left: 20px;">Асбестовое одеяло -Эвакуация
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. - М.: Минздрав России, 1997. ФЗ 125 от 24.07.1998 (Об обязательном социальном страховании). ТК РФ ст.142 (Ответственность работодателя за нарушение сроков выплаты заработной платы). Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	к. б. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5201	Стебловский Денис Сергеевич		

Введение

Данный раздел дипломной работы посвящен вопросам охраны труда и окружающей среды при работе с бензинами в условиях лаборатории.

Современный бензин для автомобилей должен удовлетворять ряду требований, обеспечивающих экономичную и надежную работу двигателя и требованиям эксплуатации. Поэтому, несмотря на свою экономическую значимость, бензин, при неправильном его использовании и нарушении мер безопасности может серьёзно повлиять на здоровье человека и окружающую среду в целом.

К основным показателям, обуславливающим токсические свойства бензинов, относят содержание свинца, ароматических углеводородов, в том числе бензола, концентрацию олефиновых углеводородов, серы и испаряемость.

Основная цель данного раздела в дипломной работе заключается в исследовании вредного воздействия бензина на человека и окружающую среду.

В соответствии с данной целью, в работе поставлены следующие задачи:

1. Провести оценку соответствия лабораторного помещения, в котором проводилась дипломная работа;
2. Рассмотреть виды бензинов, их состав и свойства, а именно марки бензинов АИ-95, АИ-98;
3. Определить опасные и вредные производственные факторы;
4. Раскрыть меры безопасности при обращении с бензином;
5. Показать вредное воздействия бензина на здоровье человека.

1. Производственная безопасность

Профессиональная социальная безопасность система сохранения жизни и здоровья работающих, временных работников, контрактников, посетителей и любых иных лиц, присутствующих на рабочем месте.

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

При проведении данной работы возникали следующие опасные и вредные производственные факторы [30]:

Таблица 31 - Исследование углеводородного состава товарных бензинов

Источник фактора. наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Работа с бензином 2. Работа с хроматографом 3. Работа с компьютером в лаборатории 4. Работа с легковоспламеняющимися токсичными жидкостями 5. Работа с электрооборудованием (опасность электропоражения)	1. Отклонение показателей микроклимата; 2. Превышение уровней шума и вибрации; 3. Повышенная загазованность воздуха рабочей среды. 4. Токсические вещества (бензин)	1. Электрический ток, неисправности электрооборудования 2. Воспламенении ЛВЖ	ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92) ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты) ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования безопасности.

Работа с токсическими веществами.

При проведении лабораторных исследований работник имеет дело с токсическими веществами, которые могут вызвать психическое возбуждение, эйфорию, головокружение, тошноту, слабость, рвоту, покраснение кожных покровов, учащение пульса. В более тяжёлых случаях могут отмечаться галлюцинации, обморочные состояния, судороги, повышенная температура [31]. Для защиты от действия этих веществ необходимо соблюдать меры индивидуальной защиты ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ.

Таблица 32 - Основные физико-химические, токсические, пожаро и взрывоопасные свойства используемых веществ.

Вещество	Физико-химические свойства	Пожаровзрывоопасные свойства
Бензин	Бесцветная летучая жидкость с резким запахом, смешивается с водой и многими органическими растворителями $t_{\text{кип}} = \text{от } 33 \text{ до } 205 \text{ } ^\circ\text{C}$ (в зависимости от примесей).	Плотность около 0,71 г/см ³ . Теплотворная способность примерно 10 200 ккал/кг (46 МДж/кг, 34,5 МДж/литр). Температура замерзания $-71 \text{ } ^\circ\text{C}$ в случае использования специальных присадок.

К работе с химическими веществами допускаются сотрудники не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж на рабочем месте, сдавшие экзамен по ТБ при работе с химическими веществами и не имеющие медицинских противопоказаний [31].

1.2. Меры безопасности при хранении и работе с вредными веществами

Каждая банка или емкость, содержащая вещество, должна снабжаться четкой надписью. Перед использованием вещества необходимо внимательно прочитать надпись. Нагрев веществ, выделяющих вредные газы и пары, а также работы с порошками вредных веществ разрешается проводить только в вытяжном шкафу при включенной тяге. Остатки ядовитых веществ, концентрированные кислоты и щелочи следует собирать в специально предназначенную для этих целей посуду. Вредные и ядовитые вещества должны храниться под тягой в толстостенных сосудах с притертыми пробками, важную роль играет вентиляция.

Действия в аварийной ситуации.

В случае остановки вытяжной вентиляции следует остановить все работы под тягой и сообщить о неисправности дежурному. В случае разлива

большого количества кислот на пол или на стол необходимо надеть противогаз, открыть форточку и засыпать кислоту песком или содой [32].

1.3. Организация вентиляции

В лаборатории организована смешанная система вентиляции. По способу воздухообмена естественная вентиляция является общеобменной и осуществляется через форточки, окна и двери. Искусственная вентиляция является местной и предназначена для отсоса вредных выделений (газы, пары, пыль, избыточное тепло) в местах их образования и удаления их из помещения [33].

Работа в лаборатории разрешается при непрерывной вентиляции с кратностью воздухообмена не менее 5. Лаборатория оборудована приточно-вытяжной вентиляцией. В лаборатории имеются два вытяжных шкафа, в которых можно работать с сильнодействующими ядовитыми веществами.

Скорость подсоса в вытяжном шкафу 0.75-1.0 м/с. Производительность вентиляционной установки 4500 м³/ч.

Лаборатория оборудована общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией и аварийной вентиляцией, кроме того, имеются 4 вытяжных шкафа и две раковины под тягой.

Кратность воздухообмена в вытяжных шкафах – 400 час⁻¹, что позволяет проводить работы с веществами 1 класса опасности. Средняя скорость воздуха в магистрали вытяжных шкафов составляет 1.5 м/с. Площадь проема шкафов составляет 0.7 м².

Кратность воздухообмена в помещении лаборатории:

$$K=L/V, \quad (13)$$

где L - производительность вентиляционной установки (м³/ч),

$$L = 3600 * F * v,$$

где F - площадь открытого сечения вытяжного устройства, м²;

v - скорость воздушного потока в сечении воздуховода, м/с.

Зная производительность вентиляционной установки и площадь открытого сечения вытяжного устройства (по паспорту лаборатории) можно определить скорость движения воздуха в тяге:

$$v = \frac{L}{3600 * F} = \frac{4720 \text{ м}^3/\text{ч}}{3600 * 0.7} = 1.93 \text{ м/с} \quad (14)$$

Кратность воздухообмена в помещении лаборатории:

$$K = L/V, \quad (13)$$

где L - производительность вентиляционной установки (м³/ч),

V - объем помещения (м³).

$$K = 4720/78 = 60.51 \text{ ч}^{-1}$$

При такой скорости движения воздуха в тяге и кратности воздухообмена в лаборатории можно работать с сильнодействующими ядовитыми веществами (таблица 32) [33].

Таблица 33 – Скорость подсоса воздуха в вытяжных шкафах и зонтах для веществ 4 степени опасности.

Группа веществ	Предельно-допустимая конц., мг/м ³	Скорость подсоса воздуха, м/с
IV-й класс – малоопасные Ацетон, бензин, этанол, эфиры уксусной кислоты	Более 10	0.35 – 0.50

В данной исследуемой работе использовались группы веществ 4 класса опасности (бензин) [34].

1.4. Естественное освещение

По задачам зрительной работы помещение лаборатории относится к группе средней точности, в которой производится различение объектов зрительной работы при фиксированном направлении зрения работающего на рабочую поверхность. В лаборатории могут проводиться работы средней точности по 4 разряду, подразряд «а».

Имеется 2 окна площадью 5.4 м² каждое, суммарная площадь световых проемов составляет 10.8 м². Коэффициент естественной освещенности КЕО = 1.7, что соответствует строительным нормам и правилам (КЕО = 1.5) [35].

Требуемая площадь световых проемов вычисляется по формуле:

$$E = \left(\frac{E_B}{E_H} \right) * 100 \quad (15)$$

$$S_0 = (S_n * E_H * K_3 * K_{зд}) / 100 * r_1 \quad (16)$$

$$S_0 = S_n \frac{e_H \cdot \eta_0 \cdot K_3 \cdot K_{зд}}{100 \cdot r_0 \cdot r_1} \quad (17)$$

где S_0 – площадь световых проемов при боковом освещении,

S_n – площадь пола помещения,

E_H – естественное освещение точки, расположенной внутри помещения,

E_H – значение коэффициента естественного освещения (КЕО), для лаборатории для горизонтальной поверхности на расстоянии 1м от пола $E_H = 1.5$,

K_3 – коэффициент запаса; для лаборатории, при вертикально расположенном светопропускающем материале $K_3 = 1,3$.

$K_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями; $K_{зд} = 1$;

$r_1 = 1.05$ - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному поверхностями помещения;

$$S_0 = 60 * 1.5 * 1.3 * 9.5 * 1 / (100 * 0.48 * 1.05) = 22.17 \text{ м}^2.$$

Естественное боковое освещение осуществляется через окно в наружной стене. Оно характеризуется коэффициентом естественной освещенности (КЕО) [36].

1.5. Искусственное освещение

Освещение в лаборатории комбинированное с использованием люминесцентных ламп, для которых число светильников рассчитывается по

формуле:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot m} \quad (18)$$

где E - нормируемая освещенность, E=400лк [35];

S - площадь пола, S = 60 м²;

Z - поправочный коэффициент светильника-1.2;

к - коэффициент запаса, равный 1.5;

F - световой поток одной лампы, равный 2200 лм, тип ЛДС;

M - число люминесцентных ламп в светильнике, m=2;

U - коэффициент использования светильника, который принимаем равным 0.6.

Тогда n = 6 светильников.

Искусственное освещение общее, источником служат люминесцентные лампы. Количество светильников – 10. В каждом светильнике по 2 лампы (ЛДС), освещенность помещения лаборатории 450 лк, что ЛДС соответствует санитарным нормам (E = 400 лк).

Таким образом, освещение в лаборатории соответствуют всем нормам и правилам [19].

1.6. Влияние вибрации и шума

В возникновении реакции организма на воздействие вибраций важную роль играют анализаторы центральной нервной системы- вестибулярный, кожный и другие аппараты. Длительное воздействие вибрации ведет к развитию профессиональной болезни [38].

Производственный шум нарушает информационные связи, что вызывает снижение эффективности и безопасности деятельности человека, так как высокий уровень шума мешает услышать предупреждающий сигнал опасности, так как вызывает усталость [45].

Предельно допустимые уровни воздействия разных типов шума обычно оцениваются с помощью эквивалентных уровней непрерывного шума.

Критерий риска повреждения слуха при полной ежедневной дозе воздействия следующий [39].

Таблица 34 – Предельно допустимые уровни шума.

Продолжительность воздействия, ч.	8	4	2	1	0,5	0,25	0,12	0,03	0,01
ПДД, Дб (по шкале А)	90	93	96	99	102	105	108	114	120

Таблица 35 – Воздействие вибрации на человека.

Частота вибрации, Гц	Амплитуда вибрации, мм	Характер влияния
различная	до 0,015	патологические изменения отсутствуют
10-50	0,05...0,1	изменения в ЦНС, сердце, органах слуха
50-100	0,1...1,3	значительные изменения в ЦНС, сердце, органах слуха, виброболезнь

Таблица 36 – Оценка влияния шума на человека.

Уровень звука, Дб	Звуковое давление, Па	Субъективная оценка действия звукового раздражителя на человека
8	2*10	порог слышимости
80	2*10	шум заметен
90	6,3*10	шум беспокоит
100	2	шум мешает
110	6,3	разговор невозможен
120	20	шум подавляет и раздражает
130	6,3*10	появление болевых ощущений

В научных лабораториях при 8-часовом рабочем дне уровень вибрации и шума не должен превышать максимального значения в 50-60 Дб (40-45 Дб – для комфортной и безопасной работы). Шум вытяжного шкафа и водоструйных насосов не превышает 60Дб согласно паспортным данным [37]. Из соседних помещений проникающего шума не регистрируется [20, 21].

Таким образом, уровень вибрации и шума в лаборатории соответствуют всем нормам и правилам.

1.7. Влияние электромагнитного излучения

Источником электромагнитного излучения является любой предмет, работающий на электрическом токе, в нашем случае это хроматограф и компьютер.

Энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице ниже [40].

Таблица 37 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции.

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, (В/м) ² ч	По магнитной составляющей, (А/м) ² ч	По плотности потока энергии (мкВт/см ²) ч
30 кГц - 3 МГц	20000.0	200.0	-
3 - 30 МГц	7000.0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800.0	0.72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГц	-	-	200.0

Требования безопасности при работе с источниками электромагнитного излучения.

Допустимые уровни электромагнитного излучения при работе с источниками излучения устанавливаются ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ "Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах", ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ "Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля", а также другими нормативными правовыми актами по охране труда.

Переносные экраны также используются при работах по обслуживанию электроустановок в виде съемных козырьков, навесов, перегородок, палаток и щитов.

Экранирующие устройства должны иметь антикоррозийное покрытие и заземление. При недостаточной эффективности применения средств коллективной защиты применяют индивидуальные экранирующие комплекты. Они предназначены для защиты от воздействия электрического поля,

напряженность которого не превышает 60 кВ/м, создаваемого электроустановками напряжением 400, 500 и 750 В и частотой 50 Гц [41].

Наиболее эффективно, для защиты персонала, использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности (эквивалентов антенн) Экраны источников излучения и рабочих мест блокируются с отключающими устройствами, что позволяет исключить работу излучающего оборудования при открытом экране. При воздействии на организм человека электрические и магнитные поля могут вызвать нарушения нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной и других систем, внешнего дыхания, пищеварительного аппарата, некоторых биохимических показателей крови. Эти воздействия могут выражаться в жалобах персонала на частую головную боль, сонливость или общую бессонницу, утомляемость, вялость, слабость, повышенную потливость, снижение памяти, рассеянность, головокружение, потемнение в глазах, беспричинное чувство тревоги, страха, боли в области сердца, изменение частоты пульса и др.

В лаборатории источниками ЭМИ являются компьютеры и хроматограф, расположенные по периметру лаборатории. Расположение компьютеров соответствует СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным ЭВМ и организации работы».

Таким образом, уровень ЭМИ в лаборатории соответствуют всем нормам и правилам.

1.8. Микроклимат

Лаборатория относится к помещениям с небольшими выделениями тепла. Для помещений этого типа относительными метеорологическими условиями являются [32].

Таблица 38 - Сравнительная характеристика данных и допустимых показателей в лаборатории.

Метрологические условия	Данный показатель в лаборатории	Допустимый показатель в лаборатории
1. В холодное время с температурой наружного воздуха ниже +10°C		
температура воздуха в лаборатории, °С	+21 ÷ +23	+20 – +22
относительная влажность воздуха, %	40-60	35 – 55
скорость движения воздуха, м/с	0.1	0.1 - 0.2
2. В теплый период с температурой наружного воздуха выше +10°C		
температура воздуха в лаборатории, °С	+22 ÷ +24	+20 – +22
относительная влажность воздуха, %	40-60	35 – 55
скорость движения воздуха, м/с	0.2	0.1 - 0.2

Таким образом, микроклиматические условия в лаборатории соответствуют всем нормам и правилам.

1.9. Электрический ток, электрооборудования

Из электрооборудования в лаборатории имеются компьютеры, хроматограф, светильники с люминесцентными лампами питаемые переменным электрическим током с напряжением 220 В. Установочная мощность-6кВт. Всё оборудование относится к классу 1, т.е. имеет, по крайней мере, рабочую изоляцию и элемент для заземления.

Категория лаборатории по возможности поражения людей электрическим током: класс "В-Іб" [42], без повышенной опасности поражения электрическим током.

1.10. Воспламенении ЛВЖ

В лаборатории ЛВЖ и ГЖ имеются в количествах дневного потребления. При нормальной эксплуатации образование взрывоопасных смесей горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не происходит и возможно только в результате аварий или неисправностей.

2. Экологическая безопасность

2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Воздействие бензинов на окружающую среду связано с токсичностью углеводородов и не углеводородных примесей как в жидком, так и в парообразном состоянии. Токсичностью обладают и многие продукты сгорания бензинов.

Токсичность бензинов обуславливается их химическим и фракционным составом. Чем больше в бензине углеводородов с двойными связями, тем он токсичней. Содержание паров бензина в воздухе зависит от его испаряемости (давления насыщенных паров, температуры начала кипения). Высокой токсичностью характеризуются свинцовые антидетонаторы, широко применяемые при производстве бензинов. Токсичность бензинов также возрастает с увеличением концентрации сероорганических и кислородсодержащих соединений.

Все продукты сгорания бензинов поступают в атмосферу, загрязняя воздух. Особенно сильное загрязнение продуктами сгорания происходит в крупных городах с большим числом эксплуатируемых автомобилей [15].

Токсическими выбросами автомобилей являются выпускные (отработавшие) газы, картерные газы и пары топлива из карбюратора и топливного бака, причем основная доля приходится на выпускные газы. Состав этих газов и содержание в них токсичных компонентов зависит от многих факторов, в том числе и от химического состава применяемых бензинов.

Пропитывание этилбензолом приводит к активным изменениям химического состава, свойств и структуры почвы. Прежде всего это сказывается на гумусовом горизонте: количество углерода в нем резко увеличивается, но ухудшается свойство почв как питательного субстрата для растений.

В почвенном профиле идет изменение окислительно-восстановительных условий, увеличение подвижности гумусовых компонентов и ряда микроэлементов.

Загрязнение почв оказывает длительное отрицательное воздействие на почвенных животных, вызывая их массовую элиминацию в интенсивной зоне загрязнения ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Отрицательное действие загрязнения осуществляется в результате прямого контакта с этилбензолом и через изменение свойств загрязненных почв.

В почве и атмосферном воздухе населенных мест содержания НП не нормированы, но существуют ПДК для некоторых ароматических углеводородов и бенз(а)пирена в почве, а также ПДК для углеводородов различных классов (и их производных) в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны.

Для ограничения загрязнения окружающей среды государственными органами разрабатываются и вводятся в действие нормы по допустимому содержанию вредных веществ в атмосфере, воде и почве. Соблюдение этих норм во многом зависит от токсических выбросов автомобилей, также жестко регламентируемых различными законодательными актами, к бензинам предъявляется ряд требований, направленных исключительно на уменьшение загрязнения окружающей среды. Этими экологическими требованиями дополнительно к требованиям двигателя и эксплуатации регламентируется допустимое содержание в бензинах непредельных и ароматических углеводородов, сернистых соединений, антидетонаторов, а также легких углеводородов С3 и С4, особенно заметно влияющих на загрязнение атмосферы парами топлива.

2.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.

Общий уровень загрязнения воздуха рабочей зоны вредными веществами может быть оценен как низкий - концентрации вредных веществ не превышают соответствующих ПДК. Кратковременное, эпизодическое повышение концентрации вредных веществ возможно только при возникновении внестатных ситуаций.

2.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Перечень мероприятий по охране окружающей среды, направленных на защиту окружающей среды:

- строительство современных экологичных установок с передовой технологией с одновременным выводом из эксплуатации морально и физически устаревших установок;
- внедрение новых технологических процессов по очистке газовых выбросов и промышленных стоков, утилизация промтоходов;
- производство нефтепродуктов с улучшенными экологическими свойствами;
- внедрение автоматизированной системы экологического мониторинга окружающей среды.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Самым опасным с точки зрения взрывоопасности является бензин. Для хранения топлива используются подземные резервуары.

Наиболее опасные аварийные ситуации связаны с разрушением автоцистерны, доставляющей топливо. Последствиями возможных аварийных

(чрезвычайных) ситуаций может быть поражение персонала избыточным давлением ударной волной взрыва, а также тепловым излучением пожара разлива или «огненного шара».

3.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

При работе в лаборатории используются индивидуальные средства защиты. В лаборатории находится аптечка, содержащая все медикаменты, необходимые для оказания первой медицинской помощи. Перед непосредственным началом работы в лаборатории проводился вводный инструктаж по технике безопасности [18].

3.2.1. Электробезопасность

Категория лаборатории по возможности поражения людей электрическим током: класс "В-Іб" [42], без повышенной опасности поражения электрическим током. Полы токонепроводящие, помещение сухое, влажность воздуха не более 60%. Электропроводящая пыль в воздухе отсутствует [43].

Приборы питаются от сети переменного тока с частотой 50Гц и напряжением 220В. Все электрические установки и светильники выполнены в обычном исполнении. Пусковые устройства, рубильники, розетки, выключатели защищены от непосредственного соприкосновения человека с токопроводящими частями и занулены на единый контур. Сопротивление изоляции между двумя предохранителями не менее 0.5 МОм. Утечка тока через изоляцию не более 1 мА. Электрооборудование без специальных устройств взрывозащиты, но закрытого исполнения (нет искрящихся элементов).

При выполнении экспериментальной работы используются электроустановки и приборы, питаемые переменным электрическим током с напряжением 220 В. Установочная мощность-6кВт.

Для защиты от перегрузок электросеть снабжена приборами автоматического защитного отключения.

Для защиты от случайных поражений электрическим током применяются:

- Полная изоляция всех токоведущих элементов;
- Защитное заземление всех приборов, которое подключается к общему контуру с сопротивлением 4 Ом.

Во взрывоопасных зонах всех классов следует применять электрооборудование химически стойкого исполнения. Электрооборудование в лаборатории относится к классу 1, т.е. имеет, по крайней мере, рабочую изоляцию и элемент для заземления.

3.2.2. Способы и средства защиты от статического электричества

К общим способам по снижению возможности образования и накопления зарядов статического электричества на рабочих поверхностях, изделиях, одежде и теле работающих относятся:

- заземление электропроводных (в том числе и неметаллических) элементов оборудования и инструментов;
- общее и местное увлажнение воздуха и его ионизация;
- увеличение поверхностной и объемной проводимости обрабатываемых материалов;
- подбор контактирующих материалов, при которых уровень электризации минимален;

- ограничение скорости переработки и транспортирования электризующихся материалов (уменьшение скорости перемешивания и переливания жидкостей, возможности разбрызгивания и т.п.).

На производстве заземлению подлежат все металлические части оборудования, инструмента, корпуса измерительной аппаратуры, конструктивные элементы рабочего места и т.п. Неметаллическое оборудование может считаться электростатически заземленным, если сопротивление растеканию тока в земле с любых точек его внешней и внутренней поверхностей не превышает 10 Ом (при относительной влажности воздуха не выше 60%). Например, покрытие пола считается электропроводным для статического электричества, если электрическое сопротивление между металлической пластиной площадью 50 см², уложенной на пол и прижатой с силой в 25 кг·см, и заземлением не превышает 8 Ом (бетон, керамическая плитка, ксилолит, антистатический линолеум и др.). Заземление работающих обеспечивается применением антистатических заземляющих браслетов, антистатической одежды и обуви.

Заземляющий браслет соединяется с заземлением (или с заземленной нейтралью трехфазной сети) через резистор сопротивлением не менее в один мегаОм (для обеспечения электробезопасности) гибким многожильным проводом.

Для снижения поверхностного сопротивления покрытий рабочих поверхностей производственных участков, где позволяет технология, повышают относительную влажность до 65-75%, что достигается свободным испарением воды с больших площадей, ее распылением или выпуском пара из форсунок.

Для уменьшения плотности зарядов наэлектризованного материала применяется индукционные, высоковольтные и радиационные нейтрализаторы.

Недостатком поверхностного нанесения антистатических веществ является недолговечность их действия, так как они неустойчивы к

механическим воздействиям. Наиболее эффективным является внутреннее введение этих веществ в полимеры.

Снижение возможности образования опасной искры с поверхности наэлектризованного материала достигается в некоторых случаях увеличением электрической емкости заряженного материала по отношению к земле путем установки заземленной металлической пластины либо сетки непосредственно под заряженной поверхностью.

Для снижения напряженности электростатического поля в рабочей зоне применяют стационарные или переносные экраны из металлической сетки.

Для устранения взрывоопасных концентраций мелкодисперсной пыли необходимо устройство эффективной вентиляции непосредственно с места контакта электризующихся материалов. При этом в системе вытяжной вентиляции должны устанавливаться индукционные нейтрализаторы. Защита от статического электричества в лаборатории.

Электрооборудование имеет заземление; для предотвращения накопления на корпусах приборов статического заряда проводится протирка этиловым спиртом [22].

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

3.3.1. Пожарная профилактика

Лаборатория по степени пожаро-взрывоопасности относится к категории "В", по степени огнестойкости – 2 класс [44].

ЛВЖ и ГЖ имеются в количествах дневного потребления. При нормальной эксплуатации образование взрывоопасных смесей горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не происходит и возможно только в результате аварий или неисправностей. Однако в таком помещении могут быть зоны, где есть ЛВЖ в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме, не превышающем 5% свободного объема

помещений. При этом горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при ПДК или в них возможно наличие водорода в количествах, исключающих образование взрывоопасных смесей в объеме более 5% свободного объема помещения. К этим же зонам относятся лабораторные помещения, где горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, а работа с ними производится в вытяжных шкафах. При работе с горючими веществами должны соблюдаться меры безопасности. Все легковоспламеняющиеся вещества должны находиться в закрытых толстостенных емкостях, чтобы предотвратить испарение, и обязательно в металлическом ящике. Отработанные жидкости сливают в специальные контейнеры для дальнейшей регенерации и очистки. Излишки реагентов хранятся в специальных шкафах на улице. Для оповещения о пожаре служит телефонная связь и специальная сигнализация.

3.3.2. Обеспечение пожаро- и взрывобезопасности

Возможные источники воспламенения: короткое замыкание в сети электрического тока и электрооборудования; нагревательные приборы. Для предотвращения возгорания проводится тщательная изоляция электропроводки и токоведущих частей оборудования, а также заземление оборудования и термоизоляция нагревательных приборов [16].

3.3.3. Средства пожаротушения

Снаружи здания имеется внешний пожарный водопровод с гидрантами, которые установлены на расстоянии 150 м друг от друга, не более 2 м от дороги и не менее 5 м от стены. Расстояние от гидранта до места тушения пожара 100 метров для водопровода низкого давления. Есть также пожарный водопровод с пожарными кранами на высоте 135 см (в 6 метрах от лаборатории).

Первичными средствами тушения пожара являются:

- Огнетушители ОУ-1 и ОУ-2;
- Ящик с песком;
- Асбестовое одеяло.

Помещение лаборатории оборудовано автоматической пожарной сигнализацией, а в коридорах установлены ручные пожарные извещатели и аварийный душ. Для оповещения о пожаре имеется кнопка сигнализации и телефон [23]. Таким образом, обеспечение пожаробезопасности в лаборатории соответствуют всем нормам и правилам.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Охрана труда — система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, санитарно-гигиенические, психофизические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Функциями охраны труда являются исследования санитарии и гигиены труда, проведение мероприятий по снижению влияния вредных факторов на организм работников в процессе труда (согласно ст.142 ТК РФ). Основным методом охраны труда является использование техники безопасности. При этом решаются две основные задачи: создание машин и инструментов, при работе с которыми исключена опасность для человека, и разработка специальных средств защиты, обеспечивающих безопасность человека в процессе труда, а также проводится обучение работающих безопасным приемам труда и использования средств защиты, создаются условия для безопасной работы.

Основная цель улучшения условий труда — достижение социального эффекта, т.е. обеспечение безопасности труда, сохранение жизни и здоровья работающих, сокращение количества несчастных случаев и заболеваний на производстве.

4.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

4.1.1. Страхование

Страхование обеспечивает работнику:

- социальную защиту;
- компенсацию вреда здоровью и жизни, возникшего при исполнении обязанностей, предусмотренных трудовым договором;
- принятие работодателем мер по предупреждению и сокращению количества случаев профзаболеваний и травм на производстве.

Этот же закон (Об обязательном социальном страховании) обеспечивает застрахованному компенсацию морального вреда, причиненного ему в результате несчастного случая на производстве или в связи с развившимся профессиональным заболеванием. Обязанность по компенсации согласно п.3 ст.8 Закона лежит на причинителе вреда (т. е. на работодателе).

Таким образом, если вред причинен источником повышенной опасности, владелец этого источника несет ответственность перед потерпевшим независимо от своей вины (вообще, работодатель отвечает за трудовое увечье работника, если оно имело место из-за необеспечения безопасных и здоровых условий труда или необеспечения мер по соблюдению правил техники безопасности, санитарно-гигиенических норм и т. д.).

При задержке оплаты труда более чем на 15 (согласно ст.142 ТК РФ) дней работник вправе, письменно известив об этом работодателя, прекратить исполнение своих трудовых обязанностей на все время до момента получения задержанной суммы. Это законный способ воздействия на работодателя, которым нужно активно пользоваться для защиты своих прав.

4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Дипломная работа проводилась в Лаборатории.

Размеры лабораторий согласно паспортным данным:

- высота – 3.5 м;
- общая площадь – 26 м²;
- кубатура – 78 м³.

В лаборатории работает 3 человека, на одного работающего приходится 26 м³ объема и 8,67 м² площади пола, что соответствует санитарным нормам проектирования промышленных предприятий ($S=4.5$ м², $V=15$ м³) [29].

Таким образом, общие условия работы в лаборатории соответствуют всем нормам и правилам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной работы на газовом хроматографе (Хроматэк-Кристалл 5000) были проведены исследования 18 проб бензина АИ-92 (6 проб) АИ-95 (6 проб) и АИ-98 (6 проб).

По итогам исследований можно сказать, что представленные пробы бензинов незначительно отличаются друг от друга по углеводородному составу, фракционному составу, октановому числу и эксплуатационным показателям. Из полученных результатов по углеводородному составу можно сделать вывод, что, лучше противостоят детонации бензины, в которых преобладают ароматические углеводороды (2 проба АИ-92), (3 проба АИ-95), (2 проба АИ-98), затем следуют нафтеновые (5 проба АИ-92), (2 проба АИ-95), (1 проба АИ-98) и наименьшая детонационная стойкость у бензинов, состоящих в основном из нормальных парафиновых углеводородов. Выяснили, что, детонационная стойкость бензина оценивается октановым числом, указываемым в стандартах или технических условиях в числе важнейших физико-химических свойств бензина. Показатель октанового числа входит и маркировку бензина (ГОСТ Р 32513-2013). Чем выше октановое число, тем более стоек бензин перед детонацией и тем лучшими эксплуатационными качествами он обладает. Наибольшей детонационной стойкостью обладает 1 проба АИ-92, 1 и 5 проба бензина АИ-95 и 6 проба АИ-98. Кроме октанового числа, одним из важнейших эксплуатационных качеств бензина является фракционный состав. Он устанавливает зависимость между количеством топлива (в % по объему) и температурой, при которой оно перегоняется. Опираясь на данные ГОСТа Р 32513-2013 температура начала кипения 10% и температура выкипания 50% нормируется всегда не выше определенного значения, все восемнадцать проб бензина соответствуют нормам, кроме пробы 2 АИ-92. Не меньшее значение имеет и полнота испарения топлива, которая по данным стандартной разгонки хорошо характеризуется температурами выкипания 90% бензина и конца кипения. Температура конца кипения, во всех исследуемых пробах соответствует значениям ГОСТа, кроме проб 1, 3, 5 АИ-95.

В ходе исследуемой работы, анализируя полученные данные, пришли к выводу, что лучшими пробами, являются пробы 1 АИ-92, пробы 1,2 АИ-95 и пробы 1,5,6 АИ-98 так как они в большинстве своих показателей соответствуют нормам ГОСТа Р 32513-2013.

Список использованных источников

1. Ахметов С.А. Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива: Учебное пособие. – СПб.: Недра, 2007 г. – 312 с.
2. Лайтинен Г.А., Харрис В.Е. Химический анализ. – Пер. с англ. Под ред. Ю.А. Клячко. – 2 изд., перераб. – М.: Химия, 1979. – 624 с.
3. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 36 с.
4. Вандяк И.Ф. Химия. Учебник для ВУЗов. М.: Стройиздат, 2001 г. –496с.
5. Егоров Е. Бензины. М.: Издательский центр Техинформ. 2003 г. –343 с.
6. Овчинников А.В. Сравнительная характеристика бензинов, производимых в России и других странах. М.: Издательский центр Техинформ. –2005 г. – 286 с.
7. Романов И.А. Производство бензина. М.: Стройиздат, 2006 г. - 512 с.
8. Царев Н.И., Царев В.И., Катраков И.Б. Практическая газовая хроматография: Учебно-методическое пособие для студентов химического факультета по спецкурсу «Газохроматографические методы анализа». Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2000. - 156 с.
9. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1 Общие вопросы. Методы разделения: Учебник для ВУЗов/ Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др.; Под ред. Ю.А. Золотова. - М.: Высшая школа, 1999. - 351 с.
10. Гольберт К.А., Вигдергауз М.С. Введение в газовую хроматографию. -М: Химия, 1990. - 343 с.
11. Айвазов Б.В. Основы газовой хроматографии: учебное пособие для студентов хим. спец. ВУЗов. М.: Высшая школа, 1997 г. 183 с.
12. Макарьев С.В. и др. — В кн.: Производство высокооктановых бензинов. Труды Гроз НИИ. Грозный, 1976, вып. 30, с. 72—76; Нефтепереработка и нефтехимия, 1978, № 11, с. 18—20.
13. Печчи Д., Флорис Т. — Переработка углеводородов, 1997, № 12, 233 с.
14. А.М. Данилов. Применение присадок в топливах для автомобилей. М. 2000. -232 с.

15. Гоголев В.А. Экологические проблемы при использовании различных марок бензина. М.: Издательство стандартов. - 2000 г. 316 с.
16. Баратов А.Н., Корольченко А. Я., Кравчук Г.Н. и др. Пожаро- и взрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. Изд. в 2 книгах. М.: Химия. – 1990. – 496с
17. Маринина Л.К. Безопасность труда в химической промышленности: учеб. пособ. для вузов. М.: Академия. – 2006. – 528 с.
18. Плахов А.М. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. – Томск: Изд.: ТПУ, 1997. – 156 с.
19. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
20. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
21. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность, общие требования.
23. ГОСТ 12.1.004-85. ССБТ. Пожарная безопасность, общие требования.
24. Ахметов С.А., Сериков Т.П. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие –СПб.: Недра, 2006. – 868 с.
25. ГОСТ Р 32513-2013. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия.
26. Бензин – общая информация о качестве // [http:// autonewsmonitoring.info /poleznye-sovety/2769-kakie-yelementy-v-sostave-topliva-uxudshayut-ego-kachestvo.html](http://autonewsmonitoring.info/poleznye-sovety/2769-kakie-yelementy-v-sostave-topliva-uxudshayut-ego-kachestvo.html)
27. Газовый хроматограф «Хроматэк–Кристалл 5000» <http://www.chromatec.ru/products/main/gc/C5000/>
28. Алматов А.И. Руководство по подготовке и проведению хроматографического анализа на аппаратно – программном комплексе «Хроматэк–Кристалл 5000» Йошкар-Ола, 2008. – 51 с.
29. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-

вычислительным машинам и организации работы». - М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

30. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. - М.: Минздрав России, 2006.

31. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

32. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. - М.: Минздрав России, 1997.

33. СанПиН 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

34. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. Минздрав России, 1998.

35. СНиП 23-05-95. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение. - М.: Минстрой России, 1995.

36. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. - М.: Минздрав России, 2003.

37. СН 2.2.4/2.1.8.566. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. - М.: Минздрав России, 1997.

38. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.

39. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

40. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.

41. ГОСТ 12.1.002-84. Электрические поля токов промышленной частоты напряжением 400 кВ и выше. Общие требования безопасности.

42. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

43. ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

44. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. - М.: Гострой России, 1997. - с.12.
45. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
46. Нефтепродукты. Свойства. Качество. Применение / Справочник под ред. Лосикова Б.В. –М.: «Химия», 1966.
47. Оболенцев Р.Д. Физические константы углеводородов жидких топлив и масел. –М.: Гостоптехиздат, 1953.
48. Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико- технологических систем нефтеперерабатывающих производств Э.Д. Иванчина, М.В. Киргина, Н.В. Чеканцев, И.М. Долганов, Е.С. Шарова, 2013. – с.160.
49. Технические условия ТУ 4215-025-44229117-03 Октанометры «ОКТАН-И».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 - Фракционный состав товарного бензина АИ-95

Отгон, %	Температура, °С					
	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6
0,5	38,819	31,559	38,727	37,386	36,098	39,256
5	53,519	47,793	54,899	50,101	54,553	52,917
10	57,47	56,274	59,858	57,25	59,31	57,178
15	61,516	61,966	64,963	62,66	64,201	61,347
20	65,657	67,847	69,942	68,239	69,227	65,617
25	69,837	74,005	73,72	73,347	72,827	69,946
30	73,755	80,387	77,572	78,44	76,471	74,148
35	77,752	86,941	81,495	83,659	80,181	78,44
40	81,826	91,46	85,491	88,5	83,956	82,82
45	85,979	96,068	90,195	92,648	88,175	87,461
50	91,566	100,763	95,341	96,869	93,746	94,021
55	97,677	105,546	100,598	101,163	99,447	100,764
60	103,941	108,767	105,965	105,53	105,281	107,094
65	111,48	111,868	114,751	109,649	113,739	111,718
70	119,769	115,004	123,819	113,795	122,799	116,421
75	128,049	118,175	131,473	118,004	130,782	121,202
80	135,571	121,381	138,603	122,274	138,039	126,061
85	143,27	124,622	145,89	126,693	145,459	134,762
90	154,703	130,644	159,42	135,454	158,975	144,103
95	182,385	140,686	194,186	144,457	194,917	166,496
98	218,402	146,861	221,064	164,497	221,554	215,414
100	260,533	173,138	261,193	219,724	263,303	264,189

Таблица А.2 - Фракционный состав товарного бензина АИ-98

Отгон, %	Температура, °С					
	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6
0,5	38,889	39,766	40,017	39,951	40,394	40,339
5	52,707	51,685	53,943	53,32	54,094	53,99
10	58,423	57,081	58,217	57,603	57,656	57,148
15	64,004	61,568	62,601	61,998	61,296	60,367
20	69,684	66,173	67,096	66,505	65,012	63,646
25	74,63	70,963	71,418	71,05	68,804	66,985
30	79,699	76,016	75,571	75,589	72,825	70,528
35	84,891	81,196	79,809	80,23	76,951	74,447
40	89,669	86,503	84,134	84,974	81,16	78,444
45	94,213	93,094	89,11	91,001	85,453	82,517
50	98,843	99,964	95,175	97,991	91,817	86,668
55	103,559	106,631	101,395	105,182	99,373	96,144
60	108,099	111,153	107,874	109,963	106,627	106,134
65	112,443	115,751	114,789	114,511	111,019	111,182
70	116,856	120,424	121,878	119,133	115,482	116,325
75	121,338	125,172	128,953	123,829	120,016	121,561
80	125,889	132,387	135,853	130,409	124,621	127,136
85	134,803	140,73	142,902	139,55	131,624	136,176
90	144,676	150,487	152,553	149,509	140,432	145,474
95	200,741	182,602	171,842	177,642	159,826	166,676
98	215,987	218,764	216,032	218,897	213,994	215,075
100	230,621	263,809	256,988	264,534	258,907	266,113