

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 17»
Артёмовского городского округа
Приморский край

Всероссийский конкурс юных исследователей
окружающей среды имени Б.В. Всесвятского
Номинация: «Зеленая энергетика»

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА АИ-95
В ГОРОДЕ АРТЁМЕ

Выполнила:
Сухих София Артемовна,
обучающаяся 11 класса
Руководитель: Ходорова
Вероника Валерьевна,
учитель химии
МБОУ СОШ № 17 АГО

Оригинальность: 79%

г. Артём
2026 год

Оглавление

Введение	3
1. Глава 1. Обзор литературы по теме исследования	5
1.1 Физико-географическая характеристика Артема, которая делает его привлекательным для туристов	5
1.2 Компании, которые занимаются снабжением топливом Приморского края	6
1.3 Промышленное получение бензина АИ -95	7
1.4 Бензин АИ -95, его основные качественные характеристики	7
1.5 Стандарты качества	7
Глава 2. Методика исследования	8
2.1 Объект, место и сроки исследования	8
2.2 Методы отбора проб и подготовки к анализу	9
2.3 Методы лабораторного анализа	9
2.4 Методы обработки и анализа данных	15
Глава 3. Результаты исследований и их обсуждение	15
Выводы	17
Заключение	17
Список литературы и электронные источники	19
Приложение	20

Введение

Приморский край является центром притяжения туристов, которые в основном приезжают сюда на своём транспорте. Некоторые недобросовестные предприниматели пользуются ситуацией и наживаются на собственниках автотранспортов, предлагая им бензин низкого качества. Некачественное топливо может привести к серьёзным проблемам, включая поломку двигателей, увеличение расхода топлива и превышение предельно допустимых уровней загрязняющих веществ в атмосфере.

Найти бензин хорошего качества проблематично, поэтому серьёзная проблема для покупателей и стала предметом моего исследования.

Практическая значимость исследования

Результаты работы могут иметь социальную значимость. Автолюбители смогут выбрать АЗС для того, чтобы заправлять бензин без угрозы поломки двигателя и выхода из строя других запасных частей в процессе эксплуатации транспорта.

Цель:

Определение качества бензина, отпускаемого на автозаправочных станциях г. Артема.

Задачи:

1. Изучить основные качественные характеристики бензина АИ-95, его производство и нормативную базу, регулирующую его качество (ГОСТ).
2. Экспериментальным методом в школьной лаборатории провести сравнительный анализ образцов бензина АИ-95, отобранных на трех автозаправочных станциях города Артема.
3. Сопоставить полученные экспериментальные данные с требованиями стандартов качества бензина.
4. На основе результатов исследования составить практические рекомендации для автолюбителей, по бытовой оценке, качества бензина.

С целью изучения основных понятий темы осуществлён анализ литературных источников, представленных на различных web-сайтах. Теорию о том, что такое бензин и его стандарты мы рассматривали в таких научных журналах, как «Наука, техника и образование», «Физическая химия», размещенных на сайте научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Для проведения исследований мы использовали методику, описанную в руководстве для учащихся средней школы «Внеклассные практические занятия по химии» под редакцией Д.М. Кирюшкина. ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин»; учебник для общеобразовательных учреждений; Современные методы анализа нефтепродуктов.

Между высокоточными лабораторными методами и субъективными бытовыми приемами существует недостаток доступных, простых, но научно обоснованных способов первичной оценки качества топлива, которые могли бы быть реализованы в условиях, приближенных к бытовым (например, в школьной лаборатории).

Настоящее исследование направлено на то, чтобы сократить этот пробел. Его новизна заключается в попытке систематизировать и научно обосновать комплекс доступных методик проверки бензина, оценить их информативность и границы применимости, а также апробировать этот комплекс на конкретных образцах топлива в условиях г. Артема.

Сроки проведения исследования: декабрь-февраль 2024-2025 года.

Место проведения исследования: Приморский край, г. Артём. Точки отбора проб представлены на основании Яндекс и Гугл карт, загруженных в интернете. Анализы бензина выполнены самостоятельно на базе школьной лаборатории МБОУ СОШ №17.

Глава 1. Обзор литературы по теме исследования

1.1. Физико-географическая характеристика города Артёма, которая делает его привлекательным для туристов.

Географическое положение. Город расположен в северной части полуострова Муравьёва-Амурского, в 36 км к северо-востоку от центра Владивостока. Через Артём проходит Транссиб, федеральные трассы, транспортный международный коридор «Приморье-1». В городе располагается международный аэропорт Кневичи [1].

Выход к океану. Благодаря этому Артём давно получил статус курортного – его посещают как летом, так и зимой. Инфраструктура для отдыха развита: разнообразные водные аттракционы, пляжный отдых, катание на лыжах и тюбингах зимой [1].

Артёмовское озеро. Оно находится рядом с местной ТЭЦ и знаменито тем, что каждое лето водную гладь покрывают сотни цветков лотоса, из-за чего воды практически не видно, а озеро выглядит как большая цветочная поляна.

Игровая зона «Приморье». Это одна из четырёх легальных территорий азартного бизнеса. В ней работают не только казино, но и рестораны, отели, торгово-развлекательные центры, яхт-клуб и спортивные объекты [1].

1.2. Компании, которые занимаются снабжением топливом Приморского края.

Доставка нефтепродуктов в Приморском крае осуществляется через различные логистические системы, включая автомобильный, железнодорожный и морской транспорт. В регионе расположено несколько нефтебаз, которые играют ключевую роль в хранении и распределении нефтепродуктов.

ООО «Регион Восточный». Компания поставляет различные виды топлива по всей территории Приморского края, осуществляет бункеровку в портах Находки и Владивостока. Доставка по суше осуществляется бензовозами любого объёма.

Топливная компания «ВЛАДОЙЛ». Компания поставляет светлые нефтепродукты напрямую от производителей с доставкой в любую локацию Владивостока и Приморского края [2].

ООО «ДальВостокНефть». Компания занимается продажей и поставкой высококачественных нефтепродуктов по доступным ценам. Партнёрами являются крупные промышленные, сельскохозяйственные и строительные предприятия, организации снабжения и нефтепродуктообеспечения.

ООО «УссурНефтеПродукт». Компания имеет собственную производственную базу, включающую в себя современный склад светлых нефтепродуктов с автоматизированной системой слива, налива и учёта бензинов и дизельного топлива, а также транспортный цех с парком бензовозов различной калибровки [2].

1.3. Промышленное получение бензина АИ – 95

Производство бензина АИ-95 — сложный многоступенчатый процесс на нефтеперерабатывающих заводах, основными этапами которого являются

первичная и вторичная переработка нефти, компаундирование (смешивание) компонентов и добавление присадок.

Атмосферная перегонка нефти: на начальной стадии сырую нефть нагревают, и в ректификационной колонне она разделяется на фракции в зависимости от температуры кипения. Прямогонный бензин, получаемый на этом этапе, имеет низкое октановое число (около 60-70) и не может использоваться как товарное топливо.

Вторичные процессы повышения качества: для получения высокооктановых компонентов используются процессы, изменяющие углеводородный состав:

Каталитический риформинг: превращает низкооктановые нафтеновые и парафиновые углеводороды в высокооктановые ароматические, повышая октановое число до 95-100 [9].

Каталитический крекинг: расщепляет тяжелые углеводородные фракции на более легкие, являющиеся основой бензинового пула.

Гидроочистка: удаляет серу, азот и другие вредные примеси для соответствия современным экологическим стандартам.

Изомеризация: преобразует линейные парафины в разветвленные с более высоким октановым числом.

Компаундирование и присадки: полученные компоненты смешиваются в заданной пропорции для достижения требуемых характеристик, включая октановое число 95. Для улучшения эксплуатационных свойств добавляются присадки: антидетонаторы (например, МТБЭ), моющие, антиоксиданты и антикоррозионные [9].

1.4. Бензин АИ-95, его основные качественные характеристики.

Бензин АИ-95 — неэтилированное моторное топливо с октановым числом не менее 95 по исследовательскому методу. Маркировка «АИ» расшифровывается как «Автомобильный, с октановым числом, определенным Исследовательским методом».

Ключевые характеристики:

Октановое число (ОЧ): важнейший показатель, определяющий стойкость топлива к детонации — преждевременному самовоспламенению в двигателе. Использование бензина с ОЧ, ниже требуемого для двигателя, приводит к детонации, вызывающей повреждения (прогорание поршней, клапанов). Для АИ-95 ОЧ по исследовательскому методу (RON) составляет не менее 95, по моторному методу (MON) — не менее 85 [11].

Плотность: показывает массу топлива в единице объема. Для бензина АИ-95 нормируется в диапазоне 725-780 кг/м³ при +15°С (согласно ГОСТ 32513-2013). Как было установлено в практической части работы, этот параметр поддается проверке в школьной лаборатории.

Фракционный состав: определяет испаряемость топлива, от которой зависит легкость запуска двигателя, его приемистость и полнота сгорания.

Концентрация серы: современные стандарты (например, класс 5) жестко ограничивают содержание серы (не более 10 мг/кг) для снижения вредных выбросов и защиты каталитического нейтрализатора.

Давление насыщенных паров (ДНП): характеризует склонность топлива к образованию паровых пробок в топливной системе. Нормируется в зависимости от сезона и климатического класса [10].

Отсутствие механических примесей и воды: Качественный бензин должен быть чистым и прозрачным. Наличие взвесей или воды недопустимо и может привести к нарушениям в работе топливной системы.

1.5. Стандарты качества

Показатели качества бензина определяют его пригодность для использования в двигателях внутреннего сгорания и влияют на эффективность работы, срок службы двигателя и уровень выбросов вредных веществ. Качество бензина регулируется стандартами, такими как ГОСТ 32513-2023 Бензин автомобильный. Технические условия или ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный [6, 7].

Эти стандарты устанавливают требования к физико-химическим свойствам бензина, его экологической чистоте и безопасности. Согласно этим документам, бензин должен соответствовать следующим критериям:

1. Октановое число не менее 95.

Высокое октановое число уменьшает вероятность детонации, обеспечивая плавную работу двигателя и увеличивая его мощность.

2. Плотность.

Определяет массу бензина в единице объема и влияет на энергетическую ценность топлива. Стандартная плотность бензина варьируется от 700 до 780 кг/м³ при температуре +20 °С.

3. Температура кипения

Различные фракции бензина имеют разные температуры кипения, что влияет на его испаряемость и способность смешиваться с воздухом в двигателе. Фракционный состав бензина делится на несколько диапазонов:

Начальная точка кипения (температура, при которой начинается кипение): 10%, 50%, 90% отгона (температуры, при которых испарилось соответствующее количество бензина).

Конечная точка кипения (температура полного испарения).

4. Содержание серы

Сера в бензине образует вредные соединения, такие как диоксид серы (SO₂), которые ухудшают экологические показатели и ускоряют коррозию деталей двигателя. Современные стандарты ограничивают содержание серы до минимума (например, Евро-5 устанавливает предел в 10 мг/кг).

5. Летучие органические соединения (VOC)

Летучие органические соединения, такие как бензол, толуол и ксилолы, оказывают влияние на токсичность выхлопных газов и здоровье человека. Их содержание строго регламентируется.

6. Наличие примесей и загрязнений

Механические примеси, вода и другие посторонние включения могут вызывать засоры в топливной системе и ухудшение работы двигателя. Очистка бензина от примесей – важная составляющая его производства.

7. Присадки и добавки

Некоторые производители добавляют присадки для улучшения моющих свойств, снижения износа двигателя и увеличения октанового числа. Однако использование некачественных добавок может нанести вред двигателю.

8. Температура воспламенения

Температура, при которой бензин способен воспламениться, важна для безопасности хранения и транспортировки. Эта температура обычно выше +300 °С.

9. Коррозионная активность

Способность бензина вызывать коррозию металлических частей двигателя оценивается с помощью специальных тестов. Высококачественный бензин должен иметь низкую коррозионную активность.

10. Смазывающие свойства

Топливо должно обладать достаточными смазывающими свойствами, чтобы защитить детали топливной системы от износа. Недостаточная смазывающая способность может привести к быстрому выходу из строя топливных насосов и форсунок.

11. Цвет и запах

Хотя цвет и запах не являются прямыми показателями качества, они помогают визуально оценить чистоту бензина. Качественный бензин прозрачный и бесцветный, без резкого запаха.

Эти показатели важны для оценки качества бензина и его соответствия стандартам, таким как ГОСТ или технические регламенты Таможенного союза [7].

Другими словами, октановое число — относительная и безразмерная величина, не имеющая физического смысла. Но это еще не все. Двигатели бывают разные; условия, в которых они работают, тоже неодинаковы. Скажем, одно дело стабильность сгорания топлива в двигателе тяжелого грузовика, работающего на пониженных передачах, и совсем другое — детонация в двигателе легкового автомобиля, работающего в форсированном режиме на высоких оборотах [8].

Глава 2. Методика исследования

2.1. Объект, место и сроки исследования.

Объектом исследования выступили образцы автомобильного бензина марки АИ-95, отобранные на трех автозаправочных станциях (АЗС) города Артема Приморского края.

Место проведения исследования: лаборатория МБОУ СОШ №17 г. Артема (рис.1).



Рис 1. Место проведения эксперимента (МБОУ СОШ № 17).

Экспериментальная часть работы, анализ и статистическая обработка данных выполнена в период с декабря 2024 года по февраль 2025 года.

2.2. Методы отбора проб и подготовки к анализу

Перед началом проведения эксперимента ознакомились с техникой безопасности работы в лаборатории и методикой проведения исследования в школьной лаборатории [3, 4, 5].

Расположение точек отбора представлено на карте-схеме (рис. 2).

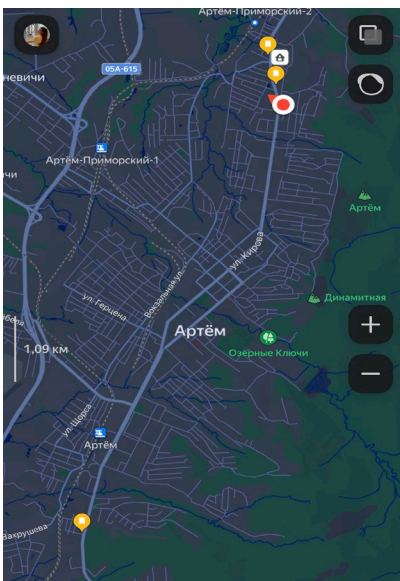


Рис.2 Карта-схема отбора проб в г. Артеме.

Точка 1. Автозаправка ННК, расположенная по адресу Приморский край, г.Артем, ул.Фрунзе, 5.

Точка 2. Автозаправка АЗС-Сервис, расположенная по адресу Приморский край, г.Артем, ул.Кирова, 94А.

Точка 3. Автозаправка АЗС-Баск, расположенная по адресу Приморский край, г.Артем, ул. Кирова, 125.

Образцы бензина АИ-95 отобрали с трех автозаправочных станций г. Артема (АЗС «Баск», АЗС «ННК», АЗС «Сервис») в металлические канистры,

объемом 5 литра (рис.3). После отбора из канистры мы отобрали по 1,5 литра каждой из проб в стеклянные бутылки.



Рис 3. Отбор проб.

Перед проведением анализа все пробы были доведены до комнатной температуры (около 20°C). Все работы выполнялись с соблюдением правил техники безопасности при работе в химической лаборатории с горючими материалами [3, 4].

2.3 Методы лабораторного анализа

Для комплексной оценки качества топлива был применен ряд методов, адаптированных для возможностей школьной лаборатории. Методика включала как проверку нормируемых стандартом показателей, так и качественные сравнительные тесты.

2.3.1. Органолептическая оценка (цвет, прозрачность, запах)

Визуальная и обонятельная оценка проводилась при дневном свете. Определялись цвет, степень прозрачности (отсутствие мути и взвешенных частиц) и характер запаха топлива (рис.4).

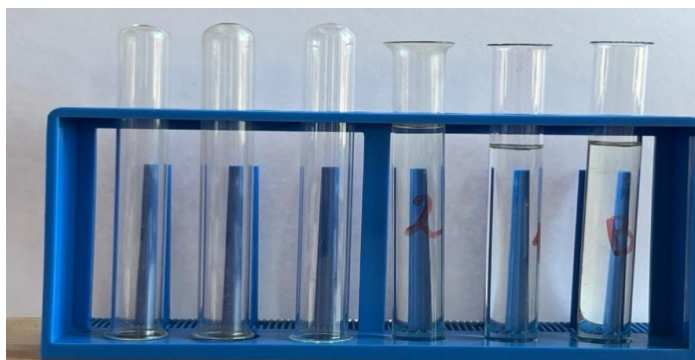


Рис 4. Определение цвета и мутности.

2.3.2 Плотность бензина

Плотность бензина измерялась ареометром (нефтеденсиметром) в соответствии с методикой, описанной в ГОСТ 3900-83 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности». Измерения проводились при температуре пробы, после чего значение приводилось к стандартной температуре $+20^{\circ}\text{C}$ с использованием поправочного коэффициента. Полученные результаты сопоставлялись с допустимым диапазоном плотности ($725\text{--}780\text{ кг/м}^3$), установленным ГОСТ 32513-2013 для бензина АИ-95 (рис.5).



Рис 5. Определение плотности бензина.

2.3.3 Тест на водорастворимые примеси (модифицированный)

Метод основан на нерастворимости воды в бензине. Пробу бензина отстаивали в высоком прозрачном цилиндре в течение 15 минут. На дно цилиндра аккуратно помещали несколько кристаллов перманганата калия (KMnO_4). Растворение кристаллов и окрашивание нижнего слоя жидкости в розовый или фиолетовый цвет свидетельствовало о наличии отдельного водного слоя на дне сосуда. Отсутствие растворения кристаллов указывало на отсутствие видимого слоя свободной воды.

Алгоритм проведения анализа:

Для проверки гипотезы о возможном загрязнении топлива водными растворами кислот или щелочей, 20 мл бензина тщательно взбалтывали с 20 мл дистиллированной воды. После расслоения, водную фазу отделили и проверили ее реакцию с универсальными индикаторами (метилоранж/ фенолфталеина). Отсутствие изменения цвета индикатора свидетельствует об отсутствии заметных количеств водорастворимых кислот и щелочей в образцах (рис. 6). Наличие водорастворимых кислот и щелочей определяется по ГОСТ ГОСТ 6307-83.

Окрашивание раствора в розовый или красный цвет указывает на наличие водорастворимых кислот или щелочей. Окраска индикаторов не должна меняться, что показывает отсутствие водорастворимых кислот и щелочей.



Рис 6. Определение наличия водорастворимых кислот и щелочей.

2.3.4 Косвенная сравнительная оценка детонационной стойкости (октанового числа)

Ввиду невозможности прямого измерения октанового числа в школьной лаборатории, для сравнительной оценки образцов были использованы два качественных метода.

Метод испарения. Фиксировали время полного испарения капли бензина строго заданного объема (0.1 мл) с поверхности фильтровальной бумаги в стандартных условиях (комнатная температура, отсутствие сквозняков).

Наблюдение за характером горения. В металлической ложке сжигали 2 мл бензина и визуально сравнивали цвет пламени (яркость, наличие желтых оттенков) и количество образующейся сажи (копоти). Более чистое и яркое горение с минимумом сажи косвенно может указывать на лучшее качество топлива.

Точное измерение октанового числа по стандартным методам (моторный MON, исследовательский RON) невозможно в школьной лаборатории.

Для этого требуются: специальные моторные установки с переменной степенью сжатия; эталонные топлива с известным октановым числом; сложное калибровочное оборудование; строго контролируемые условия.

2.3.5 Тест на смолистые и масляные примеси (на бумаге)

На чистый лист белой фильтровальной бумаги наносили каплю бензина (~0.1 мл) и давали ей полностью испариться при комнатной температуре. После испарения оценивали характер остаточного пятна. Качественный бензин не должен оставлять жирных, масляных или окрашенных разводов. Наличие равномерного светлого пятна или его отсутствие считалось нормой (рис. 7).



Рис 7. Определение посторонних добавок (жира).

2.3.6 Тест на смолы и масла методом горения на стекле

На чистое предметное стекло наносили 2-3 капли бензина и аккуратно поджигали. После полного сгорания оценивали цвет и характер остатка на стекле. Качественный бензин сгорает, оставляя белый или светло-серый матовый след. Желтые, коричневые кольца или маслянистые капли свидетельствуют о наличии смолистых соединений или масел (рис. 8).



Рис 8. Определение посторонних добавок (смол, масел).

2.3.7 Тест на наличие свободной воды.

Бензин и вода не смешиваются. Если в пробе бензина присутствует свободная (несвязанная) вода, она собирается на дне сосуда. Добавление кристалла перманганата калия позволяет визуально обнаружить этот водный слой, так как кристалл окрашивает его в фиолетовый цвет.

Алгоритм проведения анализа:

В чистый прозрачный стакан или высокую пробирку отобрали пробу бензина и дали ей отстояться в течение 10-15 минут.

Осторожно, по стенке сосуда, опустили несколько мелких кристаллов перманганата калия.

Понаблюдали за поведением кристаллов. Если на дне пробы присутствует вода, кристаллы упадут в нее и начнут растворяться, окрашивая водный слой в характерный фиолетовый или розовый цвет. Если воды нет, кристаллы останутся лежать на дне пробирки или на поверхности бензина, не растворяясь.

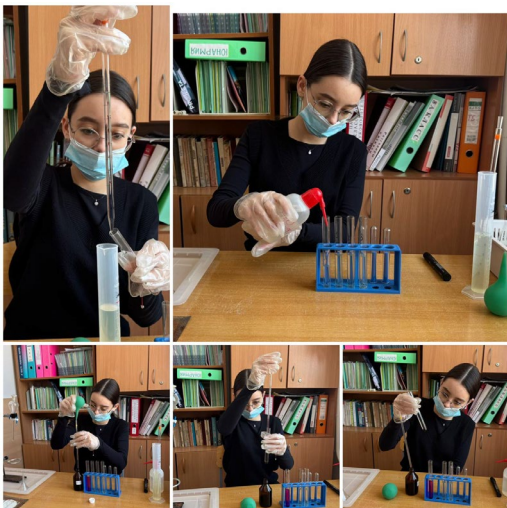


Рис 9. Определение свободной воды.

2.4. Методы обработки и анализа данных

Полученные качественные (органолептические) и количественные (плотность, время испарения) данные фиксировались в лабораторном журнале. Все измерения проводились в трехкратной повторности для каждого образца, конечный результат представлял собой среднее арифметическое значение.

Основным методом анализа явился сравнительный анализ:

Сопоставление экспериментальных данных (плотность, результаты тестов) с требованиями действующего стандарта на бензин АИ-95 (ГОСТ 32513-2013)

Сравнение результатов анализов между тремя образцами топлива для выявления различий в их качестве.

Результаты были систематизированы в сводной таблице (приложение 1), что позволило наглядно провести их интерпретацию и сформулировать выводы.

Глава 3. Результаты исследования и их обсуждение

3.1. Сводные результаты эксперимента

В ходе экспериментального исследования были получены данные по восьми ключевым параметрам, характеризующим качество бензина АИ-95. Все результаты систематизированы в сводной Таблице 1 (приложение 1).

Прежде всего, необходимо отметить, что по базовым, нормируемым стандартом показателям все три исследованных образца соответствуют требованиям ГОСТ 32513-2013.

Плотность. Измеренные значения (725, 730, 735 кг/м³) находятся в установленном стандартом диапазоне 725–780 кг/м³ [6, 7]. Таким образом, утверждения о несоответствии плотности, которые иногда встречаются в популярных источниках, для данных проб не подтвердились.

Чистота и отсутствие примесей. Результаты тестов свидетельствуют: все образцы визуально чистые, без мути и взвешенных частиц.

Во всех пробах не обнаружен видимый слой свободной воды, что исключает риск обледенения топливной системы зимой и коррозии.

Отсутствуют водорастворимые кислоты и щелочи, наличие которых указывало бы на грубейшее технологическое нарушение.

Тесты на бумаге и на стекле не выявили смолистых или масляных посторонних включений, способных засорять топливную систему и образовывать нагар.

Это позволяет сделать первоначальный вывод об отсутствии грубых фальсификаций и соблюдении базовых технологических норм на проверенных АЗС.

3.2.2. Анализ выявленных различий и органолептические свойства

Несмотря на соответствие стандарту, сравнительный анализ выявил заметные различия между образцами, что указывает на неидентичный состав или применяемые присадки.

Наиболее существенное отличие зафиксировано у образца с АЗС «Сервис». Он обладает более насыщенным желтым цветом по сравнению с бледно-желтыми образцами других АЗС. Согласно литературным данным, цвет товарного неэтилированного бензина обусловлен в основном красителями и антидетонационными присадками [9, 11]. Следовательно, данное различие может быть следствием использования иного пакета присадок. Субъективно был отмечен и более резкий запах данного образца, что также может косвенно указывать на особенности его химического состава.

3.2.3. Обсуждение результатов косвенной оценки октанового числа

Данный аспект требует наиболее детального обсуждения, так как результаты, полученные разными методами, оказались противоречивыми, что ярко иллюстрирует ограниченность применяемых косвенных подходов.

Тест на скорость испарения. Согласно результатам, дольше всех испарялся образец с АЗС «Сервис» (150 сек.), быстрее – с АЗС «Баск» (120 сек.). Если исходить из допущения, что более высокооктановые бензины содержат больше легких ароматических фракций, которые испаряются быстрее, то лучший показатель у АЗС «Баск». Однако данный тест сильно зависит от общего фракционного состава и наличия летучих присадок, что делает его выводы неоднозначными.

Наблюдение за характером горения. Этот тест дал иную картину. Образец с АЗС «Баск» горел ярким пламенем с минимальным количеством копоти, что в теории коррелирует с более полным и эффективным сгоранием, характерным для качественного топлива. Образец же с АЗС «Сервис» давал более темное, коптящее пламя, что может свидетельствовать о наличии тяжелых, неполностью сгорающих фракций или ином химическом составе.

Таким образом, возникает методологическое противоречие: один косвенный метод («Сервис» – худший по испаряемости, но это неоднозначный признак) противоречит другому («Сервис» – худший по характеру горения, что является более явным негативным признаком). Это наглядно доказывает, что ни один из использованных в школьной лаборатории тестов не может служить достоверным индикатором фактического октанового числа. Для его определения, как отмечено в теоретической части, необходимы дорогостоящие моторные установки [9].

3.2.4. Практические выводы из сравнительного анализа

Несмотря на отсутствие нарушений ГОСТ, проведенное сравнение имеет практическую ценность для потребителя:

Существует вариативность. Качество бензина АИ-95, понимаемое как совокупность его эксплуатационных свойств, может различаться на разных АЗС даже в пределах одного города, что подтверждается различиями в цвете и результатах тестов.

Важность комплексной оценки. Ни один простой «народный» метод (цвет, запах, испарение) не дает полной картины. Например, образец с АЗС «Сервис», имея наиболее темный цвет (часто трактуемый как негативный признак), соответствует ГОСТ по плотности и чистоте.

Ключевой неконтролируемый параметр. Наиболее важный для потребителя параметр – октановое число – остается непроверяемым бытовыми способами. Обнаруженные противоречия в косвенных тестах лишь подчеркивают, что гарантией его соответствия является в большей степени репутация сети АЗС и наличие сертификатов качества, а не результаты простых проверок.

Выводы

По результатам проведенного теоретического и экспериментального исследования качества бензина АИ-95 на автозаправочных станциях города Артема были сделаны следующие выводы, соответствующие поставленным задачам:

1. В рамках первой задачи изучены ключевые качественные характеристики бензина АИ-95, технология его производства и нормативная база. Установлено, что основным стандартом, регламентирующим качество в России, – ГОСТ 32513-2013, который устанавливает строгие требования к октановому числу, плотности, чистоте и экологическим показателям топлива.

2. В условиях школьной лаборатории успешно проведен сравнительный анализ трех образцов бензина. Комплекс применяемых методов (органолептическая оценка, измерение плотности, тесты на воду, смолы, масла, косвенная оценка детонационной стойкости) позволил получить сравнительную характеристику топлива с разных АЗС («Баск», «ННК», «Сервис»).

3. В процессе исследования осуществлено сопоставление экспериментальных данных с требованиями ГОСТ. Установлено, что все исследованные образцы соответствуют обязательным нормам по базовым показателям: плотность (725–735 кг/м³) находится в допустимом диапазоне (725–780 кг/м³), отсутствует свободная вода, водорастворимые примеси, видимые смолы и масла. При этом выявлены различия в органолептических свойствах и противоречивые результаты косвенной оценки октанового числа.

4. На основе анализа результатов сформулированы практические рекомендации для автолюбителей. Основная рекомендация — выбор АЗС с устойчивой репутацией, а также использование простых методов визуального контроля (оценка прозрачности, отсутствия осадка, тест с белой бумагой) для первичной оценки топлива. Подчеркнута необходимость понимания того, что точное определение октанового числа в бытовых условиях невозможно.

Проведённое исследование подтвердило, что проблема вариативности качества топлива в рознице существует даже при формальном соответствии стандартам. Разработанный и апробированный комплекс доступных методик может служить основой для первичного, ориентировочного мониторинга качества бензина.

Заключение

Проведённое исследование, хотя и посвящено традиционному моторному топливу, имеет прямое отношение к целям «зелёной энергетики» — устойчивому развитию и снижению антропогенной нагрузки на окружающую

среду. Качественное топливо — это фундамент экологичного транспорта сегодня. Несмотря на глобальный вектор развития электрической и водородной энергетики, автомобили с двигателями внутреннего сгорания ещё долгие годы останутся частью транспортной системы, особенно в регионах с протяжённой инфраструктурой, таких как Приморский край.

В этом контексте наша работа вносит конкретный вклад в охрану окружающей среды по следующим направлениям:

Снижение эмиссии загрязняющих веществ. Некачественный бензин с посторонними примесями или несоответствующим октановым числом сгорает неполно, что приводит к повышенным выбросам угарного газа (СО), несгоревших углеводородов (СН) и сажи. Наши тесты, направленные на выявление таких примесей, — это инструмент косвенного контроля за экологичностью топлива.

Энергоэффективность. Топливо, соответствующее стандартам, обеспечивает оптимальную работу двигателя, снижая удельный расход топлива. Таким образом, качественный бензин — это тоже ресурсосберегающая «зелёная» технология, позволяющая сократить общее потребление нефтепродуктов.

Формирование экологической культуры потребления. Работа демонстрирует, что ответственный выбор на АЗС — это не только вопрос сохранности автомобиля, но и гражданский экологический поступок.

Перспективы дальнейших исследований в русле «зелёной энергетики» видятся в следующих направлениях:

Углублённый экологический анализ - сотрудничество со специализированной лабораторией для сравнения выбросов от образцов топлива разного качества с использованием газоанализатора, что напрямую свяжет наши методики с измерением экологического следа.

Сравнительный анализ альтернатив - изучение и сравнение эксплуатационных и экологических характеристик не только бензина, но и других видов моторного топлива, представленных в регионе (дизель, газ), а также оценка перспектив развития электрической зарядной инфраструктуры в г. Артеме.

Просветительский проект - разработка на основе данного исследования просветительских материалов для автовладельцев о прямой связи качества топлива с экологией города и здоровьем жителей.

Практические рекомендации, вытекающие из работы, адресованы широкому кругу потребителей и органам, осуществляющим контроль размещены в Приложении 1 (табл. 2).

Таким образом, работа, выполненная в рамках номинации «Зелёная энергетика», подтверждает, что переход к устойчивому будущему начинается с ответственного отношения к существующим технологиям. Контроль качества традиционного топлива — это актуальный и практический шаг на пути к снижению загрязнения атмосферы и сбережению ресурсов.

Список литературы и электронные источники

1. г. Артем, общие сведения [Электронный ресурс] // BankGorodov.ru. – URL: <https://www.bankgorodov.ru/place/artiom> (дата обращения: 10.01.2025).
2. Физико-географическая характеристика города Артема [Электронный ресурс] // Руни.рф. – URL: [https://руни.рф/Артём_\(город\)](https://руни.рф/Артём_(город)) (дата обращения: 10.01.2025).
3. Кирюшкин, Д. М. Внеклассные практические занятия по химии: руководство для учащихся средней школы / Д. М. Кирюшкин. – М.: Просвещение, 1965. – 146 с.
4. Коновалов, В. Н. Техника безопасности при работах по химии: пособие для учителей / В. Н. Коновалов. – М.: Просвещение, 1973. – 95 с.
5. Назарова, Т. С. Химический эксперимент в школе / Т. С. Назарова. – М.: Просвещение, 1987. – 240 с.
6. ГОСТ 32513-2013. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия [Электронный ресурс]. – М.: Стандартинформ, 2013. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108179> (дата обращения: 10.01.2025).
7. ГОСТ 32513-2023. Бензин автомобильный. Технические условия [Электронный ресурс]. – М.: Стандартинформ, 2023. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/79978/> (дата обращения: 10.01.2025).
8. Сафонов, А. С. Автомобильные топлива / А. С. Сафонов, А. И. Ушаков, И. В. Чечкенов. – СПб.: Недра, 2002. – 286 с.
9. Итинская, Н. И. Топливо, масла и технические жидкости / Н. И. Итинская, Н. А. Кузнецов. – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.
10. Карпов, П. П. Нефтяное товароведение / П. П. Карпов. – М.: Гостоптехиздат, 1951. – 380 с.
11. Проскуракова, В. А. Химия нефти и газа / В. А. Проскуракова, А. Е. Драбкина. – Л.: Химия, 1989. – 424 с.

Таблица 1. Сводная таблица результатов исследования качества бензина АИ-95

Параметр исследования	АЗС «Баск»	АЗС «ННК»	АЗС «Сервис»	Соответствие ГОСТ 32513-2013
1. Органолептические свойства				
Цвет и прозрачность	Прозрачный, бледно-желтый	Прозрачный, бледно-желтый	Прозрачный, желтый	Соотв. (норма: без взвесей и мути)
Запах	Характерный для бензина	Характерный для бензина	Резкий, нетипичный	Субъективная оценка
2. Физико-химические показатели				
Плотность, кг/м ³	730	725	735	Соотв. (норма: 725-780)
Наличие водорастворимых кислот и щелочей	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Соотв. (норма: отсутствие)
3. Тесты на посторонние примеси				
Свободная вода (тест с KMnO ₄)	Не обнаружена	Не обнаружена	Не обнаружена	Соотв. (норма: отсутствие)
Посторонние добавки (тест на бумаге)	Пятен и налета нет	Пятен и налета нет	Пятен и налета нет	Соотв. (качественный признак)
Смолы и масла (горение на стекле)	Белый след	Белый след	Белый след	Соотв. (отсутствие смол и масел)
4. Сравнительная оценка октанового числа				
Скорость испарения (сек.)	120	130	150	<i>Сравнительный тест</i>

Параметр исследования	АЗС «Баск»	АЗС «ННК»	АЗС «Сервис»	Соответствие ГОСТ 32513-2013
Характер горения (сажа, пламя)	Яркое пламя, мало копоти	Умеренное пламя	Темное пламя, копоть	<i>Сравнительный тест</i>

Приложение 2

Таблица 2. Практические рекомендации

Для кого	Рекомендация	Обоснование (кратко)
Автолюбители	1. Осознанный выбор АЗС. Отдавайте предпочтение заправочным станциям известных сетей с проверенной репутацией.	Качество топлива на таких АЗС, как правило, стабильнее и чаще контролируется.
	2. Проводите простую визуальную проверку. Обращайте внимание на цвет и прозрачность бензина. Качественное топливо обычно прозрачное, без осадка и мути.	Помогает выявить грубые примеси и наличие воды.
	3. Используйте доступный тест с белой бумагой. Нанесите каплю бензина на бумагу. После испарения не должно оставаться жирных или окрашенных разводов.	Позволяет косвенно обнаружить наличие смолистых и масляных примесей.
	4. Не руководствуйтесь только низкой ценой. Цена, значительно ниже среднерыночной, часто свидетельствует о сомнительном качестве или происхождении топлива.	Снижает риск заправки фальсифицированным или разбавленным топливом.
	5. Помните о своей экологической ответственности. Выбор качественного топлива — это ваш личный вклад в снижение вредных выбросов и улучшение экологии города.	Полное сгорание качественного топлива минимизирует выбросы CO, CH и сажи.
Органы контроля и общественность	1. Развивать систему независимого экологического мониторинга качества ГСМ. Инициировать регулярные проверки топлива на розничных АЗС с привлечением аккредитованных лабораторий.	Обеспечивает получение объективных данных для контроля и защиты прав потребителей.

Для кого	Рекомендация	Обоснование (кратко)
	<p>2. Обеспечить публичную доступность результатов проверок. Создать открытый реестр или карту качества топлива, где каждый потребитель может увидеть результаты проверок АЗС.</p>	<p>Повышает прозрачность рынка и помогает потребителям сделать осознанный выбор.</p>
	<p>3. Вовлекать молодёжь в проекты экологического мониторинга. Поддерживать школьные и студенческие исследовательские проекты, подобные данному, по оценке состояния окружающей среды.</p>	<p>Формирует экологическую культуру и ответственное потребление с раннего возраста.</p>
	<p>4. Использовать данные мониторинга для принятия управленческих решений. Результаты проверок должны служить основанием для мер административного воздействия и для планирования экологической политики в сфере транспорта.</p>	<p>Позволяет бороться с нарушителями и снижать общий уровень загрязнения атмосферы.</p>