

УДК 65.011.56
DOI: 10.17586/2310-1172-2022-15-1-120-125
Научная статья

Возможности выявления фальсификата продукции массового потребления на основе цифровых подходов

Д-р техн. наук **Алексеев Г.В.** e-mail: gva2003@mail.ru

К.ф.-м.н. **Холявин И.И.** e-mail: iikholjavin@yandex.ru

Орлов П.К. e-mail: orlovgtn@yandex.ru

*Автономное образовательное учреждение высшего образования Ленинградской области
«Государственный институт экономики, финансов, права и технологий»
188300, Россия, Ленинградская область, г. Гатчина, ул. Роцинская, д. 5.*

Статья посвящена опробованию цифровых подходов в оценке качества продукции массового потребления, например, бензинов. Проблема незаконного оборота промышленной продукции сегодня приобретает наибольшую актуальность, поскольку незаконный ввоз, производство и оборот контрафактной и фальсифицированной продукции, не только способствует недобросовестной конкуренции на потребительском рынке, но и наносит ущерб экономике государства, вводит потребителя в заблуждение относительно потребительских свойств и происхождения продукции, может причинить вред потребителю. Стратегия по противодействию незаконному обороту промышленной продукции в Российской Федерации на период до 2025 года утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 февраля 2021 г. № 256-р. Нормативными требованиями установлено, что бензин должен сохранять свои физико-химические свойства в течение пяти лет – при условии соблюдения норм и правил хранения. Поэтому, если производитель вводит в топливо присадки с целью повышения его детонационной устойчивости, то должен использовать устойчивые химические соединения. В противном случае бензин довольно быстро потеряет свои качества. На недобросовестность производителя или продавца указывает сильный специфический запах газа, который нередко присутствует на АЗС. Это значит, что метан и/или пропан, добавленные в бензин, активно испаряются, а само топливо заведомо не соответствует маркировке.

Ключевые слова: программа Mathcad, цифровые подходы, оценка качества продукции массового потребления.

Scientific article

Opportunities for assessing the quality of mass consumption products based on digital approaches

D.Sc. **Alekseev G.V.** e-mail: gva2003@mail.ru

Ph.D. **Kholyavin I.I.** e-mail: iikholjavin@yandex.ru

Orlov P.K. e-mail: orlovgtn@yandex.ru

*Autonomous educational institution of higher education of the Leningrad region
"State Institute of Economics, Finance, Law and Technology"
188300, Russia, Leningrad region, Gatchina, st. Roshchinskaya, 5.*

The article is devoted to testing digital approaches in assessing the quality of mass consumption products based, for example, gasolines. The problem of illicit trafficking in industrial products is gaining the greatest relevance today, since illegal import, production and circulation of counterfeit and falsified products not only contributes to unfair competition in the consumer market, but also damages the economy of the state, misleads the consumer regarding consumer properties and the origin of products, can harm the consumer. The strategy for countering the illegal turnover of industrial products in the Russian Federation for the period up to 2025 was approved by the order of the Government of the Russian Federation dated February 6, 2021 No. 256-r. Regulatory requirements establish that gasoline must retain its physical and chemical properties for five years - subject to compliance with the rules and regulations of storage. Therefore, if a manufacturer introduces additives into the fuel in order to increase its detonation resistance, then it must use stable chemical compounds. Otherwise, gasoline will quickly lose its quality. The bad faith of the manufacturer or seller is indicated by a strong specific smell of gas, which is often present at gas stations. This means

that methane and / or propane added to gasoline is actively evaporating, and the fuel itself obviously does not correspond to the marking.

Keywords: Mathcad program, digital approaches, mass consumption products based quality assessment.

Введение

Одними из ключевых стратегических национальных целей являются рост качества жизни граждан страны и повышение конкурентоспособности в области экономики.

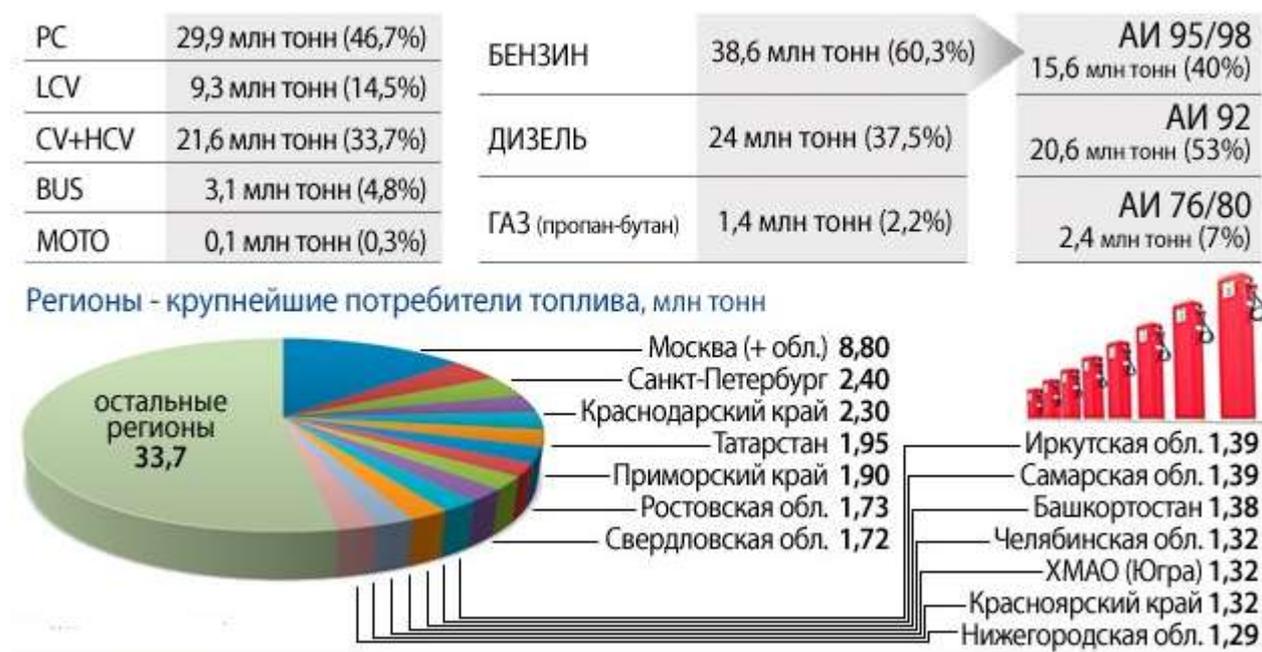


Рис. 1. Потребление топлива автотранспортом России

Указанные проблемы самым непосредственным образом относятся к обороту фальсифицированной продукции, в частности моторных топлив и бензинов, которая имеет широкие экономические и экологические последствия.

Так, например, одним из подразделений производителя моторных топлив и бензинов подготовлена оценка оборота фальсифицированного топлива в Нижегородской области по итогам года, которая включала анализ совокупности факторов, в частности данных с учётом всех видов поставок, как поставок автомобильным транспортом так и через трубопровод [2].

Экономический ущерб по результатам продаж фальсифицированного топлива в Нижегородской области в 2015 году, оценен недополучением акцизов на сумму около 724 млн.рублей. При этом только поставки фальсифицированных бензинов составили 2,0% (26,9 тыс.тонн). Поставки фальсифицированного дизельного топлива автотранспортом оценивались в 7,4% (99,0 тыс.тонн), при этом поставки фальсифицированного дизельного топлива ж/д транспортом составили – 4,1% (54,0 тыс.тонн). Эти данные получены для общей ёмкости потребления нефтепродуктов в объеме 1 333,0 тыс.тонн.

Нейтрализация и устранение процессов и явлений, порождающих и стимулирующих рост реализации на АЗС фальсифицированного моторного топлива и ГСМ, часто упирается в сложности процедур выявления фальсификата. Возможные пути по противодействию незаконному обороту промышленной продукции в регионах требуют создания экспертных советов или рабочих группы по рынкам моторного топлива с включением в их состав представителей профильного бизнеса [3].

Помимо нанесения экономического вреда, в настоящее время все чаще обращают внимание на экологические последствия использования фальсифицированной продукции нефтегазового комплекса. Это связано с тем, что ее показатели, помимо таких характеристик как, фракционный состав, химическая стабильность, давление насыщенных паров, все большую опасность для людей представляют и некоторые ароматические соединения, такие как полициклические ароматические углеводороды, а также бензол, который признан сильным канцерогеном [4-6]. Ограничение содержания ароматики — требование, которое позволяет снизить негативный экологический эффект от использования бензина. Например, в бензинах класса «Евро-3» содержание ароматики ограниче-

но 42%, а более современный европейский стандарт «Евро-6» подразумевает уже не более 24% ароматических углеводородов. Чтобы добиться соответствия использования бензина экологическим стандартам, сегодня высокооктановый (с октановым числом 100–104) бензин каталитического риформинга (риформат), содержащий много ароматических углеводородов, смешивают с другими фракциями с меньшим октановым числом, полученными в результате изомеризации, каткрекинга или алкилирования. В результате удается получить и высокое октановое число, и приемлемое содержание ароматики [7].

Аналогичные проблемы возникают при использовании дизельного топлива, которое состоит из более тяжелых углеводородов, чем бензин и керосин. Оно более вязко и имеет желтоватый или коричневатый оттенок. Чаще всего оно используется как топливо для железнодорожного и водного транспорта, грузового автотранспорта, сельскохозяйственной техники, а также в качестве котельного топлива. В последнее время оно приобрело также популярность и как топливо для легковых автомобилей, благодаря экономичности и надежности дизельных моторов.

Методология исследований

На заправках нашей страны можно найти бензин разного типа. Он отличается составом, чистотой и другими параметрами. Обычно они маркируются с учетом их октанового числа.

Требованиями ГОСТ и ТУ в России есть бензины: А-72, А-76, А-80, АИ-91, А-92, АИ-93, АИ-95, А-96, АИ-98. В настоящее время существует тенденция на снижение низкоактивного и рост высокоактивного бензина. На сегодняшний день бензин А-72 является неактуальным, так как нет техники, которая его использует.

Классификация бензинов с различным октановым числом:

- Нормаль – АИ-80;
- Регуляр – АИ-92;
- Премиум – АИ-95;
- Супер – АИ-95+;
- Экстра – АИ-98;
- ЭКТО – АИ-100.

Маркировка показывает не только стандарты, принятые в РФ, но и стандарты, которые используются в Евросоюзе, например: Евро-4, Евро-5 и т.д. Полное наименование топлива выглядит следующим образом “АИ-98-5”. Это можно расшифровать следующим образом: А – бензин автомобильный, И – октановое число бензина выявлено с помощью исследовательского метода, 5 – показывает, что топливо соответствует регламентам “Евро-5”.

На показатели октанового числа, как известно, влияет фракционный состав топлива. Топливо с большим количеством легких фракций, является безопаснее и качественнее, чем топливо с небольшим количеством легких фракций, например АИ-98 лучше, чем АИ-80.

Если развести бензин с различными присадками, то можно повысить или понизить его октановое число. Раньше иногда разбавляли топливо свинцом. С его помощью можно было превратить АИ-92 в АИ-95. В 2003 году данный способ был запрещен из-за большого вреда окружающей среде [8].

Повысить октановый показатель можно, если добавить в топливо этиловый спирт. Такой метод требует больших экономических затрат, поэтому его применяют нечасто. Другим способом изменения октанового показателя является смешивание топлива с ацетоном, кроме него популярными присадками являются пропан и метан.

Стандарты Евро - 4, 5 и 6 лучше остальных могут сохранять ресурс двигателя, топливной и выхлопной системы, что заметно снижает негативное воздействие на экологию окружающей среды [9-10].

Фальсифицированные бензины, изготавливаемые на малых нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) чаще всего содержат низкооктановые углеводородные компоненты нефти или газового конденсата и добавки, повышающие октановое число бензина. К последним относятся ароматические углеводороды и кислородсодержащие соединения – спирты и эфиры. Вследствие низкого октанового числа базовых углеводородных компонентов, такие бензины обычно содержат высокооктановые компоненты в количествах, превышающих максимально допустимые ГОСТ Р 51866-2002. Ввиду невысокого собственного октанового числа ароматических углеводородов и высокой стоимости метилтретбутилового эфира (МТБЭ), превышение допустимого содержания обычно наблюдается для таких компонентов, как низкомолекулярные спирты: этиловый, пропиловый, изопропиловый, бутиловый и т.п. При неполном сгорании данные компоненты могут образовывать альдегиды, кетоны и другие продукты частичного окисления, способные оказывать нежелательное воздействие на моторное масло [11-12]. Для определения возможности образования осадка при воздействии высокооктановых компонентов бензинов и продуктов их неполного окисления, в образцы моторного масла Toyota SAE 0W-20 в качестве эксперимента вводили в количестве 5% следующие вещества: - этиловый спирт; - пропиловый спирт; - уксусный альдегид; - ацетон. Образцы масла с введенными в них веществами перемешивали до образования однородной эмульсии, нагревали

до 80...90 °С до полного растворения добавленных компонентов и охлаждали до комнатной температуры. При визуальном контроле при добавлении изопропилового спирта образования осадка не обнаружено. При добавлении этилового спирта загущающая присадка отделилась от основного объема масла в виде эластичной массы низкой плотности. Длительное нагревание образца, вследствие испарения этилового спирта, привело к тому, что осадок вновь растворился. При добавлении уксусного альдегида и ацетона образовался осадок, наиболее близкий по свойствам к осадку, обнаруженному в пробах моторного масла из системы смазки автомобиля

Без проведения специальных тестов, определить качество бензина на АЗС очень сложно, и только, если там присутствует сильный запах бензина, мы можем с уверенностью сказать, что бензин там некачественный.

Полученные результаты и обсуждение

Проведены исследования по возможности определения качества автомобильного топлива на основании органолептических оценок экспертов.

В состав группы экспертов входили представители поставщиков топлива на рынок Санкт-Петербурга, работники автозаправок и автолюбители.

Конкордация оценивалась по критерию Кенделла:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

Где:

m - число экспертов;

n - число заданных факторов;

S - сумма квадратов разностей рангов, которая вычисляется с помощью формулы:

Величина критерия оказалась равной 0,87, что свидетельствует о верности.

$$S = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m A_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right)^2$$

Для исследования выбирали три группы спектров по качеству, определяемому цветом исходного продукта, прозрачностью, запахом и тем же показателями при добавлении 10% раствора этилового спирта, пропилового спирта, уксусный альдегид и ацетона, причем рассматривали четыре спектра в группе бензинов: А-76, АИ-95 и АИ-98. Оценивали спектр неизвестного нам бензина.

В процессе обработки данных находили «расстояния» от этого спектра до каждого из заданных, получали минимальное значение, и с его помощью относили бензин к той марке, расстояние до одного из значений которой минимально [13].

$$w := \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ 2 \\ 8 \end{pmatrix} \quad v := \begin{pmatrix} 1 \\ 10 \\ 6 \\ 4 \end{pmatrix} \quad R := \sqrt{\sum_{i=1}^4 (v_i - w_i)^2} \quad \sqrt{(v-w)^T \cdot (v-w)} = 7.81$$

$R = 7.81$

Рисунок 2 – Расстояние между двумя векторами

Для того, чтобы программа анализировала все спектры она должна начинаться с единицы и поэтому нужно ввести ORIGIN:=1.

Далее вводим все известные спектры, принадлежащие бензинам А-76, АИ-95 и АИ-98 в специальную программу Маткад.

Теперь программа готова к использования для поиска минимального расстояния между каждым из «неизвестных» и всеми известными спектрами (рис. 3).

Первоначально организовываем цикл по j от 1 до 3, потому что у нас есть три спектра.

Для различия разных марок бензина переменными min1, min2, min3 обозначили минимальные расстояния анализируемой пробы до спектров бензинов А-76, АИ-95 и АИ-98.

В каждой марке бензинов имели четыре известных спектра. Поэтому организовывали цикл по «K» от 1 до 4-х. В этом цикле искали минимальные расстояния от каждого из «неизвестных» спектров до спектров каждой марки.

Для фиксирования промежуточных результатов в вектор MIN помещаем вычисленные минимальные расстояния.

Организацией следующего цикла по «i» помещаем в вектор «K» условный номер марки бензина. Присваиваем группе 1 имя «76», группе 2 - «95», группе 3 - «98».

```

K := for j ∈ 1..3
    min1 ← √((S1<sup>j</sup> - Y<sup>j</sup>)T(S1<sup>j</sup> - Y<sup>j</sup>))
    min2 ← √((S2<sup>j</sup> - Y<sup>j</sup>)T(S2<sup>j</sup> - Y<sup>j</sup>))
    min3 ← √((S3<sup>j</sup> - Y<sup>j</sup>)T(S3<sup>j</sup> - Y<sup>j</sup>))
    for k ∈ 1..3
        μ1k ← √((S1<sup>k</sup> - Y<sup>j</sup>)T(S1<sup>k</sup> - Y<sup>j</sup>))
        min1 ← μ1k if μ1k < min1
        μ2k ← √((S2<sup>k</sup> - Y<sup>j</sup>)T(S2<sup>k</sup> - Y<sup>j</sup>))
        min2 ← μ2k if μ2k < min2
        μ3k ← √((S3<sup>k</sup> - Y<sup>j</sup>)T(S3<sup>k</sup> - Y<sup>j</sup>))
        min3 ← μ3k if μ3k < min3
    k
    MINj ← min1
    for i ∈ 1..3
        MINj ← mini if MINj > mini
    i
    for i ∈ 1..3
        Kj ← i if MINj = mini
    i
    Kj ← 76 if Kj = 1
    Kj ← 95 if Kj = 2
    Kj ← 98 if Kj = 3
j
    K
    
```

Рис. 3. Mathcad программа для распознавания принадлежности бензина к той или иной марке

На рис. 4 приведено расчетное значение вектора-качества, каждая из строк которого, говорит о предпочтительности совпадения неизвестной пробы со стандартным бензином.

$$K = \begin{pmatrix} 76 \\ 95 \\ 98 \end{pmatrix}$$

Рис. 4. Результат работы программы

Анализ результата говорит о том, что предложенный для анализа бензин скорее всего принадлежит к группе 1 – бензин А-76.

Литература

1. «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» (утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 № 826)
2. Часть 5 статьи 12 Федерального закона № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»,
3. Обельницкий А.М. и др. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости.– М.: ИПО «Полиграм», 1997. – 267 с.
4. Макушев Ю.П. Лабораторный практикум по автомобильным эксплуатационным материалам: Учебное пособие. – Омск: Изд-во СиБАДИ, 2006. – 69 с.
5. Энглин, Б.А. Применение жидких топлив при низких температурах/ Б.А. Энглин – М.: Химия, 1980. – 208 с.
6. Каминский, Э.Ф. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты./ Э.Ф. Каминский, В.А. Хавкин – М.: «Техника». ООО «ТУМАГРУПП», 2001. – 384 с.
7. Савченков, А.Л. О распределении сложнотермических присадок/ А.Л. Савченков, С.Г. Агаев // Химия и технология топлив и масел. – 1999. - №5. -С. 29 – 30.
8. Сафонов, А.С., Автомобильные топлива: химмотология. Эксплуатационные свойства/ С.А. Сафонов, А.И. Ушаков – СПб: НПИКЦ, 2002. – 243 с.
9. Гуреев, А. А. Топлива для дизелей. Свойства и применение. А.А. Гуреев, В.С. Азев, Г.М. Камфер – М.: Химия, 1993. – 330 с.
10. Чельцова, М.А. Синтез моторного топлива Сборник 2 / М.А. Чельцова – М.: 2010. – 235 с.
11. Гуреев, А.А Химмотология /А.А. Гуреев - М.:Химия, 2012. – 368 с.
12. Рыбак, Б.М. Анализ нефти и нефтепродуктов / Б.М. Рыбак – М.: 2010. – 800 с
13. Черняк А.А. Математика для экономистов на базе Mathcad.- СПб.:БХВ-Петербург, 2003. - 496 с.

References

1. «O trebovaniyakh k avtomobil'nomu i aviatsionnomu benzinu, dizel'nomu i sudovomu toplivu, toplivu dlya reaktivnykh dvigatelei i mazutu» (utverzhdn resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza ot 18.10.2011 № 826)
2. Chast' 5 stat'i 12 Federal'nogo zakona № 294-FZ «O zashchite prav yuridicheskikh lits i individual'nykh predprinimatelei pri osushchestvlenii gosudarstvennogo kontrolya (nadzora) i munitsipal'nogo kontrolya»,
3. Obel'nitskii A.M. i dr. Toplivo, smazochnye materialy i okhlazhdayushchie zhidkosti.– M.: IPO «Poli-gram», 1997. – 267 s.
4. Makushev Yu.P. Laboratornyi praktikum po avtomobil'nykh ekspluatatsionnykh materialam: Uchebnoe posobie. – Omsk: Izd-vo SibADI, 2006. – 69 s.
5. Englin, B.A. Primenenie zhidkikh topliv pri nizkikh temperaturakh/ B.A. Englin – M.: Khimiya, 1980. – 208 s.
6. Kaminskii, E.F. Glubokaya pererabotka nefiti: tekhnologicheskii i ekologicheskii aspekty./ E.F. Kaminskii, V.A. Khavkin – M.: «Tekhnika». ООО «TUMAGRUPP», 2001. – 384 s.
7. Savchenkov, A.L. O raspredelenii slozhnoefirnykh prisadok/ A.L. Savchenkov, S.G. Agaev // Khimiya i tekhnologiya topliv i masel. – 1999. - №5. -S. 29 – 30.
8. Safonov, A.S., Avtomobil'nye topliva: khimmotologiya. Ekspluatatsionnye svoistva/ S.A. Safonov, A.I. Ushakov – SPb: NPIKTs, 2002. – 243 s.
9. Gureev, A. A. Topliva dlya dizelei. Svoistva i primeneniye. A.A. Gureev, B.C. Azev, G.M. Kamfer – M.: Khimiya, 1993. – 330 s.
10. Chel'tsova, M.A. Sintez motornogo topliva Sbornik 2 / M.A. Chel'tsova – M.: 2010. – 235 s.
11. Gureev, A.A Khimmotologiya /A.A. Gureev - M.:Khimiya, 2012. – 368 s.
12. Rybak, B.M. Analiz nefiti i nefteproduktov / B.M. Rybak – M.: 2010. – 800 s
13. Chernyak A.A. Matematika dlya ekonomistov na baze Mathcad.- SPb.:BKHV-Peterburg, 2003. - 496 s.

Статья поступила в редакцию 02.02.2022 г
Received 02.02.2022