

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8.
ТЕМА: РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ.**

Создание модели бензина.

В предыдущих лабораторных работах проводилось распознавание класса неизвестного бензина. Но после такого распознавания желательно определить свойства этого бензина. Каждая марка бензина должна по целому ряду показателей удовлетворять требованиям соответствующего ГОСТа или ОСТа.

В данной лабораторной работе мы будем определять три таких показателя: октановое число, полученное по исследовательскому методу, октановое число, полученное по моторному методу и фракционный состав бензина в начале кипения. В таблице 1 приведены требуемые ГОСТом значения этих показателей для трех рассматриваемых нами марок бензина.

Таблица 1

№№	Показатель	Марка бензина		
		А-76	АИ-95	АИ-92
1	Октановое число по исследоват. методу	>76	>95	>92
2	Октановое число по моторн. методу	>76	>85	>83
3	Фракционный состав при начале кипения	>35	>30	>35

Постановка задачи.

Имеется 12 спектров трех известных нам марок бензина (по четыре для каждой марки).

Имеется три спектра «неизвестных» бензинов, принадлежность которых той или иной марке определена в предыдущих лабораторных работах. Для этих трех бензинов требуется определить значения приведенных в таблице 1 показателей.

Метод решения задачи.

1. На основании спектров и паспортных данных (см. таблицу 2) известных бензинов необходимо построить математические модели определения каждого показателя.
2. В эти математические модели вводятся спектры «неизвестных» бензинов и определяются показатели.
3. Полученные показатели сравниваются с известными нам на самом деле показателями исследуемых бензинов (см. таблицу 3). Таким образом работоспособность моделей.

Таблица 2. Паспортные данные известных бензинов

№	Показатели	А-76				АИ-95				АИ-92			
		734	736	811	902	285	286	289	778	441	462	504	533
1	Октановое число по исследов. методу, ед.	-	81.0	80.7	79.8	96.2	96.1	95.3	95.0	93.4	92.6	93	92.6
2	Октановое число по моторн. методу, ед.	76	76.9	77.2	76.2	85.2	85.8	85.5	85.1	85.4	83.5	85	84.3
3	Фракционный состав: начало кипения, град С	37	38	39	35	32	32	32	40	37	36	35	45

Таблица 3 Паспортные данные «неизвестных» бензинов

№№	Показатели	А-76	АИ-95	АИ-92
1	Октановое число по исследов. методу, ед.	81.3	96.1	93.2
2	Октановое число по моторн. методу, ед.	76.8	85.8	85.1

3	Фракционный состав: начало кипения, град С	39	31	41
---	--	----	----	----

Решение задачи.

Первые шаги полностью повторяют решение лабораторных работ 5-7:

Перед началом решения командой **ФАЙЛ – НАСТРОЙКА СТРАНИЦЫ** зададим альбомный формат (**LANDSCAPE**).

Все спектры расположены в папке **МАТКАД – ДАННЫЕ ДЛЯ ЛАБ. РАБОТЫ**. В ней созданы три папки для известных марок бензина и папка « неизвестных» спектров.

1. Для начала счета с единицы введем **ORIGIN:=1**

2. Сначала необходимо ввести все известные (опорные) спектры в маткад. Это производится с помощью команд меню **ВСТАВИТЬ- ДАННЫЕ – ВВОД ФАЙЛА**. После ввода этих команд открывается окно **FILE OPTIONS** (опции файла), в котором имеется кнопка « **BROWSE**» (искать). Нажав на эту кнопку, откроем окно **READ FROM FILE** (читай из файла) и укажем путь: **МАТКАД –ДАННЫЕ ДЛЯ ЛАБ.РАБОТЫ – БЕНЗИН А- 76- А-76спектр1**. Потом нажмем кнопку **ОТКРЫТЬ**.

Затем нажмем два раза кнопку **ГОТОВО** в окне **FILE OPTIONS**. В маткаде появится рамка с надписью **А-76txt**. Присвоим ему имя **F1₁**.

Аналогично введем остальные спектры бензина **А76**, присвоив им имена **F1₂, F1₃, F1₄**, и все спектры бензинов **АИ-95**, присвоив им имена **F2_i**, и все спектры бензина **АИ-98**, присвоив им имена **F3_i**. Здесь индексы **i** меняются от 1 до 4.

Ввод данных закончен.

Сформируем из амплитуд всех введенных спектров три матрицы из четырех столбцов каждая: для бензина **А-76** матрицу **S1**, для бензина **АИ-95** матрицу **S2** и для бензина **АИ-92** матрицу **S3**. Сначала введем заголовок «Формирование матриц». Для этого нажав одновременно **SHIFT** и **Э** (в английском шрифте), откроем окно надписей. Перейдя на русский и введя в меню **ARIAL CYR**, запишем этот заголовок.

Затем сформируем сами матрицы как показано на рис.2

Формирование матриц

$$i:=1..4$$

$$S1^{(i)} := (F1_i)^{(3)}$$

$$P S2^{(i)} := (F2_i)^{(3)}$$

$$\text{ис.1 } S3^{(i)} := (F3_i)^{(3)}$$

Формирование матриц.

3. Спектры введены в формате текстов. Их следует перевести в цифровой формат с помощью встроенной функции **str2num**. (**string** – строка, **num**- число). Перевод показан на рис.3

$$k:=1..746$$

$$S1_{k,i} := \text{str2num}(S1_{k,i})$$

$$S2_{k,i} := \text{str2num}(S2_{k,i})$$

$$S3_{k,i} := \text{str2num}(S3_{k,i})$$

ис.

Р
2.

Перевод текстовых файлов в цифровые.

4. Сформируем векторы паспортных данных известных бензинов (см. рис.3)

Паспортные данные известных бензинов

$$Z1^{(1)} := \begin{pmatrix} 80.7 \\ 76 \\ 37 \\ 52 \\ 76 \\ 140 \\ 175 \end{pmatrix}$$

$$Z1^{(2)} := \begin{pmatrix} 81 \\ 76.9 \\ 38 \\ 53 \\ 90 \\ 151 \\ 190 \end{pmatrix}$$

$$Z1^{(3)} := \begin{pmatrix} 80.7 \\ 77.2 \\ 39 \\ 56 \\ 88 \\ 151 \\ 194 \end{pmatrix}$$

$$Z1^{(4)} := \begin{pmatrix} 79.8 \\ 76.2 \\ 35 \\ 52 \\ 87 \\ 154 \\ 191 \end{pmatrix}$$

$$Z2^{(1)} := \begin{pmatrix} 96.2 \\ 85.2 \\ 32 \\ 40 \\ 100 \\ 153 \\ 176 \end{pmatrix}$$

$$Z2^{(1)} := \begin{pmatrix} 96.2 \\ 85.2 \\ 32 \\ 40 \\ 100 \\ 153 \\ 176 \end{pmatrix}$$

$$Z2^{(2)} := \begin{pmatrix} 96.1 \\ 85.8 \\ 32 \\ 47 \\ 109 \\ 170 \\ 198 \end{pmatrix}$$

$$Z2^{(3)} := \begin{pmatrix} 95.3 \\ 85.5 \\ 32 \\ 48 \\ 101 \\ 163 \\ 200 \end{pmatrix}$$

$$Z2^{(4)} := \begin{pmatrix} 95 \\ 85.1 \\ 40 \\ 60 \\ 108 \\ 166 \\ 194 \end{pmatrix}$$

$$Z3^{(1)} := \begin{pmatrix} 93.4 \\ 85.4 \\ 37 \\ 55 \\ 107 \\ 164 \\ 206 \end{pmatrix}$$

$$Z3^{(2)} := \begin{pmatrix} 92.6 \\ 83.5 \\ 36 \\ 57 \\ 109 \\ 167 \\ 202 \end{pmatrix}$$

$$Z3^{(3)} := \begin{pmatrix} 93 \\ 85 \\ 35 \\ 49 \\ 98 \\ 164 \\ 200 \end{pmatrix}$$

$$Z3^{(4)} := \begin{pmatrix} 92.6 \\ 84.3 \\ 45 \\ 62 \\ 111 \\ 167 \\ 205 \end{pmatrix}$$

Рис.3. Векторы паспортных данных известных бензинов.

5. Подготовим «неизвестные» спектры. На самом деле спектры, которые мы называем «неизвестными» нам известны. Первый из этих спектров принадлежит бензину А-76, второй – бензину АИ-95, третий – бензину АИ-98. Мы должны проверить, правильно ли распознает их формируемая нами программа.

Введем «неизвестные» спектры, как мы это делали для известных спектров, дав им имена X₁, X₂, X₃, выделим третьи столбцы и переведем их в цифровую форму (см.рис.4).

X₁ :=  X₂ :=  X₃ := 
 C:\file a1j  C:\file a1e6

Рис. 4

6. Мы будем строить математические модели, используя одну из возможных мер сходства – коэффициенты корреляции. Вычислим матрицы этих коэффициентов для спектров известных бензинов (см. рис.5).

Корреляционные матрицы спектров

$$i:=1..4 \quad j:=1..4$$

$$\mu_{1,i,j} := \text{corr}(S11^{(i)}, S11^{(j)})$$

$$\mu_{2,i,j} := \text{corr}(S21^{(i)}, S21^{(j)})$$

$$\mu_{3,i,j} := \text{corr}(S31^{(i)}, S31^{(j)}) \begin{pmatrix} 0.997 & 0.998 & 0.972 \\ 0.997 & 1 & 0.995 & 0.974 \\ 0.998 & 0.995 & 1 & 0.97 \\ 0.972 & 0.974 & 0.97 & 1 \end{pmatrix}$$

Рис.5. Матрицы коэффициентов μ^3

$$\mu^1 = \begin{pmatrix} 1 & 0.998 & 0.997 & 0.996 \\ 0.998 & 1 & 0.998 & 0.997 \\ 0.997 & 0.998 & 1 & 0.997 \\ 0.996 & 0.997 & 0.997 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\mu^2 = \begin{pmatrix} 1 & 0.993 & 0.996 & 0.989 \\ 0.993 & 1 & 0.993 & 0.985 \\ 0.996 & 0.993 & 1 & 0.992 \\ 0.989 & 0.985 & 0.992 & 1 \end{pmatrix}$$

корреляции.

Математические модели для всех показателей и для всех

марок бензина $W1 := b_{5,i} + \sum_{j=1}^4 b_{j,i} \text{corr}(Y, S^{(j)})$ будем искать в виде

Здесь $\text{corr}(Y,S)$ – коэффициент корреляции между спектрами известных бензинов и спектром «неизвестного» бензина, а коэффициенты b нужно определить заранее в процессе обучения математической модели. Для каждого показателя и для каждого сорта бензина эти коэффициенты будут различными. Так как мы считаем, что принадлежность к той или иной марке для «неизвестных» бензинов уже определена в предыдущих лабораторных работах, то, чтобы не вводить каждый раз множество различных исходных данных в программу, составим несколько вспомогательных программ(см.рис.6). В них, в зависимости от марки исследуемого бензина мы автоматически формируем для подстановки в обучающие программы матрицы коэффициентов корреляции, паспортных данных, обучающих (т.е. известных нам) спектров и «неизвестных» спектров.

```

μ := | K ← "95"
      | for i ∈ 1..3
      |   | μ ← μ1 if K = "76"
      |   | μ ← μ2 if K = "95"
      |   | μ ← μ3 if K = "98"
      |   | i
      | μ

S := | K ← "95"
      | for i ∈ 1..3
      |   | S ← S11 if K = "76"
      |   | S ← S21 if K = "95"
      |   | S ← S31 if K = "98"
      |   | i
      | S

Y0 := | K ← "95"
       | for i ∈ 1..3
       |   | Y0 ← Y1 if K = "76"
       |   | Y0 ← Y2 if K = "95"
       |   | Y0 ← Y3 if K = "98"
       |   | i
       | Y0

Z := | K ← "95"
      | for i ∈ 1..3
      |   | Z ← Z1 if K = "76"
      |   | Z ← Z2 if K = "95"
      |   | Z ← Z3 if K = "98"
      |   | i
      | Z

```

Рис.6 Вспомогательные программы формирования исходных данных

8. Обучение будем проводить методом наименьших квадратов с помощью вычислительного блока GIVEN и встроенной функции MINERR(минимум ошибки). Для любого численного метода, как известно, должны быть заданы начальные приближения. У нас в процессе обучения ищутся коэффициенты b , которым мы задаем начальные значения, равные 1 (для линейных задач, а наша задача линейна, величина начальных приближений не имеет значения). На рис. 7 показана программа задания начальных приближений, а на рис.8 приведен один из вычислительных блоков.

```

b := | for i ∈ 1..5
      |   | for j ∈ 1..7
      |   |   | bi,j ← 1
      |   |   | j
      |   | i
      | b

```

$$b = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Рис.7. Программа и матрица начальных приближений

$$\sum_{i=1}^4 \left[Z_{1,i} - b_{5,1} - \sum_{j=1}^4 b_{j,1} \cdot (\mu_{i,j}) \right]^2 = 0$$

$$\begin{pmatrix} b_{1,1} \\ b_{2,1} \\ b_{3,1} \\ b_{4,1} \\ b_{5,1} \end{pmatrix} := \text{Minerr}(b_{1,1}, b_{2,1}, b_{3,1}, b_{4,1}, b_{5,1}) \quad b^{(1)} = \begin{pmatrix} 97.213 \\ 52.541 \\ -103.004 \\ -4.796 \\ 54.083 \end{pmatrix}$$

Рис.8 Один из вычислительных блоков.

Здесь Z – вектор всех паспортных данных данного показателя для всех известных бензинов, μ – Матрица коэффициентов корреляции между всеми известными бензинами данной марки, b – искомые коэффициенты.

Выражение

$$b_{5,1} + \sum_{j=1}^4 b_{j,1} (\mu_{i,j})$$

Является теоретической функцией, которой мы аппроксимируем заданные значения вектора Z . Аппроксимация производится методом наименьших квадратов, о чем говорит выражение

$$\sum_{i=1}^4 \left[Z_{1,i} - b_{5,1} - \sum_{j=1}^4 b_{j,1} (\mu_{i,j}) \right]^2 = 0$$

Компьютер подбирает такие значения коэффициентов b , при которых сумма квадратов разностей между «теоретическими» и практическими значениями показателя минимальна (minerr- минимум ошибки). На рис.8 показаны вычисленные из этих условий значения коэффициентов b .

Так как мы вычисляем три показателя, то таких вычислительных блоков в нашей задаче должно быть три.

9. После обучения математической модели, т.е. после определения значений коэффициентов b , подставив в формулу

$$W1 := b_{5,1} + \sum_{j=1}^4 b_{j,1} \text{corr}(Y0, S^{(j)})$$

значения найденных ранее коэффициентов b и матрицы коэффициентов корреляции между известными и неизвестными бензинами, определим значение искомого показателя. В данном примере мы искали для «неизвестного» бензина марки АИ-95 октановое число, определяемое по исследовательскому методу. Ниже $W1 = 95.928$ приведен ответ 95,928. Легко убедиться, что он соответствует ГОСТу.

Ниже, на рис. 9 приведен полный листинг программы решения задачи.

Задание студентам.

1. Разобраться в приведенном выше материале.
2. Набрать программу по листингу.
3. Определить значения трех показателей: октанового числа по исследовательскому методу;
Октанового числа по моторному методу;

Фракционного состава при начале кипения

Для трех марок «неизвестных» бензинов: А-76, АИ-95, АИ-92.

4. Сравнить полученные значения с паспортными данными для этих трех бензинов.