Министерство образования и науки Российской Федерации
Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)

Кафедра “Информатика и технология программирования”

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине “Информационно-коммуникационные технологии”

на тему: “Использование прикладных программ для оптимизации задач исследования”

ВАРИАНТ № 4

Выполнила: студентка группы ВАЭ-1
Ефименко Елена Васильевна
Проверил: кандидат технических наук, доцент
Короткова Неля Николаевна

город Волжский
2017 год

Задания к контрольной работе:

Задача № 1: Решить в MathCad дифференциальное уравнение

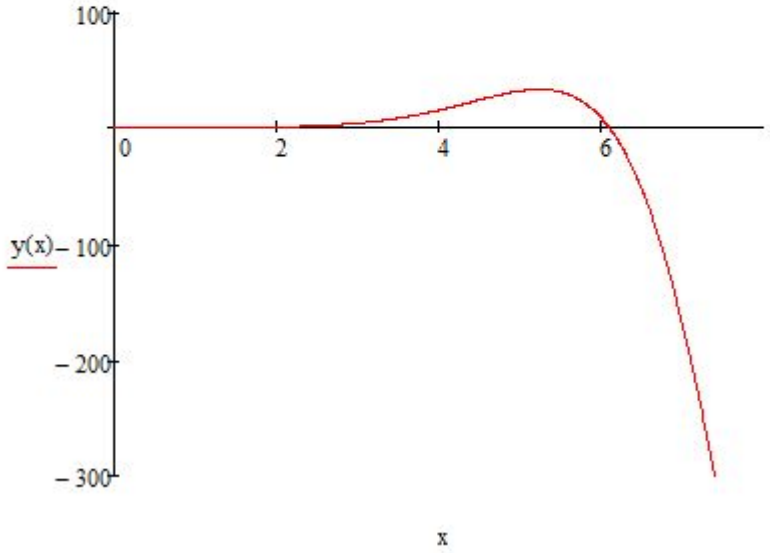
Решение :

Given

$$\frac{d^4}{dx^4}y(x) + 4y(x) = x^2 + x \qquad y(0) = 0 \qquad y'(0) = 0$$

$$y''(0) = 0 \qquad y'''(0) = 0$$

$$y := \text{Odesolve}(x, 10)$$



$$\frac{d^4}{dx^4}y(x) + 4y = x^2 + x \qquad y(0) = 0 \qquad y'(0) = 0$$

$$y''(0) = 0 \qquad y'''(0) = 0$$

Задача № 2: Решить в MathCad систему дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} x' = 4x - 5y + 4t - 1 \\ y' = x + 2y + t \\ x(0) = 1 \\ y(0) = 0 \end{cases}$$

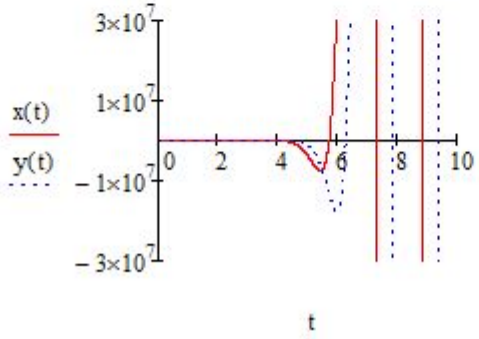
2. Решение системы дифференциальных уравнений

Given

$x'(t) = 4x(t) - 5y(t) + 4t - 1$ $\quad$ $y'(t) = x(t) + 2y(t) + t$

$x(0) = 1$ $\quad$ $y(0) = 0$

$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} := \text{Odesolve}\left[\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}, t, 100\right]$ $\quad$ $t1 := 0, 0.2 .. 5$



Задача № 3: используя MathCad, необходимо решить задачи параметрической и структурной идентификации эмпирической модели, описывающей зависимость давления насыщенного пара индивидуального вещества от температуры. Используются данные пассивного эксперимента (12 экспериментов):

x	-0,5	-4,5	-4,0	-3,5	-3,0	-2,5	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5
y	54,98	45,52	37,00	29,53	23,00	17,53	12,97	9,49	7,0434	5,50

и 5 видов моделей:

1. $y = e^{A+\frac{B}{x}}$
2. $y = e^{A+\frac{B}{C+x}}$
3. $y = e^{A+\frac{B}{x}+Cx+D\ln x}$
4. $y = e^{A+Bx+Cx^2}$
5. $y = e^{A+Bx+Cx^2+Dx^3}$

Определить коэффициенты уравнений регрессии указанных пяти эмпирических моделей.

Задача № 2: представить в общем и в числовом виде произведение транспонированной и исходной матриц независимых входных переменных и числовые значения обратной матрицы произведения.

Задача № 3: определить адекватность уравнений регрессии с использованием F-распределения Фишера и выбрать наиболее точное уравнение с использованием дисперсии адекватности.

Представить сводную таблицу коэффициентов A, B, C, D, дисперсий, табличных и расчётных критериев Фишера для всех моделей. Выделить наиболее точную модель.

Линеаризованные уравнения преобразовать, выразив выходную переменную и построить графики ошибок для каждого уравнения (график ошибок – график разностей экспериментальных и расчётных значений в зависимости от значения аргумента). Подобрать масштаб оси ординат, позволяющий подробно рассмотреть форму кривой на графике.

Провести графическое сравнение экспериментальных и расчетных данных.

Не переводить значения температуры в другую размерность.

Не менять порядок коэффициентов и номера зависимостей, не менять обозначений.

Выполнение контрольной работы:

1. Модель $P = e^{A+\frac{B}{T}}$
2. Модель $P = e^{A+\frac{B}{C+T}}$
3. Модель $P = e^{A+\frac{B}{T}+CT+D\ln T}$
4. Модель $P = e^{A+BT+CT^2}$
5. Модель $P = e^{A+BT+CT^2+DT^3}$

3. Данные пассивного эксперимента

ORIGIN := 1

$$X := \begin{pmatrix} -5.0 \\ -4.5 \\ -4.0 \\ -3.5 \\ -3.0 \\ -2.5 \\ -2.0 \\ -1.5 \\ -1.0 \\ -0.5 \end{pmatrix} \quad Y := \begin{pmatrix} 54.98 \\ 45.52 \\ 37.00 \\ 29.53 \\ 23.00 \\ 17.53 \\ 12.97 \\ 9.49 \\ 7.034 \\ 5.50 \end{pmatrix}$$

$n := \text{rows}(X)$ количество пассивных экспериментов

1. Модель: $y = e^{A+\frac{B}{x}}$

Модель № 1

$$y = e^{A+\frac{B}{x}}$$

Инедетификация параметров

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \end{pmatrix} := \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} X_i \\ \sum_{i=1}^{n} X_i & n \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i)^2 \cdot \ln(Y_i)\right] \\ \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i) \cdot \ln(Y_i)\right] \end{bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4.327 \\ 2.763 \end{pmatrix}$$

A1 := a0 = 4.327

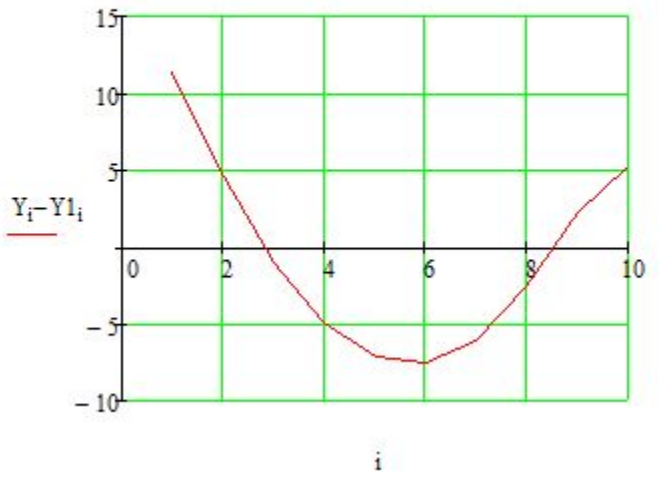
B1 := a1 = 2.763

Полученные коэффициенты

График ошибок

$i := 1..10$

$Y1_i := e^{A1+\frac{B1}{X_i}}$



Расчетное значение критерия Фишера

$$yexp_1 := \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n}$$

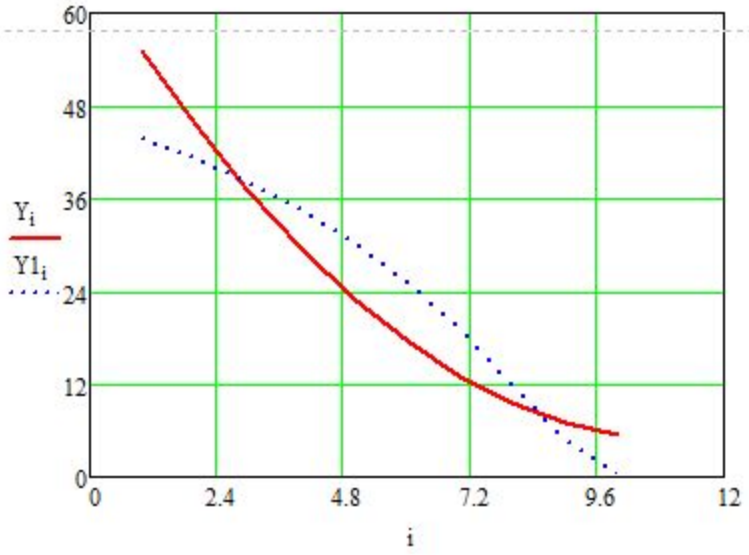
$p := 2$ число коэффициентов уравнений

$$Srsr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - yexp_1\right)^2}{n-1}$$

$$Sr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(e^{A1+\frac{B1}{X_i}} - Y_i\right)^2}{n-p} = 44.795$$

$$Fr := \frac{Srsr}{Sr} = 6.516$$

График экспериментальных значений и расчетных



2. Модель: $y = e^{A+\frac{B}{C+x}}$

Модель № 2

$$y = e^{A+\frac{B}{C+x}}$$

Инедетификация параметров

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \end{pmatrix} := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} X_i & \sum_{i=1}^{n} \ln(Y_i) \\ \sum_{i=1}^{n} X_i & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} [(X_i)\cdot\ln(Y_i)] \\ \sum_{i=1}^{n} \ln(Y_i) & \sum_{i=1}^{n} [(X_i)\cdot\ln(Y_i)] & \sum_{i=1}^{n} [(X_i)\cdot\ln(Y_i)\cdot\ln(Y_i)] \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} [(X_i)\cdot\ln(Y_i)] \\ \sum_{i=1}^{n} [(X_i)^2\cdot\ln(Y_i)] \\ \sum_{i=1}^{n} [(X_i)\cdot\ln(Y_i)\cdot\ln(Y_i)] \end{bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.764 \\ 4.327 \\ -9.586 \times 10^{-4} \end{pmatrix}$$

$A2 := a1 = 4.327$

$C2 := -a2 = 9.586 \times 10^{-4}$

$B2 := a0 - A2\cdot C2 = 2.76$

Полученные коэффициенты

График ошибок

$i := 1..10$

$$Y2_i := e^{A2+\frac{B2}{C2+X_i}}$$

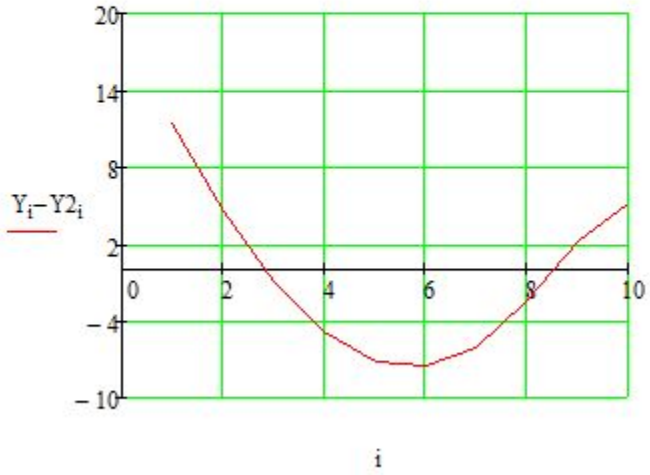
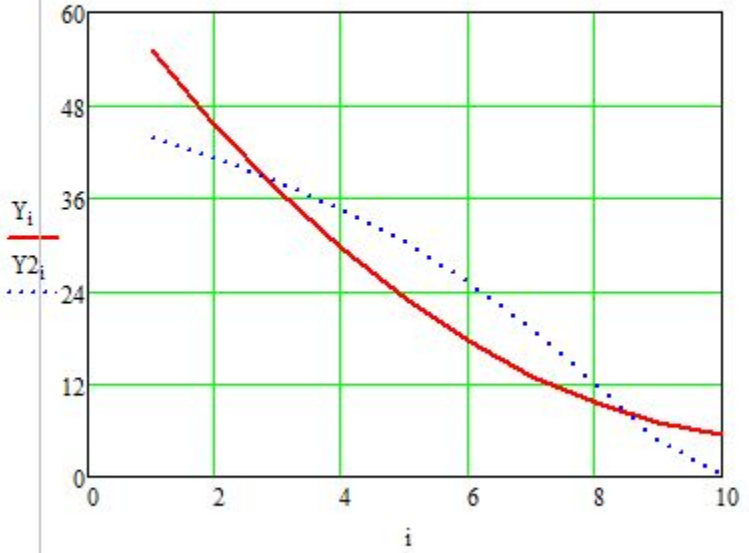


График экспериментальных значений и расчетных



Расчетное значение критерия Фишера

$$yexp_1 := \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n} \qquad p := 3 \quad \text{число коэффициентов уравнений}$$

$$Srsr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - yexp_1\right)^2}{n-1} = 291.884$$

$$Sr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(e^{A2+\frac{B2}{C2+X_i}} - Y_i\right)^2}{n-p} = 51.235$$

$$Fr := \frac{Srsr}{Sr} = 5.697$$

3. Модель: $y = e^{A+\frac{B}{x}+Cx+D\ln x}$

Модель № 3

$$y = e^{A+\frac{B}{x}+Cx+D\ln(x)}$$

Инедетификация параметров

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \\ a3 \end{pmatrix} := \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} X_i & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^3 & \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i)^2 \cdot \ln(X_i)\right] \\ \sum_{i=1}^{n} X_i & n & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i) \cdot \ln(X_i)\right] \\ \sum_{i=1}^{n} (X_i)^3 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^4 & \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i)^3 \cdot \ln(X_i)\right] \\ \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i)^2 \cdot \ln(X_i)\right] & \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i) \cdot \ln(X_i)\right] & \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i)^3 \cdot \ln(X_i)\right] & \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i)^2 \cdot \ln(X_i) \cdot \ln(X_i)\right] \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i)^2 \cdot \ln(Y_i)\right] \\ \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i) \cdot \ln(Y_i)\right] \\ \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i)^3 \cdot \ln(Y_i)\right] \\ \sum_{i=1}^{n} \left[(X_i)^2 \cdot \ln(Y_i) \cdot \ln(X_i)\right] \end{bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \\ a3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.87 - 4.507i \\ -0.903 \\ -0.13 \\ 1.435 \end{pmatrix}$$

$A3 := a0 = 0.87 - 4.507i$

$B3 := a1 = -0.903$

$C3 := a2 = -0.13$

$D3 := a3 = 1.435$

Полученные коэффициенты

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \\ a3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.87 - 4.507i \\ -0.903 \\ -0.13 \\ 1.435 \end{pmatrix}$$

$A3 := a0 = 0.87 - 4.507i$

$B3 := a1 = -0.903$

$C3 := a2 = -0.13$

$D3 := a3 = 1.435$

Полученные коэффициенты

График ошибок

$i := 1 .. 10$

$$Y3_i := e^{A3+\frac{B3}{X_i}+C3\cdot X_i+D3\cdot \ln(X_i)}$$

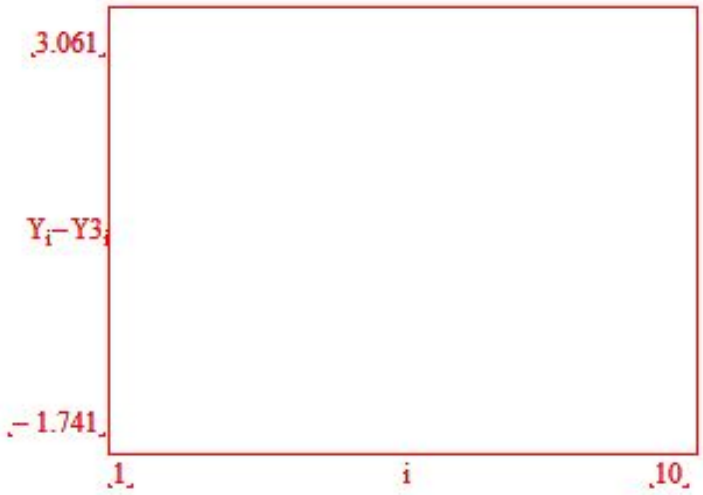
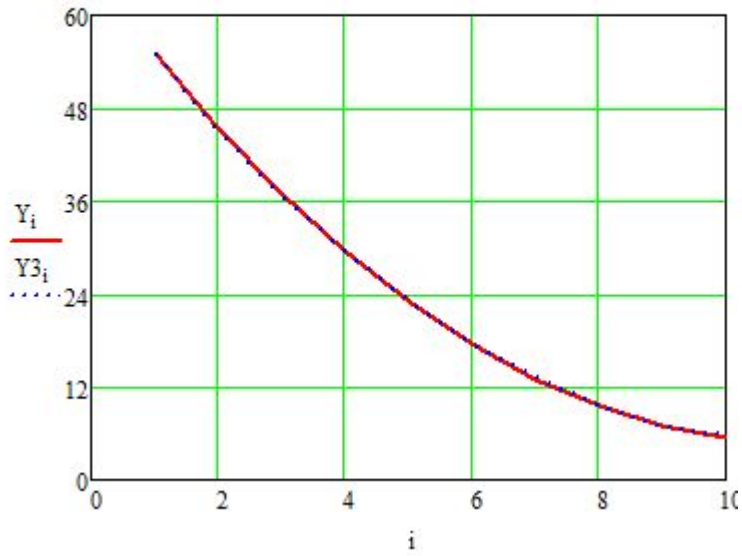


График экспериментальных значений и расчетных



Расчетное значение критерия Фишера

$$yexp_1 := \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n}$$

$p := 4$ число коэффициентов уравнений

$$Srsr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - yexp_1\right)^2}{n-1}$$

$$Sr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(e^{A3+\frac{B3}{X_i}+C3\cdot X_i+D3\cdot \ln(X_i)} - Y_i\right)^2}{n-p} = 0.057$$

$$Fr := \frac{Srsr}{Sr} = 5.144 \times 10^3$$

4. Модель: $y = e^{A+Bx+Cx^2}$

Модель № 4

$$y = e^{A+Bx+Cx^2}$$

Инедетификация параметров

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \end{pmatrix} := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} X_i & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 \\ \sum_{i=1}^{n} X_i & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^3 \\ \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^3 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^4 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} (\ln(Y_i)) \\ \sum_{i=1}^{n} [(X_i) \cdot \ln(Y_i)] \\ \sum_{i=1}^{n} [(X_i)^2 \cdot \ln(Y_i)] \end{bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.327 \\ -0.683 \\ -0.029 \end{pmatrix}$$

A4 := a0 = 1.327

B4 := a1 = −0.683

C4 := a2 = −0.029

Полученные коэффициенты

График ошибок

$i := 1..10$ $Y4_i := e^{A4+B4\cdot X_i+C4\cdot(X_i)^2}$

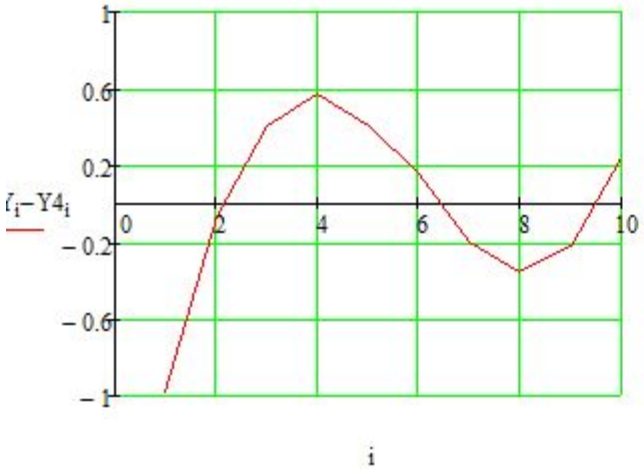


График экспериментальных значений и расчетных

Расчетное значение критерия Фишера

$$yexp_1 := \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n} \qquad p := 3$$ число коэффициентов уравнений

$$Srsr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - yexp_1\right)^2}{n-1}$$

+

$$Sr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left[e^{A4+B4\cdot X_i+C4\cdot (X_i)^2} - Y_i\right]^2}{n-p} = 0.273$$

$$Fr := \frac{Srsr}{Sr} = 1.069 \times 10^3$$

5. Модель

Модель № 5

$$y = e^{A+Bx+Cx^2+Dx^3}$$

Индентификация параметров

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \\ a3 \end{pmatrix} := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} X_i & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^3 \\ \sum_{i=1}^{n} X_i & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^3 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^4 \\ \sum_{i=1}^{n} (X_i)^2 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^3 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^4 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^5 \\ \sum_{i=1}^{n} (X_i)^3 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^4 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^5 & \sum_{i=1}^{n} (X_i)^6 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} (\ln(Y_i)) \\ \sum_{i=1}^{n} [(X_i) \cdot \ln(Y_i)] \\ \sum_{i=1}^{n} [(X_i)^2 \cdot \ln(Y_i)] \\ \sum_{i=1}^{n} [(X_i)^3 \cdot \ln(Y_i)] \end{bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \\ a3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.424 \\ -0.511 \\ 0.046 \\ 9.073 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

A5 := a0 = 1.424

B5 := a1 = −0.511

C5 := a2 = 0.046

D5 := a3 = 9.073×10^{-3}

Полученные коэффициенты

График ошибок

$i := 1..10$

$Y5_i := e^{A5+B5\cdot X_i+C5\cdot (X_i)^2+D5\cdot (X_i)^3}$

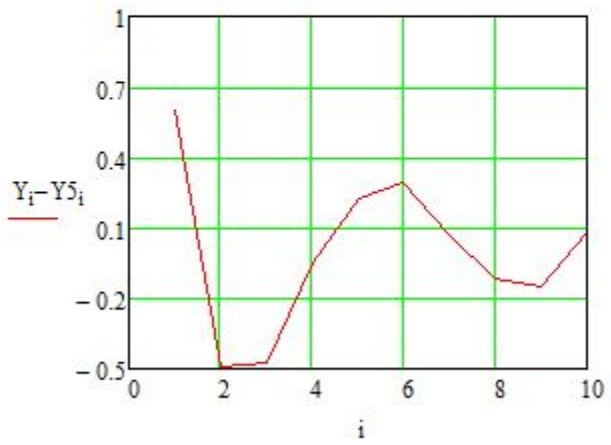


График экспериментальных значений и расчетных

Расчетное значение критерия Фишера

$$yexp_1 := \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n}$$

$p := 4$ число коэффициентов уравнений

$$Srsr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - yexp_1\right)^2}{n-1}$$

$$Sr := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left[e^{A5+B5\cdot X_i+C5\cdot (X_i)^2+D5\cdot (X_i)^3} - Y_i\right]^2}{n-p} = 0.169$$

$$Fr := \frac{Srsr}{Sr} = 1.728 \times 10^3$$

Выводы по контрольной работе:

1. Используя MathCad, научились решать задачи параметрической и структурной идентификации эмпирической модели, описывающей зависимость давления насыщенного пара индивидуального вещества от температуры.
2. Определили коэффициенты уравнений регрессии указанных пяти эмпирических моделей.
3. Определить адекватность уравнений регрессии с использованием F-распределения Фишера и выбрали наиболее точное уравнение с использованием дисперсии адекватности.
4. Провели графическое сравнение экспериментальных и расчетных данных.