

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

**Кафедра информатики и компьютерных технологий**

**ИНФОРМАТИКА**  
**Методические указания по выполнению**  
**расчетно-графического задания № 3**  
**для студентов специальности 21.05.04**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2016

УДК 004.67(076)

ИНФОРМАТИКА. Методические указания по выполнению расчетно-графического задания № 3 для студентов специальности 21.05.04 / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: Г.Н. Журов, Л.Г. Муста, СПб, 2016, 40 с.

В методических указаниях представлены варианты заданий, закрепляющие навыки работы в математической системе MathCad, выработанные в ходе выполнения лабораторных работ. Рассмотрен пример решения одного варианта.

Методические указания предназначены для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело».

Научный редактор доц. *А.Б. Маховиков*

Табл. 8. Ил. 11. Библиогр. 3.

© Национальный минерально-сырьевой  
университет «Горный», 2016

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время появилась возможность решения математических задач без составления компьютерных программ на алгоритмических языках. Причиной этого является разработка специальных математических программ – математических систем. С применением математических систем учебный процесс становится интереснее, студенты понимают содержание занятия быстрее, глубже, а для укрепления преподаваемых понятий и решения задач остается больше времени. В последнее время в вузах и научных учреждениях задачи вычислительной математики по преимуществу решают в математической системе MathCAD.

Целью выполнения расчетно-графического задания № 3 является закрепление теоретических и практических навыков, полученных студентами первого курса согласно рабочей программе<sup>1</sup> в разделе 4 «Прикладное программное обеспечение компьютерных систем и сетей» в ходе выполнения лабораторных работ в MathCAD.

Расчетно-графическое задание № 3 предусматривает самостоятельное выполнение шести задач, а именно: табулирование сложных функций и построение их графиков, использование массивов и матричных формул, решение систем линейных алгебраических уравнений, решение нелинейных уравнений, решение систем нелинейных уравнений, вычисление определенных интегралов.

Приведены варианты заданий для расчетно-графической работы. Рассмотрен пример решения одного варианта, в ходе которого излагаются краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения поставленных задач.

Полученные в ходе выполнения расчетно-графической работы навыки позволят в дальнейшем использовать их в курсовых и дипломных работах, а также в практической деятельности.

---

<sup>1</sup> Рабочая программа учебной дисциплины «Информатика». Направление 21.05.04 «Горное дело». Специализации: Подземная разработка пластовых месторождений, Подземная разработка рудных месторождений, Открытые горные работы, Взрывное дело, Технологическая безопасность и горноспасательное дело. / Сост. Г.Н. Журов. «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», СПб, 2015.

### ЗАДАНИЕ

В расчетно-графическое задание входит:

#### 1. Построение графиков сложных функций

##### 1.1. Линейный вычислительный процесс

Требуется вычислить значение функции  $y_1 = f(x)$  и  $y_2 = g(x)$  при  $x \in [x_{\text{начальное}}, x_{\text{конечное}}]$  с шагом  $h$ . Построить графики данных функций. Графики должны быть на одном рисунке. Исходные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вариант	Формула	Исходные данные
1	$y_1 = e^{a \cos x} (x \sin^2 x - 3 \cos x);$ $y_2 = \sin^2 x + a \cdot \cos x + 2$	$a = \sqrt[4]{6}; x \in [0; 3];$ $h = 0,25$
2	$y_1 = \frac{1}{3} (a \cdot \sin x - x)^2;$ $y_2 = \log_2  a \cdot \sin x - x $	$a = \sqrt[3]{5}; x \in [2; 4];$ $h = 0,2$
3	$y_1 = 2 \cdot 10^{-3} x^a;$ $y_2 = (1 + \ln x^a + \ln^2 x)$	$a = \sqrt[5]{9}; x \in [1; 20];$ $h = 1$
4	$y_1 = \frac{1}{2} \left( x^a - \frac{1}{2} \right) \sin^2 x;$ $y_2 = \frac{1}{4} \sqrt{ 1 - x^a }$	$a = \sqrt[4]{10}; x \in [0; 3];$ $h = 0,25$
5	$y_1 = \arcsin(x^{2-a});$ $y_2 = \sqrt[3]{x^{2-a} + 1}$	$a = \sqrt[4]{0,0625};$ $x \in [-1; 1];$ $h = 0,2$
6	$y_1 = (2a)^{\frac{1}{2}} \sin x;$ $y_2 = e^{1-\sqrt{2x}}$	$a = \sqrt[3]{15}; x \in [1; 4];$ $h = 0,25$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
7	$y_1 = \frac{3x}{\ln^2 x};$ $y_2 = (\ln x - 1)^a$	$a = \sqrt[3]{9}; x \in [3; 10];$ $h = 0,5$
8	$y_1 =  x - \ln(1 + x^2) ;$ $y_2 = x - e^{ax}$	$a = \sqrt[4]{10}; x \in [0; 3];$ $h = 0,25$
9	$y_1 = (1 + tg^2 ax)e^{-x};$ $y_2 = \frac{tgax}{e^x}$	$a = \sqrt[3]{20}; x \in [-3; 3];$ $h = 0,5$
10	$y_1 = \arccos\left(\frac{x}{a}\right);$ $y_2 = \left(\frac{a}{x} + \sin x\right)^2$	$a = \sqrt[4]{25}; x \in [0,1; 2,1];$ $h = 0,25$
11	$y_1 = \frac{2\sqrt{x}(ax - 2)}{1 + \cos^2 x};$ $y_2 = xe^{(ax-2)}$	$a = \sqrt[4]{6}; x \in [1; 6];$ $h = 0,25$
12	$y_1 = \frac{\sin(1 + 2ax)}{1 + x^2};$ $y_2 = \ln(1 + 2ax)$	$a = \sqrt[4]{30}; x \in [0; 6];$ $h = 0,5$
13	$y_1 = 2arctgx;$ $y_2 = \frac{2}{\sqrt{3}} \ln\left(a + \sqrt{x^2 + \frac{3}{\sqrt{2}}a}\right)$	$a = \sqrt[5]{8}; x \in [1; 8];$ $h = 0,5$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
15	$y_1 = \frac{1}{2}(1 + x^a - \cos x)$ $y_2 = \frac{1}{4}\sqrt{1 + x^a}$	$a = \sqrt[4]{20}; x \in [4; 16];$ $h = 1$
16	$y_1 = \arccos\left(\frac{x}{a}\right);$ $y_2 = \sqrt[3]{x^{3a} + 1}$	$a = \sqrt[4]{12}; x \in [-1; 1];$ $h = 0,2$
17	$y_1 = (1 + \sin^2 ax)e^{-x};$ $y_2 = \frac{\sin ax}{e^x}$	$a = \sqrt[3]{15}; x \in [-2; 4];$ $h = 0,5$
18	$y_1 = (2a)^{\frac{1}{2}} \cos x; y_2 = e^{1-\sqrt{3}x}$	$a = \sqrt[4]{27}; x \in [-1; 1];$ $h = 0,2$

## 1.2. Разветвляющийся вычислительный процесс

### 1.2.1. Деление на две ветви

Требуется вычислить значение функции  $y = f(x)$  при  $x \in [x_{\text{начальное}}, x_{\text{конечное}}]$  с шагом  $h$ . Построить график данной функции. Исходные данные приведены в табл.2.

Таблица 2

Вариант	Формула	Исходные данные
1	$y = \begin{cases} \sin(x - a), & \text{если }  x - a  < 4 \\ \sin\left(\frac{1}{x - a}\right), & \text{если }  x - a  \geq 4 \end{cases}$	$a = 3; x \in [-6; 6];$ $h = 0,5$
2	$y = \begin{cases} (a + \sin x)^2, & \text{если } \sin x < \cos x \\ (a + \cos x)^2, & \text{если } \sin x \leq \cos x \end{cases}$	$a = 2; x \in [-4; 4];$ $h = 0,5$

Продолжение таблицы 2

Вариант	Формула	Исходные данные
3	$y = x^2 + a^2 + \begin{cases} x^3, & \text{если } x > a \\ a^3, & \text{если } x \leq a \end{cases}$	$a = 1; x \in [0;3];$ $h = 0,25$
4	$y = \begin{cases} e^{ 1-ax }, & \text{если } a > x \\ e^{\sqrt{ 1-ax }}, & \text{если } a \leq x \end{cases}$	$a = 4; x \in [-2;2];$ $h = 0,25$
5	$y = \begin{cases} x^2 + a^2, & \text{если } x^2 < a^2 \\ \sqrt{x^2 + a^2}, & \text{если } x^2 \geq a^2 \end{cases}$	$a = 5; x \in [-4;4];$ $h = 0,5$
6	$y = \begin{cases} \sin^2 3x, & \text{если } 3x < a \\ \sin^2 3x + a, & \text{если } 3x \geq a \end{cases}$	$a = 2; x \in [-3;3];$ $h = 0,5$
7	$y = \begin{cases} a + x^3, & \text{если }  x  \leq a \\ a - x^3, & \text{если }  x  > a \end{cases}$	$a = 2,5; x \in [-5;5];$ $h = 0,5$
8	$y = \begin{cases} x^2 + 2, & \text{если } x > a \\ \sin(x^2 + a), & \text{если } x \leq a \end{cases}$	$a = 1,5; x \in [-3;4];$ $h = 0,5$
9	$y = \begin{cases} \sin(x^2 + a), & \text{если } x < a \\ \cos(x^2 + a), & \text{если } x \geq a \end{cases}$	$a = 1; x \in [-3;3];$ $h = 0,5$
10	$y = \begin{cases} 1 - \sin^3 x, & \text{если } x \neq a \\ 0,29, & \text{если } x = a \end{cases}$	$a = 0; x \in [-2;2];$ $h = 0,25$
11	$y = \begin{cases} \sin(x+1), & \text{если } x < a \\ \log_2(x^2 + 2), & \text{если } x \geq a \end{cases}$	$a = -2; x \in [-6;2];$ $h = 0,5$
12	$y = \begin{cases} \sqrt{ x }, & \text{если } x < a \\ \sqrt{ \sin x }, & \text{если } x \geq a \end{cases}$	$a = -1; x \in [-5;3];$ $h = 0,5$

Продолжение таблицы 2

Вариант	Формула	Исходные данные
13	$y = \begin{cases} 1 + e^{-2x}, & \text{если } x > a \\ 2,73x, & \text{если } x \leq a \end{cases}$	$a = 1; x \in [-3; 3];$ $h = 0,25$
14	$y = \begin{cases} \cos(x + a), & \text{если } x < a \\ \sin(x + a), & \text{если } x \geq a \end{cases}$	$a = 4; x \in [-2; 2];$ $h = 0,25$
15	$y = \begin{cases} \sqrt{x + a}, & \text{если }  x  \leq a \\ a + x, & \text{если }  x  > a \end{cases}$	$a = 2; x \in [-4; 4];$ $h = 0,5$
16	$y = \begin{cases} x^3 + a^3, & \text{если } x^3 < a^3 \\ \sqrt{x^3 + a^3}, & \text{если } x^3 \geq a^3 \end{cases}$	$a = 3; x \in [-3; 3];$ $h = 0,5$
17	$y = \begin{cases} \cos 4x, & \text{если } 4x > a \\ \cos 4x + a, & \text{если } 4x \leq a \end{cases}$	$a = 2; x \in [-4; 3];$ $h = 0,5$
18	$y = \begin{cases} 1 + \cos^2 x, & \text{если } x \neq a \\ 1, & \text{если } x = a \end{cases}$	$a = 1; x \in [-1; 3];$ $h = 0,25$

**1.2.2. Деление на три ветви**

Требуется вычислить значение функции  $y = f(x)$  при  $x \in [x_{\text{начальное}}, x_{\text{конечное}}]$  с шагом  $h$ . Построить график данной функции. Исходные данные приведены в табл.3

Таблица 3

Вариант	Формула	Исходные данные
1	$y = \begin{cases} 3,5x, & \text{если } x > 0 \\ x + \cos x, & \text{если } -2 < x \leq 0 \\ \sin 2x, & \text{если } x \leq -2 \end{cases}$	$x \in [-5; 1];$ $h = 0,25$
2	$y = \begin{cases} \sin x, & \text{если } x \leq 0 \\ x + \ln(5 + x), & \text{если } 0 < x < 1 \\ 3^x, & \text{если } x \geq 1 \end{cases}$	$x \in [-4; 4];$ $h = 0,25$



Продолжение таблицы 3

Вариант	Формула	Исходные данные
3	$y = \begin{cases} x-1, & \text{если } x > 1 \text{ или } x < -1 \\ x^3, & \text{если } x = -1 \text{ или } x = 1 \\ \frac{x}{x^2+1}, & \text{если } -1 < x < 1 \end{cases}$	$x \in [-8; 8];$ $h = 0,4$
4	$y = \begin{cases} e^{-x^2}, & \text{если } x > 0 \\ \ln(1+x^2), & \text{если } -3 < x \leq 0 \\ \sin x^2, & \text{если } x \leq -3 \end{cases}$	$x \in [-6; 6];$ $h = 0,25$
5	$y = \begin{cases} x \sin^2 \frac{1}{x+3}, & \text{если } \sin x < 0 \\ 0,5x, & \text{если } 0 \leq \sin x < 0,5 \\ e^{\sin x}, & \text{если } \sin x \geq 0,5 \end{cases}$	$x \in [-2; 2];$ $h = 0,25$
6	$y = \begin{cases} \operatorname{arctg} \frac{1}{x+1}, & \text{если } x > 2 \\ \frac{1-x}{1+x^2}, & \text{если } x = 2 \\ \frac{x}{1+x^2}, & \text{если } x < 2 \end{cases}$	$x \in [0; 4];$ $h = 0,25$
7	$y = \begin{cases} e^x x , & \text{если } x \leq 0 \\ 3x, & \text{если } 0 < x < 2 \\ \frac{x}{x+5}, & \text{если } x \geq 2 \end{cases}$	$x \in [-1; 5];$ $h = 0,25$

Продолжение таблицы 3

Вариант	Формула	Исходные данные
8	$y = \begin{cases} x\sqrt{x^2+1}, & \text{если } x > 1 \\ -x, & \text{если } -2 < x \leq 1 \\ x, & \text{если } x \leq -2 \end{cases}$	$x \in [-5; 3];$ $h = 0,5$
9	$y = \frac{x^2(2+x)}{x^2+1} + \begin{cases} 4+x, & \text{если } x < 1 \\ 2x, & \text{если } 1 \leq x < 2 \\ x, & \text{если } x \geq 2 \end{cases}$	$x \in [0; 8];$ $h = 0,4$
10	$y = \begin{cases} (x^2+1)e^x, & \text{если }  x  \leq 1 \\ \frac{ x }{1+x^2}, & \text{если } 1 <  x  < 2 \\ 1+x+x^2, & \text{если }  x  \geq 2 \end{cases}$	$x \in [-1; 5];$ $h = 0,25$
11	$y = \begin{cases} x+2, & \text{если } x > 2 \\ 2x+2, & \text{если } 2 \leq x < 4 \\ 2, & \text{если } x \geq 4 \end{cases}$	$x \in [-0; 10];$ $h = 0,5$
12	$y = x^2 + \begin{cases} \sqrt[3]{x}, & \text{если } x > 0 \\ 2x \sin x, & \text{если } -3 < x \leq 0 \\ x, & \text{если } x \leq -3 \end{cases}$	$x \in [-6; 2];$ $h = 0,5$
13	$y = \begin{cases} \cos(x-2), & \text{если } x-2 \leq 1 \\ \cos\left(\frac{1}{x-6}\right), & \text{если } 1 < x-2 \leq 2,4 \\ (x-2)^2, & \text{если } x-2 > 2,4 \end{cases}$	$x \in [-4; 4];$ $h = 0,25$

Продолжение таблицы 3

Вариант	Формула	Исходные данные
14	$y = \begin{cases} \ln(x+1), & \text{если } x > -1 \\ (x+1)^3, & \text{если } -1 \leq x < 3 \\ 3xe^{x+1}, & \text{если } x \geq 3 \end{cases}$	$x \in [-2; 4]; h = 0,2$
15	$y = \begin{cases} \frac{x^2-1}{x+1}, & \text{если } x > 1 \\ \frac{x}{x^2+1}, & \text{если } -1 \leq x \leq 1 \\ \frac{x}{x^2-1}, & \text{если } x < -1 \end{cases}$	$x \in [-4; 4];$ $h = 0,25$
16	$y = \begin{cases} x+1, & \text{если } x > 2 \text{ или } x < -2 \\ x^2, & \text{если } x = 2 \text{ или } x = -2 \\ \frac{x}{x^3+1}, & \text{если } -2 < x < 2 \end{cases}$	$x \in [-3; 3];$ $h = 0,25$
17	$y = \frac{x^3}{x^3+1} + \begin{cases} 2-x, & \text{если } x < 2 \\ 4x, & \text{если } 2 \leq x < 4 \\ x^2, & \text{если } x \geq 4 \end{cases}$	$x \in [0; 8];$ $h = 0,5$
18	$y = \begin{cases} \frac{x^3+1}{x-1}, & \text{если } x > 2 \\ \frac{x^2}{x^3-1}, & \text{если } 1 < x \leq 2 \\ \frac{x}{x^2+2}, & \text{если } x \leq 1 \end{cases}$	$x \in [-3; 3];$ $h = 0,25$

## 2. Использование массивов и матричных формул

Требуется вычислить матричное выражение, заданное табл.4, в одну формулу.

Таблица 4

Вариант	Формула	Исходные данные
1	$((H_{34} B_{43})^T + E_{33} - D_{33})^T$	$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
2	$(Q_{34}^T D_{34} + E_{44})^T$	$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
3	$(E_{33} + H_{33} + D_{33}^T)Q_{34}$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
4	$(Q_{34}B_{34}^T + E_{33} - D_{33})^T$	$Q = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
5	$((Q_{34}^T + D_{43})H_{32})^T$	$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -2 & 0 & 4 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 2 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
6	$(B_{23}^T + H_{32})(E_{22} + D_{22})$	$B = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 2 \\ 1 & -2 & 0 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 2 & -2 \\ -2 & 0 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad D = \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ -3 & 0 \end{pmatrix}$
7	$(E_{44} + D_{44}^T)(Q_{43} - B_{43})$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ -2 & 3 & 0 & 0 \\ -3 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ 1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
8	$(D_{34}^T(E_{33} + B_{33} + H_{33}))^T$	$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
9	$((E_{33} + H_{33})^T + B_{33})D_{32}$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 3 \\ -2 & 3 & 1 \\ -3 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 2 & -2 \\ -2 & 0 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$



Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
10	$((D_{34} + B_{34})Q_{43})^T + E_{33}$	$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
11	$D_{43}(E_{33} + H_{33})^T + Q_{34}^T$	$D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -2 & 0 & 4 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
12	$(D_{33} + E_{33})^T + H_{34}Q_{43}$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
13	$(E_{33} + D_{33})^T (Q_{34} B_{43})$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
14	$(D_{43} + H_{34}^T)(E_{33} + Q_{33})^T$	$D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -2 & 0 & 4 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
15	$(((E_{44} + Q_{44})D_{42})H_{23})^T$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ -2 & 3 & 0 & 0 \\ -3 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 3 \\ -1 & 2 \\ 1 & -2 \\ -3 & 0 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 2 \\ 1 & -2 & 0 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
16	$(E_{44} - D_{44}^T)(Q_{43} + B_{43})$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ -2 & 3 & 0 & 0 \\ -3 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 3 & 0 & 4 \\ 1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
17	$(D_{33} - E_{33})^T - H_{34}Q_{43}$	$D = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 4 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$



Продолжение таблицы 4

Вариант	Формула	Исходные данные
18	$(E_{33} - H_{33} - D_{33}^T)Q_{34}$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

### 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений

Требуется вычислить систему линейных алгебраических уравнений в матричном виде, сделать проверку решения. Исходные данные приведены в табл. 5.

Таблица 5

Вариант	Система линейных уравнений
1	$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 6x_3 = -28 \\ 3x_1 + 3x_3 = -6 \\ -2x_1 + x_2 - 4x_3 = 15 \end{cases}$
2	$\begin{cases} 2x_1 + x_3 = 6 \\ 4x_1 - 3x_2 - 2x_3 = -1 \\ 2x_2 + 7x_3 = 12 \end{cases}$

Продолжение таблицы 5

Вариант	Система линейных уравнений
3	$\begin{cases} -3x_1 + 2x_3 = 5 \\ 2x_1 + 4x_2 + 4x_3 = -2 \\ x_1 - 2x_2 + 5x_3 = 31 \end{cases}$
4	$\begin{cases} 3x_2 + 2x_3 = 2 \\ -2x_1 + 6x_2 = -22 \\ 4x_1 - 2x_2 - x_3 = 20 \end{cases}$
5	$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + x_3 = 21 \\ -2x_1 - 4x_2 + 2x_3 = -2 \\ 7x_2 + 8x_3 = -14 \end{cases}$
6	$\begin{cases} 6x_1 - 2x_2 = 18 \\ 4x_1 + 3x_2 + 4x_3 = -1 \\ 6x_2 + x_3 = -18 \end{cases}$
7	$\begin{cases} 8x_2 + 9x_3 = 38 \\ 2x_1 + 4x_2 - 2x_3 = -14 \\ -3x_1 + 2x_2 + x_3 = -7 \end{cases}$
8	$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + x_3 = 2 \\ -x_1 + 6x_2 + 8x_3 = 17 \\ 3x_2 - 12x_3 = -54 \end{cases}$
9	$\begin{cases} -x_2 - 4x_3 = -18 \\ -8x_1 + 2x_2 + 2x_3 = 12 \\ 4x_1 + 4x_2 = 8 \end{cases}$

Продолжение таблицы 5

Вариант	Система линейных уравнений
10	$\begin{cases} 7x_1 + 6x_2 + 8x_3 = 64 \\ 2x_1 + 3x_2 - 5x_3 = -19 \\ 4x_1 + 5x_2 + 2x_3 = 29 \end{cases}$
11	$\begin{cases} 9x_1 + 7x_2 - x_3 = 39 \\ -3x_2 + 4x_3 = -9 \\ 3x_1 + x_2 + 9x_3 = 9 \end{cases}$
12	$\begin{cases} 5x_1 + x_3 = 25 \\ 6x_1 + 7x_2 + 10x_3 = 81 \\ -2x_1 + 4x_2 + x_3 = 1 \end{cases}$
13	$\begin{cases} -x_1 + 8x_2 - 3x_3 = 1 \\ 8x_1 + 2x_2 = -38 \\ -5x_2 + 7x_3 = -34 \end{cases}$
14	$\begin{cases} -6x_1 + 7x_2 - 4x_3 = -44 \\ 3x_1 + 6x_2 + 6x_3 = 57 \\ 5x_1 + 4x_2 + 7x_3 = 71 \end{cases}$
15	$\begin{cases} -x_1 - 7x_2 + 6x_3 = -14 \\ 2x_1 + 5x_2 + 2x_3 = 19 \\ 9x_1 + 6x_2 + 6x_3 = 69 \end{cases}$
16	$\begin{cases} -x_2 - 2x_3 = 2 \\ -4x_1 + x_2 + x_3 = 10 \\ 4x_1 - 3x_2 = -3 \end{cases}$

Продолжение таблицы 5

Вариант	Система линейных уравнений
17	$\begin{cases} -x_1 + 2x_3 = 3 \\ x_1 + 4x_2 + 4x_3 = -2 \\ 2x_1 - 2x_2 + 5x_3 = 20 \end{cases}$
18	$\begin{cases} x_1 + x_2 + 8x_3 = 10 \\ 2x_1 - 3x_2 - 5x_3 = -6 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 = 4 \end{cases}$

#### 4. Решение нелинейных уравнений

Требуется найти корни нелинейного уравнения  $f(x) = 0$ .

Исходные данные приведены в табл. 6.

Таблица 6

Вариант	$f(x)$
1	$x^2 - 2x + 0,5^x$
2	$(x - 2)^2 2^x$
3	$2 \sin\left(x + \frac{\pi}{3}\right) - 0,5x^2 + 1$
4	$[\log_2(-x)] \cdot (x + 2) + 1$
5	$(x - 4)^2 \cdot \log_{0,5}(x - 3) + 1$
6	$e^x + x + 1$
7	$\cos(x + 0,5) - x^3$
8	$x \lg(x + 1) - 1$
9	$\sin(x - 0,5) - x + 0,5$
10	$[(x - 2)^2 - 1] \cdot 2^x - 1$
11	$(x - 3)^2 \log_{0,5}(x - 2) + 1$

Продолжение таблицы 6

Вариант	$f(x)$
12	$x \cdot \log_3(x+1) - 1$
13	$x^2 \cos 2x + 1$
14	$x^2 - 20 \sin x$
15	$5 \sin x - x$
16	$2 \sin\left(x - \frac{\pi}{3}\right) - x^2 + 0,5$
17	$[\log_2(x+2)](x-1) - 1$
18	$0,5^x - 3 + (x+1)^2$

**5. Решение систем нелинейных уравнений.**

Требуется решить систему нелинейных уравнений

$$\begin{cases} f_1(x) = 0 \\ f_2(x) = 0 \end{cases} \cdot \text{Исходные данные приведены в табл. 7.}$$

Таблица 7

Вариант	$f_1(x)$	$f_2(x)$
1	$tg(xy + 0,3) - x^2$	$0,9x^2 + 2y^2 - 1$
2	$\sin(x+1) - y - 1,2$	$2x + \cos y - 2$
3	$tg(xy) - x^2$	$0,6x^2 + 2y^2 - 1$
4	$2y - \cos(x+1)$	$x + \sin y + 0,4$
5	$\sin(x+y) - 1,3x$	$x^2 + y^2 - 1$
6	$\cos y + x - 1,5$	$2y - \sin(x - 0,5) - 1$
7	$tg(xy + 0,1) - x^2$	$0,5x^2 + 2y^2 - 1$
8	$tg(x-y) - x$	$x^2 + 2y^2 - 1$
9	$\cos(x-1) - y - 0,8$	$x - \cos y - 2$

Продолжение таблицы 7

Вариант	$f_1(x)$	$f_2(x)$
10	$\cos(y + 0,5) - x - 2$	$\sin x - 2y - 1$
11	$\sin(x - y) - x + 1$	$x^2 - y^2 - \frac{3}{4}$
12	$\cos(x + 0,5) - y - 2$	$\sin y - 2x - 1$
13	$\sin(x + y) - 1,1x - 0,1$	$x^2 + y^2 - 1$
14	$\sin x + 2y - 1,6$	$\cos(y - 1) + x - 1$
15	$\cos(x - 1) + y - 0,5$	$x - \cos y - 3$
16	$\sin y + 2x - 2$	$\cos(x - 1) + y - 0,7$
17	$\sin(x + y) - 1,5x$	$x^2 + y^2 - 1$
18	$tg(xy + 0,3) - x^2$	$0,5x^2 + 2y^2 - 1$

**6. Вычисление определенных интегралов.**

Требуется вычислить определенный интеграл  $J = \int_a^b f(x) dx$

Таблица 8

Вариант	$a$	$b$	$f(x)$
1	0,8	1,6	$(x^2 - 1)\sin(x - 0,5)$
2	1,2	2	$\frac{\lg(x + 2)}{x}$
3	1,4	2,1	$\frac{1}{\sqrt{3x^2 - 1}}$
4	0,6	1,4	$\frac{\cos x}{x + 1}$
5	2,2	2,6	$\sqrt{x^2 + 0,6}$
6	0,2	0,28	$\sqrt{x + 1} \cos(x^2)$

Продолжение таблицы 8

Вариант	$a$	$b$	$f(x)$
7	0,15	0,5	$\frac{1}{\sqrt{2x^2 + 1,6}}$
8	1,4	2,2	$\frac{\lg(x^2 + 2)}{x + 1}$
9	2,3	3,5	$\frac{1}{\sqrt{x^2 - 4}}$
10	0,4	1,2	$(2x + 0,5) \sin x$
11	0,32	0,66	$\sqrt{x^2 + 2,3}$
12	1,4	3	$x^2 \lg x$
13	0,18	0,98	$\frac{\sin x}{x + 1}$
14	0,2	1	$\frac{\operatorname{tg}(x^2)}{x^2 + 1}$
15	2,5	3,3	$\frac{\lg(x^2 + 0,8)}{x - 1}$
16	0,5	1,3	$\frac{1}{\sqrt{x^2 + 1}}$
17	0,6	0,72	$(\sqrt{x} + 2) \operatorname{tg} 2x$
18	1,4	2,6	$\sqrt{1,5x^2 + 0.7}$

Затем требуется написать отчет, используя текстовый редактор Microsoft Word.

Отчет должен содержать титульный лист, аннотацию, оглавление (выполненное средствами Microsoft Word), основную часть, заключение, библиографический список. В отчете должны

быть представлены фрагменты документа MathCad с решением каждой задачи.

## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

### 1. Построение графиков сложных функций.

#### 1.1 Линейный вычислительный процесс.

Требуется вычислить значение  $y_1 = \frac{2x}{\sin^2 x}$

и  $y_2 = (\cos x + 2)^a$  при  $x \in [2, 9]$  с шагом  $h = 0,5$ , где  $a = \sqrt[4]{8}$ .

Построить графики данных функций. Графики должны быть на одном рисунке. Решение представлено на рис. 1.

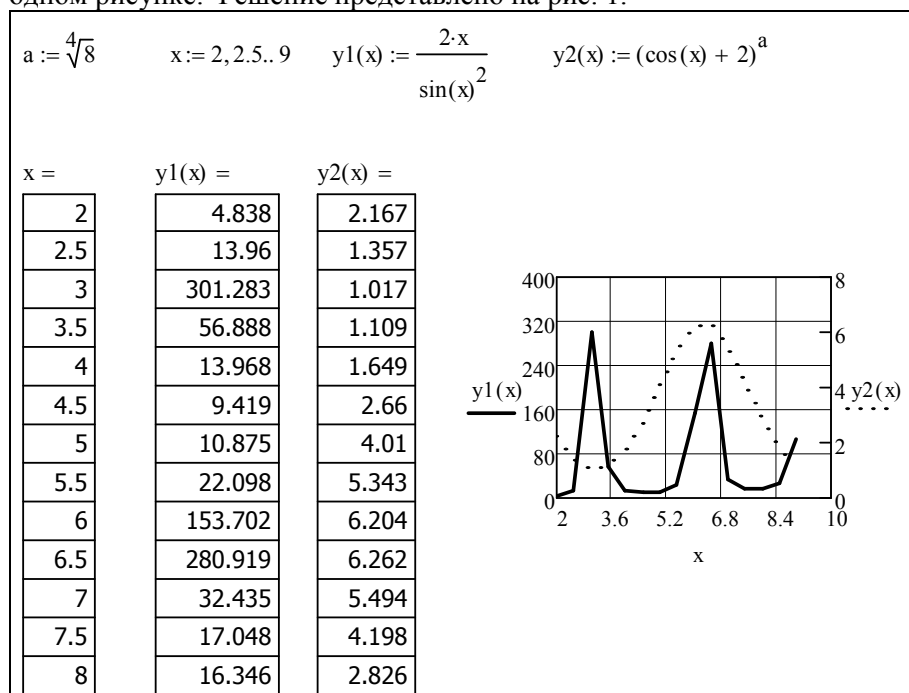


Рис. 1. Фрагмент документа MathCad с решением задачи 1.1



**Разветвляющийся вычислительный процесс  
Деление на две ветки**

Требуется вычислить значение функции

$$y = \begin{cases} a - x^2, & \text{если } |x - 1| \leq a \\ \frac{1}{a - x^2}, & \text{если } |x - 1| > a \end{cases} \text{ при } x \in [-4, 6] \text{ с шагом } h = 0,5, \text{ где } a = 2,5.$$

Решение представлено на рис. 2.

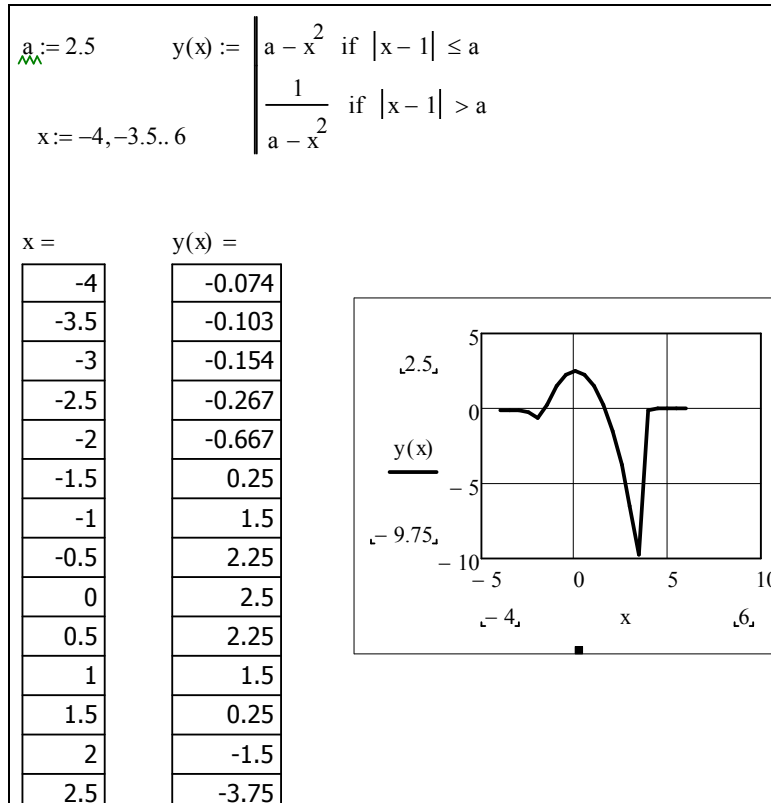


Рис. 2. Фрагмент документа MathCad с решением задачи 1.2.1

### Деление на три ветки.

Требуется вычислить значение функции

$$y = \begin{cases} \sin x, & \text{если } x \leq 1 \\ 1 + x^2, & \text{если } 1 < x < 1,5 \\ \cos x, & \text{если } x \geq 1,5 \end{cases}$$

при  $x \in [-1, 2]$  с шагом  $h = 0,1$ .

Построить график данной функции.

Решение представлено на рис. 3

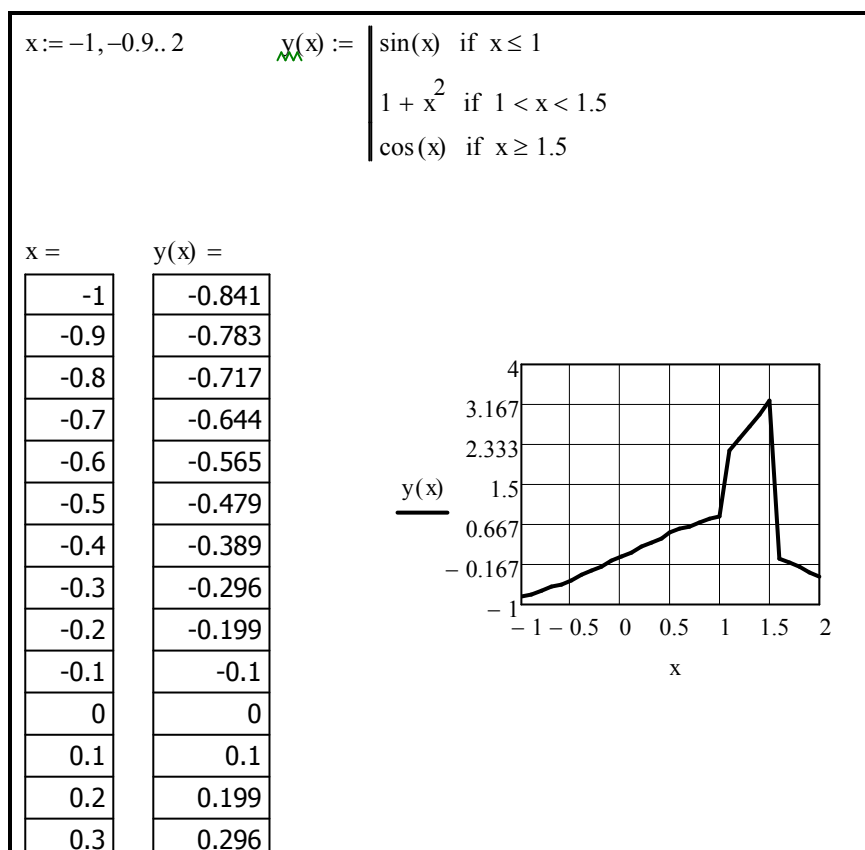


Рис. 3. Фрагмент документа MathCad с решением задачи 1.2.2

## 2. Использование массивов и матричных формул.

Требуется вычислить матричное выражение  $((E_{44} + Q_{44})D_{43})H_{33}^T$  в одну формулу.

Решение представлено на рис. 4.

$$E := \text{identity}(4) \quad Q := \begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ -2 & 3 & 0 & 0 \\ -3 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad D := \begin{pmatrix} 0 & 3 & -3 \\ -1 & 2 & 3 \\ 1 & -2 & 4 \\ -3 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad H := \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ -3 & 3 & 2 \\ 0 & -1 & -2 \end{pmatrix}$$
$$[(E + Q) \cdot D] \cdot H^T = \begin{pmatrix} -58 & -27 & 2 & 15 \\ 48 & -14 & -27 & -58 \\ 37 & -31 & -44 & -74 \end{pmatrix}$$

Рис. 4. Фрагмент документа MathCad с решением задачи 2

## 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений.

Требуется решить систему линейных алгебраических уравнений  $\begin{cases} 2x_1 + 3x_3 = 4 \\ 4x_1 - 3x_2 - 2x_3 = -5 \\ 2x_2 + 7x_3 = 2 \end{cases}$  в матричном виде, сделать проверку решения.

Решение представлено на рис. 5.

$$A := \begin{pmatrix} 2 & 0 & 3 \\ 4 & -3 & -2 \\ 0 & 2 & 7 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 4 \\ -5 \\ 2 \end{pmatrix} \quad X := A^{-1} \cdot B \quad X = \begin{pmatrix} 8 \\ 15 \\ -4 \end{pmatrix}$$

$$A \cdot X = \begin{pmatrix} 4 \\ -5 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Рис.5. Фрагмент документа MathCad с решением задачи 3

#### 4. Решение нелинейных уравнений.

Требуется найти корни нелинейного уравнения  $2e^x + 3x^2 - 10 = 0$ .

Решение представлено на рис 6-8.

Для того чтобы узнать, сколько корней имеет наше уравнение и найти начальные приближения корней, строим графики функций (рис. 6)  $f1(x)$  и  $f2(x)$ , где  $f1(x)=e^x$ ,  $f2(x)=10-3x^2$ . Координаты точек пересечения и будут результатом решения.

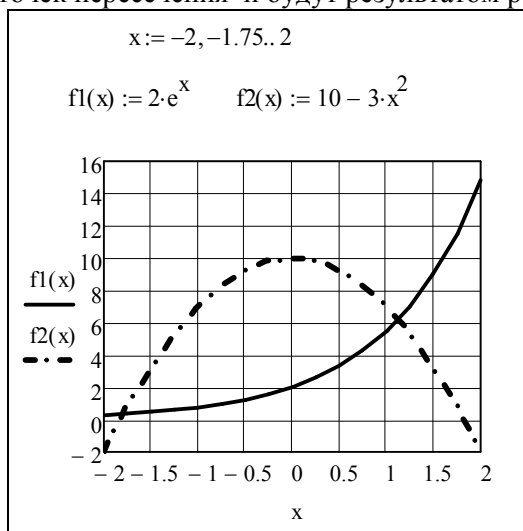


Рис.6 Фрагмент документа MathCad

Мы видим, что наше уравнения имеет два корня. Считаем с разными начальными приближениями и находим корни (рис. 7,8)

$x := -2$ Given $2 \cdot e^x + 3x^2 - 10 = 0$ Find(x) = -1.795
---

Рис. 7. Фрагмент документа MathCad с решением задачи 4

$x := 1.5$ Given $2 \cdot e^x + 3x^2 - 10 = 0$ Find(x) = 1.128
---

Рис. 8. Фрагмент документа MathCad с решением задачи 4

### 5. Решение систем нелинейных уравнений.

Требуется решить систему нелинейных уравнений

$$\begin{cases} y - \sin(x + 1) - 0.8 = 0 \\ \sin(y - 1) + x - 1.3 = 0 \end{cases}$$

Решение представлено на рис. 9-10.

Построим графики функций:  $\begin{cases} y = -\sin(x + 1) + 0.8 \\ x = 1.3 - \sin(y - 1) \end{cases}$

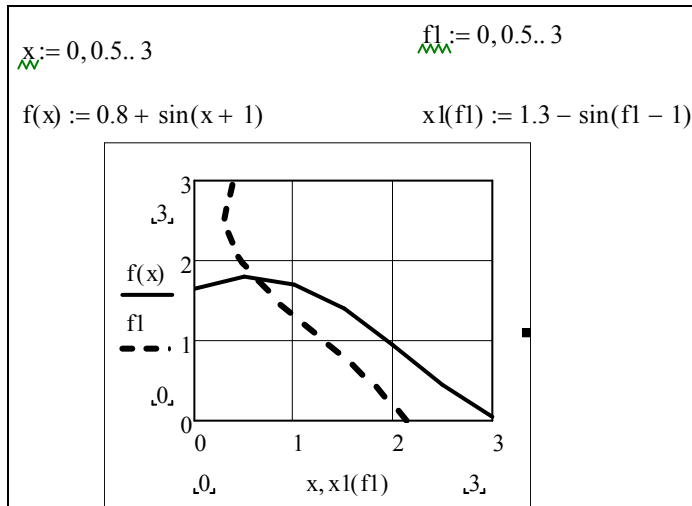


Рис. 9. Фрагменты документа MathCad

Присвоим  $x$  и  $y$  начальные значения и используем блок Given-Find:

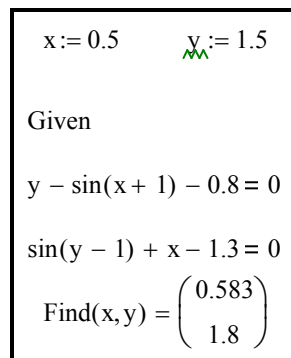


Рис. 10. Фрагменты документа MathCad с результатами решения

## 6. Вычисление определенных интегралов.

Требуется вычислить определенный интеграл

$$J = \int_{1.5}^3 \frac{x+1}{2} \lg\left(\frac{x^2}{2}\right) dx$$

Решение представлено на рис. 11.

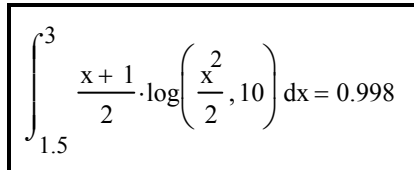

$$\int_{1.5}^3 \frac{x+1}{2} \cdot \log\left(\frac{x^2}{2}, 10\right) dx = 0.998$$

Рис. 11. Фрагмент документа MathCad с результатами решения

### РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Информатика. Базовый курс: учебное пособие / под ред. С.В. Симоновича. — СПб. и др.: Питер, 2012. — 637 с.
2. Информатика: Учебник для вузов / Под ред. Н.В. Макаровой – 3-е изд., перераб. - М.: Финансы и статистика, 2009. - 768 с.
3. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в MathCAD: Учебный курс. – СПб.: Питер, 2011. 400 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ЗАДАНИЕ .....	4
1. Построение графиков сложных функций .....	4
1.1. Линейный вычислительный процесс .....	4
1.2. Разветвляющийся вычислительный процесс .....	6
1.2.1. Деление на две ветви .....	6
1.2.2. Деление на три ветви .....	8
2. Использование массивов и матричных формул .....	12
3. Решение систем линейных алгебраических уравнений .....	25
4. Решение нелинейных уравнений .....	28
5. Решение систем нелинейных уравнений .....	29
6. Вычисление определенных интегралов .....	30
Пример выполнения расчетно-графического задания .....	32
Рекомендательный библиографический список .....	39