

Лабораторная работа № 1.

Тема: Поиск решения

Цель: Вспомнить основы численных методов для решения систем линейных и нелинейных уравнений.

Каждый вариант содержит 4 задачи.

1. Решить систему линейных уравнений.
2. Решить нелинейное уравнение (алгебраическое).
3. Решить нелинейное уравнение (трансцендентное).
4. Решить систему нелинейных уравнений.

1. Решение системы линейных уравнений.

1.1. Решение системы линейных уравнений с помощью надстройки Excel "Поиск решения".

Пусть задана система $A \cdot X = B$. Если определитель матрицы A отличен от 0, то решение может быть найдено с помощью обратной матрицы.

$$X = A^{-1} \cdot B$$

Решить систему:

$$\begin{cases} 3 \cdot x_1 - 5 \cdot x_2 = 11 \\ 4 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 + 8 \cdot x_3 = 20 \\ 3 \cdot x_1 - 9 \cdot x_2 + 12 \cdot x_3 = 39 \end{cases}$$

Решение приведено на рис.1.1. и 1.2.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Задача 1						
2							
3	A				B		
4	3	-5	0		11		
5	4	4	8		20		
6	3	-9	12		39		
7	det(A)=	480	<>0	=>	существует обратная матрица		
8	A ⁻¹				A ⁻¹ A (-1)		
9	0,25	0,125	-0,083333333		1	0	0
10	-0,05	0,075	-0,05		0	1	0
11	-0,1	0,025	0,066666667		0	0	1
12							
13	X=A ⁻¹ *B		Проверка:A*X=B => ОК!				
14	2				11		
15	-1				20		
16	2				39		

Рис.1.1

	A	B	C	D	E	F	G
1	Задача 1						
2							
3	A				B		
4	3	-5	0		11		
5	4	4	8		20		
6	3	-9	12		39		
7	det(A)=	=МОПРЕД(A4:C6) <>0		=>	существует обратная матрица		
8	A ⁻¹				A ⁻¹ A (-1)		
9	=МОБР(A4:C6)	=МОБР(A4:C6)	=МОБР(A4:C6)		=МУМНОЖ(A4:C6;A9:C11)	=МУМНОЖ(A4:C6;A9:C11)	=МУМНОЖ(A4:C6;A9:C11)
10	=МОБР(A4:C6)	=МОБР(A4:C6)	=МОБР(A4:C6)		=МУМНОЖ(A4:C6;A9:C11)	=МУМНОЖ(A4:C6;A9:C11)	=МУМНОЖ(A4:C6;A9:C11)
11	=МОБР(A4:C6)	=МОБР(A4:C6)	=МОБР(A4:C6)		=МУМНОЖ(A4:C6;A9:C11)	=МУМНОЖ(A4:C6;A9:C11)	=МУМНОЖ(A4:C6;A9:C11)
12							
13	X=A ⁻¹ *B		Проверка:A*X=B => ОК!				
14	=МУМНОЖ(A9:C11;E4:E6)				=МУМНОЖ(A4:C6;A14:A16)		
15	=МУМНОЖ(A9:C11;E4:E6)				=МУМНОЖ(A4:C6;A14:A16)		
16	=МУМНОЖ(A9:C11;E4:E6)				=МУМНОЖ(A4:C6;A14:A16)		

Рис.1.2

1.2 Решение системы линейных уравнений средствами MathCAD.

1.2.1. С помощью обратной матрицы.

Решение приведено на рис.1.3.

$$A := \begin{pmatrix} 3 & -5 & 0 \\ 4 & 4 & 8 \\ 3 & -9 & 12 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 11 \\ 20 \\ 39 \end{pmatrix} \quad X := A^{-1} \cdot B \quad X = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

проверка

$$A \cdot X = \begin{pmatrix} 11 \\ 20 \\ 39 \end{pmatrix}$$

Рис.1.3

1.2.2. С помощью вычислительного блока Given-Find.

Для решения систем уравнений нужно использовать вычислительный блок следующего вида:

1. Начальное приближение для всех переменных.
2. Ключевое слово Given (дано).
3. Система уравнений (при записи уравнений надо использовать жирный знак равенства (клавиши Ctrl+=), так как это не знак присвоения, а оператор отношения).
4. Ограничения на поиск решения в виде неравенств, если они есть.
5. Выражение, содержащее функцию find, с неизвестными в качестве параметров.

Результаты расчета – вектор решения системы. Вычислительный блок позволяет решать системы, содержащие от 1 до 200 уравнений.

Решение приведено на рис.1.4

$$A := \begin{pmatrix} 3 & -5 & 0 \\ 4 & 4 & 8 \\ 3 & -9 & 12 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 11 \\ 20 \\ 39 \end{pmatrix}$$

начальное приближение

$$X := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Given $A \cdot X = B$ $X := \text{Find}(X)$

$$X = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

проверка

$$A \cdot X = \begin{pmatrix} 11 \\ 20 \\ 39 \end{pmatrix}$$

Рис1.4.

2. Решение нелинейного уравнения

Задача о нахождении приближенных значений действительных корней уравнения $f(x) = 0$ включает два этапа:

- отделение корней
- уточнение корней

отделение корней предусматривает построение интервала изоляции корня для каждого корня, т.е. установление промежутка, в котором существует единственный корень.

Будем предполагать, что

1. функция $f(x)$ непрерывна вместе со своими производными $f(x)'$ и $f(x)''$ в промежутке $[a, b]$;
2. значения $f(a)$ и $f(b)$ на концах промежутка имеют разные знаки, т.е. $f(a) \cdot f(b) < 0$;
3. обе производные сохраняют знак во всем промежутке $[a, b]$.

Тогда в промежутке $[a, b]$ существует единственный корень, т.е. промежуток $[a, b]$ является *интервалом изоляции*.

Т.к. действительными корнями уравнения $f(x) = 0$ являются абсциссы точек пересечения кривой $y = f(x)$ с осью Ox , то отделение корня можно произвести графически.

Уточнение корней обычно выполняют какими-либо численными методами. Это можно сделать, используя надстройку Excel **Поиск решения**.

Пример (алгебраическое уравнение): Решить уравнение $x^2 + x - 5 = 0$

2.1. Решение нелинейного уравнения с помощью надстройки Excel ► «Подбор параметра».

Для отделения корней строим график рис.2.1. Очевидно, что уравнение имеет два корня. Для первого корня интервалом изоляции является, интервал, $[-3, -2]$, для второго корня. $[1, 2]$ Уточним эти корни с помощью надстройки Excel ► **Подбор параметра**.

Шаг 1. Строим графики функций $f(x) = x^2 + x - 5 = 0$.

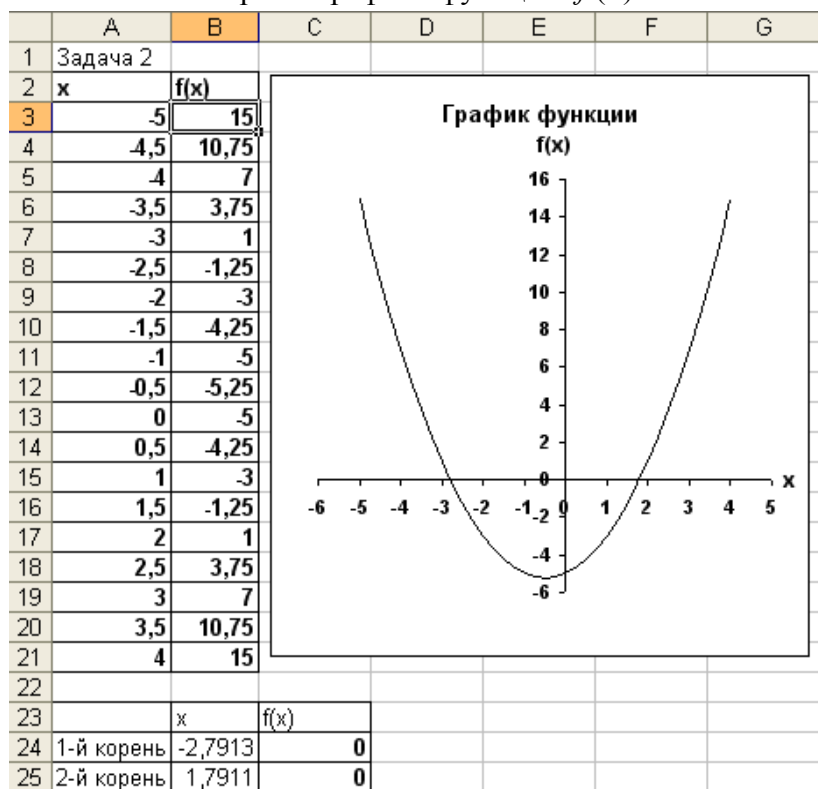


Рис.2.1. Режим отображения результата.

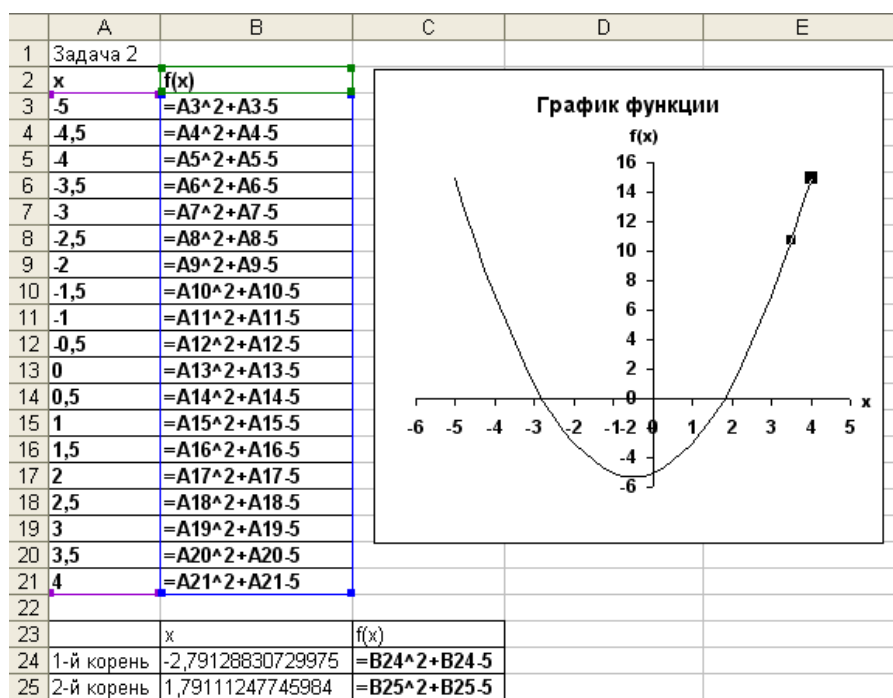


Рис.2.2. Режим отображения формул.

Шаг 2. Из рисунка устанавливаем, что на заданном промежутке исходное уравнение имеет два корня.

Шаг 3. В ячейку C24 вводим формулу =B24^2+B24-5.

Шаг 4. В ячейку B24 вводим -3 (начальное значение первого корня).

Шаг 5. Даем команду **Сервис**►**Подбор параметра**. Появляется диалоговое окно

Подбор параметра (рис. 2.3).

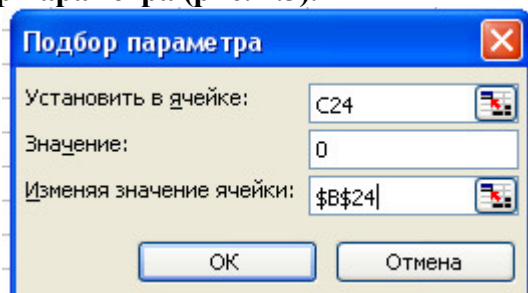


Рис.2.3.

Шаг 6. В поле Установить в ячейке указываем C24, в поле Значение задаем 0, в поле Изменяя значение ячейки указываем #B\$24. Нажимаем ОК.

Шаг 7. В появившемся окне Результат подбора параметра нажимаем ОК.

Шаг 8. Считываем в ячейке B24 значение корня. Оно будет -2,7913

Шаг 9. В ячейку C25 вводим формулу =B25^2+B25-5.

Шаг 10. В ячейку B24 вводим 1 (начальное значение второго корня).

Шаг 11. Даем команду **Сервис**►**Подбор параметра**. Появляется диалоговое окно

Подбор параметра. Заполняем его в соответствии с рис. 2.4.

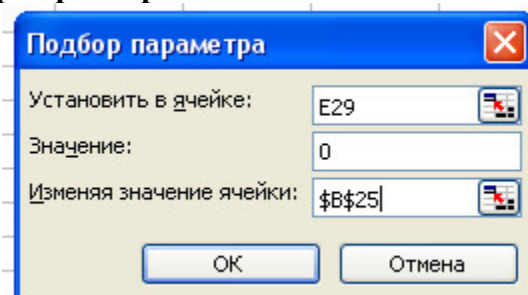


Рис.2.4.

Шаг 12. В появившемся окне Результат подбора параметра нажимаем ОК.

Шаг 13 Считываем в ячейке B25 значение корня. Оно будет 1,7911

Вывод: Мы нашли все два корня заданного уравнения: $x_1 = -2,7913$ и $x_2 = 1,7911$.

2.2 Решение нелинейного уравнения средствами MathCAD.

2.2.1. С помощью функции root.

Решение представлено на рис. 2.5.

Уравнение $x^2 + x - 5 = 0$

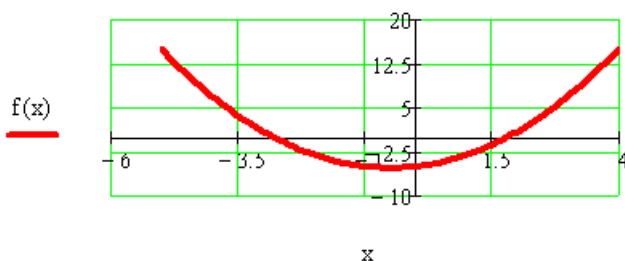
начальное приближение $x := 0$

решение $\text{root}(x^2 + x - 5, x) = 1.791$

или $f(x) := x^2 + x - 5$ $x_0 := 0$ $\text{root}(f(x), x) = 1.791$

другой
корень $x_0 := -5$ $x0 := \text{root}(f(x), x)$ $x0 = -2.791$

$x_0 := -5, -4.9..4$



Задан интервал поиска корней

$\text{root}(f(x), x, -5, -1) = -2.791$ $\text{root}(f(x), x, 1, -1) = \blacksquare$

$\text{root}(f(x), x, -3, 1) = -2.791$ $\text{root}(f(x), x, 1, 5) = 1.791$

Рис. 2.5.

2.2.2. С помощью вычислительного блока Given-Find.

Решение представлено на рис. 2.6.

начальное приближение $x := 0$

решение Given $x^2 + x - 5 = 0$

$x := \text{Find}(x)$ $x = 1.791$

начальное приближение $x_0 := -5$

решение Given $x^2 + x - 5 = 0$

$x_0 := \text{Find}(x)$ $x = -2.791$

Рис. 2.6.

2.2.3. С помощью функции polyroots (находит корни только алгебраического уравнения).

Решение представлено на рис. 2.7.

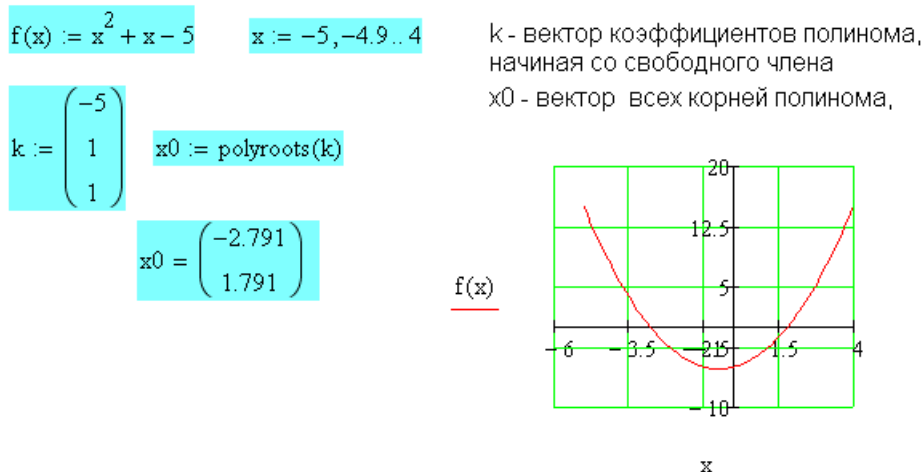


Рис. 2.7.

2.3. Пример (трансцендентное уравнение): Решить уравнение $4 \sin x + \ln x - 1 = 0$

Решение с помощью функции root представлено на рис. 2.8.

Уравнение $4 \cdot \sin(x) + \ln(x) - 1 = 0$

начальное приближение $x := 0.1$

решение $f(x) := 4 \cdot \sin(x) + \ln(x) - 1$ $\text{root}(f(x), x) = 0.46$

другие корни

$x := 2$	$x0 := \text{root}(f(x), x)$	$x0 = 3.181$
$x := 5$	$x0 := \text{root}(f(x), x)$	$x0 = 6.081$
$x := 10$	$x0 := \text{root}(f(x), x)$	$x0 = 9.75$

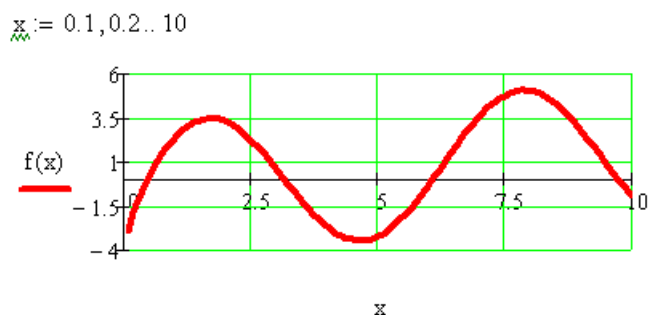


Рис. 2.8.

Решение с помощью вычислительного блока Given-Find представлено на рис. 2.9.

Уравнение $4 \cdot \sin(x) + \ln(x) - 1 = 0$

начальное приближение $x := 0.1$

решение $f(x) := 4 \cdot \sin(x) + \ln(x) - 1$

Given $f(x) = 0$ $x := \text{Find}(x)$ $x = 0.46$

Другие корни $x := 2$ Given $f(x) = 0$ $x := \text{Find}(x)$ $x = 3.181$

$x := 5$ Given $f(x) = 0$ $x := \text{Find}(x)$ $x = 6.081$

$x := 10$ Given $f(x) = 0$ $x := \text{Find}(x)$ $x = 9.75$

$x := 0.1, 0.2 \dots 10$

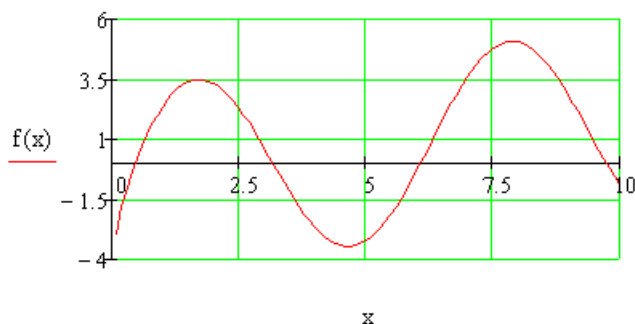


Рис. 2.9.

3. Решение системы нелинейных уравнений

3.1. Решение системы нелинейных уравнений средствами Excel.

Пример: Решить систему уравнений
$$\begin{cases} x^2 + y^2 = 3 \\ 2x + 3y = 1 \end{cases} \quad (*)$$

Напомним, что необходимым и достаточным условием того, что пара чисел (x, y) является решением системы $(*)$ тогда и только тогда, когда она является решением следующего уравнения с двумя неизвестными: $(x^2 + y^2 - 3)^2 + (2x + 3y - 1)^2 = 0$ $(**)$. С помощью средства **Поиск решения** вместо системы $(*)$ будем решать равносильное ей уравнение $(**)$. Заметим, что геометрически решения системы $(*)$ описывают точки пересечения прямой с окружностью, радиус которой равен $\sqrt{3}$. Следовательно, уравнение $(**)$ имеет не более двух различных решений.

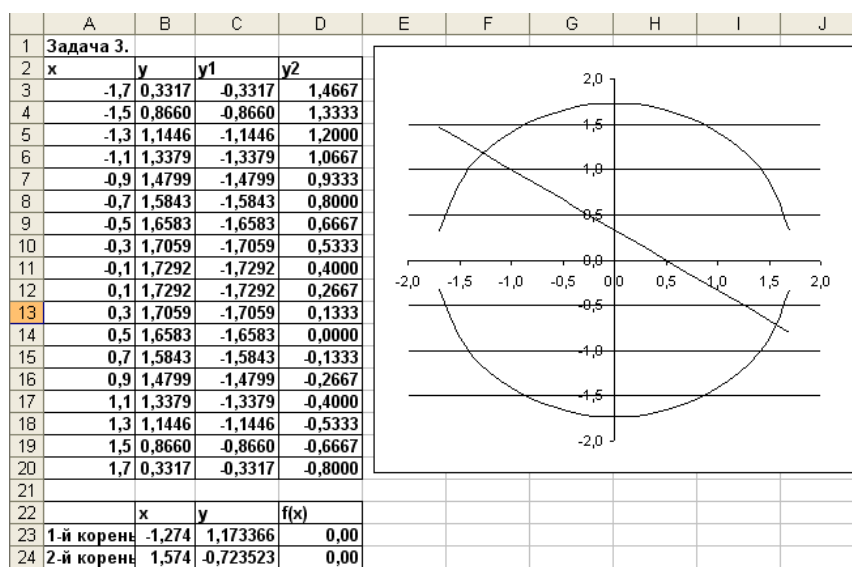


Рис.3.1. Режим отображения результата.

	A	B	C	D
4	-1,5	=КОРЕНЬ(3-A4^2)	=КОРЕНЬ(3-A4^2)	=(1-2*A4)/3
5	-1,3	=КОРЕНЬ(3-A5^2)	=КОРЕНЬ(3-A5^2)	=(1-2*A5)/3
6	-1,1	=КОРЕНЬ(3-A6^2)	=КОРЕНЬ(3-A6^2)	=(1-2*A6)/3
7	-0,9	=КОРЕНЬ(3-A7^2)	=КОРЕНЬ(3-A7^2)	=(1-2*A7)/3
8	-0,7	=КОРЕНЬ(3-A8^2)	=КОРЕНЬ(3-A8^2)	=(1-2*A8)/3
9	-0,5	=КОРЕНЬ(3-A9^2)	=КОРЕНЬ(3-A9^2)	=(1-2*A9)/3
10	-0,3	=КОРЕНЬ(3-A10^2)	=КОРЕНЬ(3-A10^2)	=(1-2*A10)/3
11	-0,1	=КОРЕНЬ(3-A11^2)	=КОРЕНЬ(3-A11^2)	=(1-2*A11)/3
12	0,1	=КОРЕНЬ(3-A12^2)	=КОРЕНЬ(3-A12^2)	=(1-2*A12)/3
13	0,3	=КОРЕНЬ(3-A13^2)	=КОРЕНЬ(3-A13^2)	=(1-2*A13)/3
14	0,5	=КОРЕНЬ(3-A14^2)	=КОРЕНЬ(3-A14^2)	=(1-2*A14)/3
15	0,7	=КОРЕНЬ(3-A15^2)	=КОРЕНЬ(3-A15^2)	=(1-2*A15)/3
16	0,9	=КОРЕНЬ(3-A16^2)	=КОРЕНЬ(3-A16^2)	=(1-2*A16)/3
17	1,1	=КОРЕНЬ(3-A17^2)	=КОРЕНЬ(3-A17^2)	=(1-2*A17)/3
18	1,3	=КОРЕНЬ(3-A18^2)	=КОРЕНЬ(3-A18^2)	=(1-2*A18)/3
19	1,5	=КОРЕНЬ(3-A19^2)	=КОРЕНЬ(3-A19^2)	=(1-2*A19)/3
20	1,7	=КОРЕНЬ(3-A20^2)	=КОРЕНЬ(3-A20^2)	=(1-2*A20)/3
21				
22		x	y	f(x)
23	1-й	-1,27405349075989	=КОРЕНЬ(3-B23^2)	=(B23^2+C23^2-3)^2+(2*B23+3*C23-1)^2
24	2-й	1,57369436136087	=КОРЕНЬ(3-B24^2)	=(B24^2+C24^2-3)^2+(2*B24+3*C24-1)^2

Рис.3.2. Режим отображения формул.

$$\text{Вывод: первое решение } \begin{cases} x_1 = -1.274 \\ y_1 = 1.173 \end{cases} \quad \text{второе решение } \begin{cases} x_2 = 1.574 \\ y_1 = -0.724 \end{cases}$$

3.2. Решение системы нелинейных уравнений средствами MathCAD.

Решение с помощью вычислительного блока Given-Find представлено на рис. 2.10.

Начальное приближение $x := 0$ $y := 1$

Решение Given $x^2 + y^2 = 3$ $2 \cdot x + 3 \cdot y = 1$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} := \text{Find}(x, y) \quad \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1.269 \\ 1.179 \end{pmatrix}$$

Проверка $x^2 + y^2 = 3$ $2 \cdot x + 3 \cdot y = 1$

Начальное приближение $x := 1$ $y := 0$

Given $x^2 + y^2 = 3$ $2 \cdot x + 3 \cdot y = 1$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} := \text{Find}(x, y) \quad \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.576 \\ -0.718 \end{pmatrix}$$

Проверка $x^2 + y^2 = 3$ $2 \cdot x + 3 \cdot y = 1$

Рис. 2.10.

Как видим, в данном примере решение полученное средствами MathCad и средствами Excel немного отличаются друг от друга (во всех предыдущих примерах они совпадали полностью). Это вызвано тем, что MathCad проводит вычисление с 20-ю значащими цифрами, а Excel только с 6-ю. Решение полученное в MathCad более точное.

ВАРИАНТ №1

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 - 6x_3 - x_4 = 7 \\ 2x_1 - 3x_2 + 2x_4 = -1 \\ 3x_1 - 4x_2 + 2x_3 - 9x_4 = 3 \\ 6x_1 - 5x_2 - 7x_3 + 6x_4 = 34 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $x^3 - 3x^2 + x = -1$ на промежутке $[-1,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $2 \sin x - \ln x = -1$ на промежутке $[3,7]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} 5x_1 + x_2^2 = 9 \\ -3x_1 + x_2 = -1 \end{cases}$$

ВАРИАНТ № 2

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 2x_1 - 6x_3 + 8x_4 = 10 \\ -15x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 8x_4 = 15 \\ -8x_1 - 10x_2 + 19x_3 + 4x_4 = -54 \\ -12x_1 - 8x_2 - 4x_3 + 16x_4 = 4 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $2x^3 + 5x^2 - 10x = 10$ на промежутке $[-4,2]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $e^{0,3x} - x = 4$ на промежутке $[-5,10]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 = 3 \\ x_1^2 + x_2 = 5 \end{cases}$$

ВАРИАНТ №3

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 10x_1 - 5x_2 - 5x_3 + 1x_4 = 1 \\ -6x_1 + 4x_2 - 2x_3 + 2x_4 = -10 \\ -5x_1 + 2x_2 + 22x_3 - 2x_4 = 38 \\ x_1 - x_2 - x_3 + x_4 = 1 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $2x^3 - 5x^2 = -1$ на промежутке $[-1,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $x^2 - \ln(x+1) = 0$ на промежутке $[-1,1]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 8x_1 - x_2 = 7 \\ x_1 + x_2^2 = 2 \end{cases}$

ВАРИАНТ № 4

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} x_1 - 5x_3 + 6x_4 = 9 \\ -5x_1 + 5x_2 - 7x_3 - 6x_4 = 23 \\ -x_1 - x_2 + 2x_3 + 4x_4 = -62 \\ 6x_1 + 7x_2 + 5x_3 - 12x_4 = 3 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $-x^3 + x^2 + 3x = 1$ на промежутке $[-2,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $e^{-2x} - 2x = -1$ на промежутке $[0,1]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 5x_2 = -1 \\ x_1^2 - x_2^2 = 15 \end{cases}$

ВАРИАНТ №5

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 + 3x_3 - 8x_4 = 5 \\ x_1 - 4x_2 - 3x_3 + 8x_4 = -21 \\ -7x_1 + 4x_2 + 12x_3 - 6x_4 = 44 \\ -x_2 - x_3 + x_4 = 1 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $x^3 - 3x^2 + x = -1$ на промежутке $[-1,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $\sin\left(x + \frac{\pi}{3}\right) - 0,5x = 0,4$ на промежутке $[-2,2]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} 2x_1^2 + x_2^2 = 3 \\ 3x_1 + x_2 = 4 \end{cases}$$

ВАРИАНТ № 6

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} -3x_1 - 6x_3 + 2x_4 = 1 \\ -12x_1 + 7x_2 + 2x_3 + 6x_4 = 19 \\ x_1 = 6x_2 + 5x_3 - 4x_4 = -64 \\ -15x_1 + 7x_2 - x_3 + 8x_4 = 4 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $x^3 + 5x^2 - 5x = 5$ на промежутке $[-6,2]$.

Ч:3ч

Задание: 3. Найти решение уравнения $2\sin(x) - x^2 = -4$ на промежутке $[-2,3]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} -4x_1 - x_2^2 = 3 \\ x_1 + 8x_2 = 7 \end{cases}$$

ВАРИАНТ №7

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 9x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 1 \\ 8x_1 - 2x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 8 \\ 6x_1 + 4x_2 - 43x_3 - 2x_4 = 54 \\ -x_2 - x_3 + x_4 = 1 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $x^3 - 3x^2 + x = -1$ на промежутке $[-1,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $7 \sin x + 2 \ln x = 1$ на промежутке $[0,7]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} -x_1^2 + x_2^2 = -3 \\ 4x_1 + 3x_2 = -11 \end{cases}$$

ВАРИАНТ № 8

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 2x_1 - 6x_3 + 21x_4 = -5 \\ 4x_1 + 2x_2 + 7x_3 - x_4 = 10 \\ 5x_1 - 6x_2 + 32x_3 + 7x_4 = -43 \\ -x_1 - x_2 - x_3 + 15x_4 = 6 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $2x^3 + 5x^2 - x = 3$ на промежутке $[-4,1]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $\cos^2 x - x^2 + 5x = 0$ на промежутке $[-1,6]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} x_1^2 - x_2 = 2 \\ 2x_1 + 3x_2 = 10 \end{cases}$$

ВАРИАНТ №9

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 - 6x_3 - x_4 = 7 \\ 2x_1 - 3x_2 + 2x_4 = -1 \\ 3x_1 - 4x_2 + 2x_3 - 9x_4 = 3 \\ 6x_1 - 5x_2 - 7x_3 + 6x_4 = 34 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $x^3 - 3x^2 + x = -1$ на промежутке $[-1,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $2 \sin x - \ln x = -1$ на промежутке $[3,7]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} 5x_1 + x_2^2 = 9 \\ -3x_1 + x_2 = -1 \end{cases}$$

ВАРИАНТ № 10

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 2x_1 - 6x_3 + 8x_4 = 10 \\ -15x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 8x_4 = 15 \\ -8x_1 - 10x_2 + 19x_3 + 4x_4 = -54 \\ -12x_1 - 8x_2 - 4x_3 + 16x_4 = 4 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $2x^3 + 5x^2 - 10x = 10$ на промежутке $[-4,2]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $e^{0,3x} - x = 4$ на промежутке $[-5,10]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 = 3 \\ x_1^2 + x_2 = 5 \end{cases}$$

ВАРИАНТ №11

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 10x_1 - 5x_2 - 5x_3 + 1x_4 = 1 \\ -6x_1 + 4x_2 - 2x_3 + 2x_4 = -10 \\ -5x_1 + 2x_2 + 22x_3 - 2x_4 = 38 \\ x_1 - x_2 - x_3 + x_4 = 1 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $2x^3 - 5x^2 = -1$ на промежутке $[-1,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $x^2 - \ln(x+1) = 0$ на промежутке $[-1,1]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 8x_1 - x_2 = 7 \\ x_1 + x_2^2 = 2 \end{cases}$

ВАРИАНТ № 12

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} x_1 - 5x_3 + 6x_4 = 9 \\ -5x_1 + 5x_2 - 7x_3 - 6x_4 = 23 \\ -x_1 - x_2 + 2x_3 + 4x_4 = -62 \\ 6x_1 + 7x_2 + 5x_3 - 12x_4 = 3 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $-x^3 + x^2 + 3x = 1$ на промежутке $[-2,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $e^{-2x} - 2x = -1$ на промежутке $[0,1]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 5x_2 = -1 \\ x_1^2 - x_2^2 = 15 \end{cases}$

ВАРИАНТ № 13

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 + 3x_3 - 8x_4 = 5 \\ x_1 - 4x_2 - 3x_3 + 8x_4 = -21 \\ -7x_1 + 4x_2 + 12x_3 - 6x_4 = 44 \\ -x_2 - x_3 + x_4 = 1 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $x^3 - 3x^2 + x = -1$ на промежутке $[-1,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $\sin\left(x + \frac{\pi}{3}\right) - 0,5x = 0,4$ на промежутке $[-2,2]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} 2x_1^2 + x_2^2 = 3 \\ 3x_1 + x_2 = 4 \end{cases}$$

ВАРИАНТ № 14

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} -3x_1 - 6x_3 + 2x_4 = 1 \\ -12x_1 + 7x_2 + 2x_3 + 6x_4 = 19 \\ x_1 = 6x_2 + 5x_3 - 4x_4 = -64 \\ -15x_1 + 7x_2 - x_3 + 8x_4 = 4 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $x^3 + 5x^2 - 5x = 5$ на промежутке $[-6,2]$.

Ч:3ч

Задание: 3. Найти решение уравнения $2\sin(x) - x^2 = -4$ на промежутке $[-2,3]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} -4x_1 - x_2^2 = 3 \\ x_1 + 8x_2 = 7 \end{cases}$$

ВАРИАНТ №15

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 9x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 1 \\ 8x_1 - 2x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 8 \\ 6x_1 + 4x_2 - 43x_3 - 2x_4 = 54 \\ -x_2 - x_3 + x_4 = 1 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $x^3 - 3x^2 + x = -1$ на промежутке $[-1,3]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $7 \sin x + 2 \ln x = 1$ на промежутке $[0,7]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} -x_1^2 + x_2^2 = -3 \\ 4x_1 + 3x_2 = -11 \end{cases}$$

ВАРИАНТ № 16

Задание: 1. Решить систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 2x_1 - 6x_3 + 21x_4 = -5 \\ 4x_1 + 2x_2 + 7x_3 - x_4 = 10 \\ 5x_1 - 6x_2 + 32x_3 + 7x_4 = -43 \\ -x_1 - x_2 - x_3 + 15x_4 = 6 \end{cases}$$

Задание: 2. Найти решение уравнения $2x^3 + 5x^2 - x = 3$ на промежутке $[-4,1]$.

Задание: 3. Найти решение уравнения $\cos^2 x - x^2 + 5x = 0$ на промежутке $[-1,6]$.

Задание: 4. Решить систему уравнений
$$\begin{cases} x_1^2 - x_2 = 2 \\ 2x_1 + 3x_2 = 10 \end{cases}$$