

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ КОМПЛЕКС  
«ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ»  
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

**Лабораторна робота №4  
З курсу «Чисельні методи»  
Тема: «Нелінійні системи»**

**Виконав: студент 2 курсу  
групи КА-77  
Котів С.В.  
Прийняв: Селін О.М.**

## Варіант 9

### Умова

$$x = 0.093 - \sin(b - 0.416);$$

$$1) \quad y = (\cos(a + 0.27) - 0.362)/1.412;$$

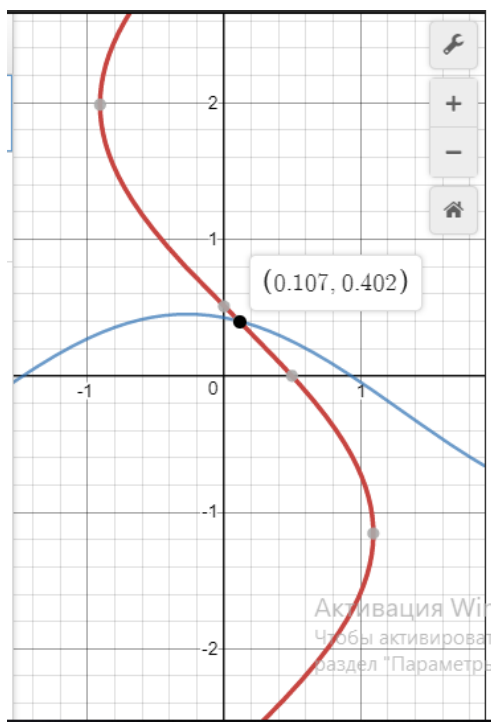
$$2) \quad \sin(x + y) + 0.362x = 0.093$$

$$X^2 + Y^2 = 1$$

### Графічний етап

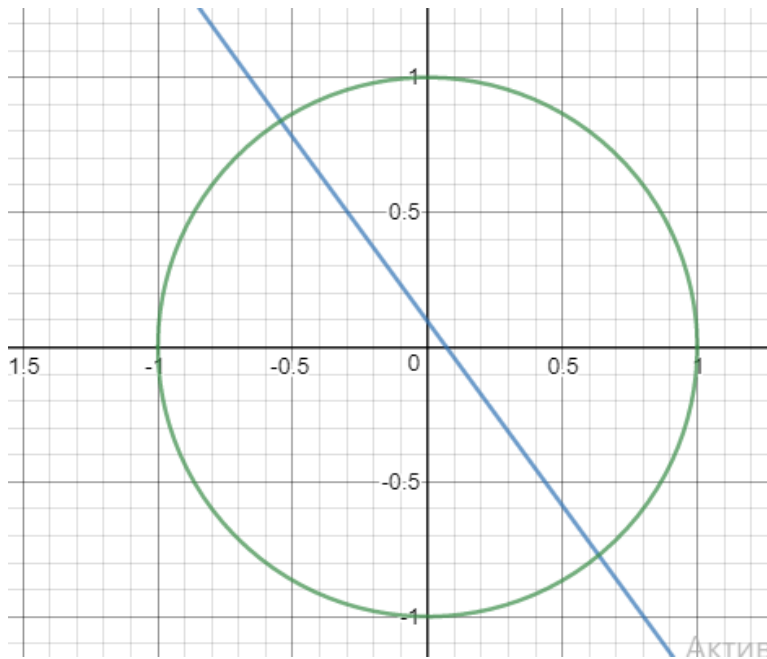
Побудуємо графіки обох кривих та визначимо кількість коренів та початкові наближення для кожного кореня.

Для першої системи в околі точки перетину:



Точка перетину – (0.107; 0.402). Отже маємо один корінь. За його наближення візьмемо для зручності (0.2; 0.4).

Для другої системи в околі точки перетину:



Наближення: (0.5; -0.5) та (-0.5; 0.5)

### Аналітична частина

Застосуємо метод простої ітерації для першого рівняння.

**Метод простої ітерації** полягає у перетворенні рівняння  $F(x) = 0$  у вигляді  $x = \Phi(x)$  та утворенні ітерацій  $x_{k+1} = \Phi(x_k)$ .

Для розв'язку другої системи, яку треба розв'язати методом Ньютона, в якому ітерації мають такий вигляд:

$$x_{k+1} = x_k - [F'(x_k)]^{-1} F(x_k)$$

Відповідна матриця Якобі для другої системи:

$$F'(x) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x} & \frac{\partial f_1}{\partial y} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x} & \frac{\partial f_2}{\partial y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(x + y) + 0.362 & \cos(x + y) \\ 2x & 2y \end{pmatrix}$$

### Код програми

#### Перший метод

```
x0 = 0.2;
y0 = 0.4;
eps = 0.00001;
x = 0.093 - sin(y0 - 0.416);
y = (cos(x0 + 0.27) - 0.362)/1.412;
x
y
while abs(y - y0) > eps || abs(x - x0) > eps || sum(abs([-x + 0.093 - sin(y - 0.416); -y + (cos(x0 + 0.27) - 0.362)/1.412])) > eps
```

```

x0 = x;
y0 = y;
x = 0.093 - sin(y - 0.416);
y = (cos(x + 0.27) - 0.362)/1.412;
fprintf('difference x = %d\n', abs(x - x0));
fprintf('difference y = %d\n', abs(y - y0));
fprintf('system difference = %d\n', sum(abs([-x + 0.093 - sin(y - 0.416); -y + (cos(x0 + 0.27) - 0.362)/1.412])));

endwhile
x
y
Другий метод
x0 = 0.5;
y0 = -0.5;
X0 = [x0; y0];
X = zeros(2, 1) + 1;
eps = 0.00001;
while (abs(X - X0) > [eps; eps] && abs(fpol(X)) > [eps; eps])
    while sum(abs(fpol(X0))) > eps
        X0 = X;
        X = X0 - pinv(df(X0))*fpol(X0);
        % sum(abs(fpol(X0)))
        fprintf('fpol(X0) = %d\n', sum(abs(fpol(X0))));
        fprintf('X - X0 = %d\n %d\n', X - X0);
        fprintf('NEXT X = %d\n %d\n', X);
    endwhile
endwhile
X
function F = fpol(X)
    F = [sin(X(1) + X(2)) + 0.362*X(1) - 0.093; X(1)^2 + X(2)^2 - 1];
Endfunction
function A = df (X)
    A = zeros(2);
    A = [cos(X(1) + X(2)) + 0.362, cos(X(1) + X(2)); 2*X(1), 2*X(2)];
endfunction

```

## Результати роботи програми

### Перша система

```

>> start
x = 0.10900
y = 0.37505
difference x = 0.0249409
difference y = 0.0197955
system difference = 0.0265249
difference x = 0.0197856
difference y = 0.0053797
system difference = 0.0107585
difference x = 0.00537877
difference y = 0.00141814
system difference = 0.00283612
difference x = 0.00141798
difference y = 0.000370687
system difference = 0.000741337
difference x = 0.00037065
difference y = 9.66769e-05
system difference = 0.000193344
difference x = 9.66675e-05
difference y = 2.5199e-05
system difference = 5.03956e-05
difference x = 2.51966e-05
difference y = 6.56716e-06
system difference = 1.31337e-05
difference x = 6.56653e-06
difference y = 1.71141e-06
system difference = 3.42266e-06
x = 0.10686
y = 0.40214
>>

```

## Друга система

```
>> newton
fpol(X0) = 2.1783 X - X0 = -3.82975
  3.32975 NEXT X = -2.82975
  4.32975
fpol(X0) = 25.8741 X - X0 = 0.689515
  -2.52346 NEXT X = -2.14024
  1.80629
fpol(X0) = 8.03885 X - X0 = 1.23041
  -0.436409 NEXT X = -0.90983
  1.36988
fpol(X0) = 1.726 X - X0 = 0.289115
  -0.430063 NEXT X = -0.620715
  0.939816
fpol(X0) = 0.272527 X - X0 = 0.072031
  -0.0952954 NEXT X = -0.548684
  0.844521
fpol(X0) = 0.0143526 X - X0 = 0.00420832
  -0.00571425 NEXT X = -0.544476
  0.838807
fpol(X0) = 5.06926e-05 X - X0 = 1.49776e-05
  -2.02983e-05 NEXT X = -0.544461
  0.838786
fpol(X0) = 6.40456e-10 X - X0 = 1.8922e-10
  -2.56504e-10 NEXT X = -0.544461
  0.838786
X =

  -0.54446
  0.83879
```