

9. Девето упражнение.

Фазови портрети на нелинейни автономни системи в равнината. Векторни полета. Устойчивост по линейно приближение. Движение на точка по фазова крива.

Зад1. Дадена е системата $\dot{x} = y, \dot{y} = \sin(x + y)$

- Намерете равновесните точки на системата
- Начертайте фазов портрет на системата в правоъгълник, който съдържа три от равновесните точки
- Намерете първото приближение на системата в околност на някоя от равновесните точки и начертайте фазов портрет на полученото линейно приближение.

```
function nonlinearphaseportret2015
clear; clf;
tmax=2;
function z=ff(t,y)
    z=[y(2); sin(y(1)+y(2))];
end
k=2; % като меним к, меним равновесната точка, около която линеаризираме

A=[0,1; (-1)^k, (-1)^k];
a=k*pi;b=0;

function u=f1(t,y)
    u=A*(y-[a;b]);
end

d=4;s=1;
x=a-d:s:a+d; y=b-d:s:b+d;

% chertane na fazovia portret
[X,Y]=meshgrid(x,y);

for i=1:length(x)
    for j=1:length(y)
        [T,Z]=ode45(@f1,[0,tmax],[X(i,j),Y(i,j)]);
        [T1,Z1]=ode45(@f1,[0,-tmax],[X(i,j), Y(i,j)]);
        [T2,Z2]=ode45(@ff,[0,tmax],[X(i,j),Y(i,j)]);
        [T3,Z3]=ode45(@ff,[0,-tmax],[X(i,j), Y(i,j)]);

        subplot(2,1,2)
        hold on
        plot(a,b,'ro')
        axis([a-d-1, a+d+1,b-d-1,b+d+1]);
        plot(Z(:,1),Z(:,2),Z1(:,1),Z1(:,2),'b')

    subplot(2,1,1)
```

```

hold on
plot(a,b,'ro')
plot(Z2(:,1),Z2(:,2),Z3(:,1),Z3(:,2),'b')
axis([a-d-1, a+d+1,b-d-1,b+d+1])

end
end
% chertane na vektornite ploeta

DX=Y; DY=sin(X+Y);

d=sqrt(DX.^2+DY.^2);

subplot(2,1,1)

quiver(X,Y,DX./d,DY./d,0.5,'k')

end

DXL=A(1,1)*(X-a)+ A(1,2)*(Y-b); DYL= A(2,1)*(X-a)+ A(2,2)*(Y-b);

dL=sqrt(DXL.^2+DYL.^2);

subplot(2,1,2)

quiver(X,Y,DXL./dL,DYL./dL,0.5,'k')

```

Движение по фазова крива

Разглеждаме системата на Лотка-Волтера

$$\dot{x} = ax - bxy, \dot{y} = -cy + dxy,$$

Където a, b, c, d са положителни константи. $x(t)$ – брой жертви, $y(t)$ – брой хищници

- Намерете равновесните точки на системата
- Начертайте векторно поле на система в правоъгълник, който съдържа намерените равновесни точки
- Направете анимация на движението на точката $(x(t), y(t))$ от фазовата крива на системата, минаваща при $t=0$ през точката (x_0, y_0) , въведена с кликане с мишката или пък задайте конкретна точка.

```

function phasemovie
clear;
tmax=10;
a=1;b=0.3;c=1;d=0.2;
x=-1:0.5:c/d+15;
y=-1:0.5:a/b+10;

axis([-1, c/d+15, -1, a/b+10])
hold on
plot(0,0,'m*',c/d,a/b,'m*')

```

```

[X,Y]=meshgrid(x,y);
Dx=a*X-b*X.*Y; Dy= -c*Y+d*X.*Y;
D=sqrt(Dx.^2+Dy.^2);
quiver(X,Y,Dx./D,Dy./D,0.5,'k')

[x0,y0]=ginput(1);
plot(x0,y0,'go')

[T,Y]=ode45(@ff,[0,tmax],[x0; y0]);% ili s dsolve
    for k=1:length(T)
        plot(Y(1:k,1),Y(1:k,2),'g');

        M(k)=getframe;
end

    function z=ff(t,y)
        z=[a*y(1)-b*y(1)*y(2);-c*y(2)+d*y(1)*y(2)]
    end

end

```