clear,clc

%Данные из эфемерид спутник номер 11

xte=-6267326.66;

yte=24695208.01;

zte=692546.39;

vxte=104.97284;

vyte=124.88365;

vzte=-3559.01241;

axte=-0.0000028;

ayte=-0.0000028;

azte=0.0000009;

tay=13004.1;%ns

gamma=-0.0009;%ns

%Дано

toe=13\*60\*60+45\*60+18;% 13 45 18 сек из эфемерид

ti=12\*60\*60;%12 дня рассматриваемое время

thetaGo=(10\*60\*60+45\*60+18)-(11\*60\*60+18\*60+10);%из алгоритма расчёта the sidereal time in Greenwich at midnight GMT of a date at which the epoch is specified

omega\_e=0.7292115\*10^-4;%earth's rotation rate

thetaGe=thetaGo+omega\_e\*(toe-10800);%is the sidereal time at epoch , to which are referred the initial conditions, in Greenwich meridian,10800 сек это три часа

%Пункт 1 переведём в инерциалку

Xate=xte\*cos(thetaGe)-yte\*sin(thetaGe);

Yate=xte\*sin(thetaGe)+yte\*cos(thetaGe);

Zate=zte;

Vxate=vxte\*cos(thetaGe)-vyte\*sin(thetaGe)-omega\_e\*Yate;

Vyate=vxte\*sin(thetaGe)+vyte\*cos(thetaGe)+omega\_e\*Xate;

Vzate=vzte;

Axte=axte\*cos(thetaGe)-ayte\*sin(thetaGe);

Ayte=axte\*sin(thetaGe)+ayte\*cos(thetaGe);

Azte=azte;

%Пункт 2 Численное интегрирование дифференциальных уравнений, описывающих движение спутников.

a\_e=6378.136;% Equatorial radius of the Earth (PZ-90)

nu=398600.44;%km^3/s^2 Gravitational constant (PZ-90

C20=-1082.63\*10^-6;%Second zonal coefficient of spherical harmonic expression

%Расчётные значения

r=sqrt(Xate^2+Yate^2+Zate^2);

nu\_strih=nu/(r^2);

Xate\_strih=Xate/r;

Yate\_strih=Yate/r;

Zate\_strih=Zate/r;

RO=a\_e/r;

%Дифференциальные уравнения, описывающие движение спутников.

dxa\_dt=Vxate;

dya\_dt=Vyate;

dza\_dt=Vzate;

dVxate\_dt=-nu\_strih\*Xate\_strih+1.5\*C20\*nu\_strih\*Xate\_strih\*(RO^2)\*(1-5\*Zate\_strih^2)+Axte;

dVyate\_dt=-nu\_strih\*Yate\_strih+1.5\*C20\*nu\_strih\*Yate\_strih\*(RO^2)\*(1-5\*Zate\_strih^2)+Ayte;

dVzate\_dt=-nu\_strih\*Zate\_strih+1.5\*C20\*nu\_strih\*Zate\_strih\*(RO^2)\*(3-5\*Zate\_strih^2)+Azte;

%Метод Рунге-Кутты

t0=toe;

tn=ti;

%Начальные условия

dVxate\_dt0=Axte;

dVyate\_dt0=Ayte;

dVzate\_dt0=Azte;

dxa\_dt0=Vxate;

dya\_dt0=Vyate;

dza\_dt0=Vzate;

%Первое уравнение,ускорение иксовой составляющей

rk4=@(t,dVxate\_dt)-nu\_strih\*Xate\_strih+1.5\*C20\*nu\_strih\*Xate\_strih\*(RO^2)\*(1-5\*Zate\_strih^2)+Axte;

h=1;

n=1+(tn-t0)/h;

rest=zeros (1,n)';

resdVxate\_dt=zeros(1,n)';

resdVxate\_dt(1)=dVxate\_dt0;

rest(1)=t0;

for i= 1: n-1

k1=h\*rk4(rest(i),resdVxate\_dt(i));

k2=h\*rk4(rest(i)+h/2,resdVxate\_dt(i)+k1/2);

k3=h\*rk4(rest(i)+h/2,resdVxate\_dt(i)+k2/2);

k4=h\*rk4(rest(i)+h,resdVxate\_dt(i)+k3);

rest(i+1)=rest(i)+h;

resdVxate\_dt(i+1)=resdVxate\_dt(i)+(k1+2\*k2+2\*k3+k4)/6;

end

%Второе уравнение,ускорение игрековой составляющей

rk4\_1=@(t,dVyate\_dt)-nu\_strih\*Yate\_strih+1.5\*C20\*nu\_strih\*Yate\_strih\*(RO^2)\*(1-5\*Zate\_strih^2)+Ayte;

resdVyate\_dt=zeros(1,n)';

resdVyate\_dt(1)=dVyate\_dt0;

for i= 1: n-1

k5=h\*rk4\_1(rest(i),resdVyate\_dt(i));

k6=h\*rk4\_1(rest(i)+h/2,resdVyate\_dt(i)+k5/2);

k7=h\*rk4\_1(rest(i)+h/2,resdVyate\_dt(i)+k6/2);

k8=h\*rk4\_1(rest(i)+h,resdVyate\_dt(i)+k7);

rest(i+1)=rest(i)+h;

resdVyate\_dt(i+1)=resdVyate\_dt(i)+(k5+2\*k6+2\*k7+k8)/6;

end

%Третье уравнение,ускорение зетовой составляющей

rk4\_2=@(t,dVzate\_dt)-nu\_strih\*Zate\_strih+1.5\*C20\*nu\_strih\*Zate\_strih\*(RO^2)\*(3-5\*Zate\_strih^2)+Azte;

resdVzate\_dt=zeros(1,n)';

resdVzate\_dt(1)=dVzate\_dt0;

for i= 1: n-1

k9=h\*rk4\_2(rest(i),resdVzate\_dt(i));

k10=h\*rk4\_2(rest(i)+h/2,resdVzate\_dt(i)+k9/2);

k11=h\*rk4\_2(rest(i)+h/2,resdVzate\_dt(i)+k10/2);

k12=h\*rk4\_2(rest(i)+h,resdVzate\_dt(i)+k11);

rest(i+1)=rest(i)+h;

resdVzate\_dt(i+1)=resdVzate\_dt(i)+(k9+2\*k10+2\*k11+k12)/6;

end

%Четвёртое уравнение,скорость зетовой составляющей

rk4\_3=@(t,dza\_dt)Vzate;

resdza\_dt=zeros(1,n)';

resdza\_dt(1)=dza\_dt0;

for i= 1: n-1

k13=h\*rk4\_3(rest(i),resdza\_dt(i));

k14=h\*rk4\_3(rest(i)+h/2,resdza\_dt(i)+k13/2);

k15=h\*rk4\_3(rest(i)+h/2,resdza\_dt(i)+k14/2);

k16=h\*rk4\_3(rest(i)+h,resdza\_dt(i)+k15);

rest(i+1)=rest(i)+h;

resdza\_dt(i+1)=resdza\_dt(i)+(k13+2\*k14+2\*k15+k16)/6;

end

%Пятое уравнение,скорость игрековой составляющей

rk4\_4=@(t,dya\_dt)Vyate;

resdya\_dt=zeros(1,n)';

resdya\_dt(1)=dya\_dt0;

for i= 1: n-1

k17=h\*rk4\_4(rest(i),resdya\_dt(i));

k18=h\*rk4\_4(rest(i)+h/2,resdya\_dt(i)+k17/2);

k19=h\*rk4\_4(rest(i)+h/2,resdya\_dt(i)+k18/2);

k20=h\*rk4\_4(rest(i)+h,resdya\_dt(i)+k19);

rest(i+1)=rest(i)+h;

resdya\_dt(i+1)=resdya\_dt(i)+(k17+2\*k18+2\*k19+k20)/6;

end

%Шестое уравнение,скорость иксовой составляющей

rk4\_5=@(t,dxa\_dt)Vxate;

resdxa\_dt=zeros(1,n)';

resdxa\_dt(1)=dxa\_dt0;

for i= 1: n-1

k21=h\*rk4\_5(rest(i),resdxa\_dt(i));

k22=h\*rk4\_5(rest(i)+h/2,resdxa\_dt(i)+k21/2);

k23=h\*rk4\_5(rest(i)+h/2,resdxa\_dt(i)+k22/2);

k24=h\*rk4\_5(rest(i)+h,resdxa\_dt(i)+k23);

rest(i+1)=rest(i)+h;

resdxa\_dt(i+1)=resdxa\_dt(i)+(k21+2\*k22+2\*k23+k24)/6;

end

disp (rest);

disp (resdVxate\_dt);

disp (resdVyate\_dt);

disp (resdVzate\_dt);

disp (dza\_dt);

disp (dya\_dt);

disp (dxa\_dt);

%Пункт 3 Coordinates transformation back to the PZ-90 reference system:

theta\_g=thetaGo+omega\_e\*(ti-10800);%the sidereal time at Greenwich meridian at time

x\_new=Xate\*cos(theta\_g)+Yate\*sin(theta\_g);

y\_new=-Xate\*sin(theta\_g)+Yate\*cos(theta\_g);

z\_new=Zate;

%Построение графиков

%x\_new=zeros(1,n)';

%x\_new(1)=Xate;

%y\_new=zeros(1,n)';

%y\_new(1)=Yate;

%z\_new=zeros(1,n)';

%z\_new(1)=Zate;

%theta\_g=zeros(1,n)';

%theta\_g(1)=0;

%for k= 1:5

%theta\_g=theta\_g+thetaGo+omega\_e\*(k-10800);

%x\_new=(Xate\*cos(theta\_g)+Yate\*sin(theta\_g));

%y\_new=(-Xate\*sin(theta\_g)+Yate\*cos(theta\_g));

%z\_new=Zate;

% Xm(k-12\*60\*60+1) = Xate;

% Ym(k-12\*60\*60+1) = Yate;

%Zm(k-12\*60\*60+1) = Zate;

%rest(i+1)=rest(i)+h;

%resdxa\_dt(i+1)=resdxa\_dt(i)+(k21+2\*k22+2\*k23+k24)/6;

%end

[X,Y,Z]=sphere(50);

surf(X\*6400000,Y\*6400000,Z\*6400000)

hold on

Xm=x\_new;

Ym=y\_new;

Zm=z\_new;

plot3(Xm,Ym,Zm,'b')

grid on

colormap(gray)

daspect([1 1 1])

function dVxate\_dt = fan\_dVxate\_dt(t,nu\_strih,Xate\_strih,C20,RO,Zate\_strih,Axte)

dVxate\_dt=-nu\_strih\*Xate\_strih+1.5\*C20\*nu\_strih\*Xate\_strih\*(RO^2)\*(1-5\*Zate\_strih^2)+Axte;

end

function dVyate\_dt=fan\_dVyate\_dt(t,nu\_strih,Yate\_strih,C20,RO,Zate\_strih,Ayte)

dVyate\_dt=-nu\_strih\*Yate\_strih+1.5\*C20\*nu\_strih\*Yate\_strih\*(RO^2)\*(1-5\*Zate\_strih^2)+Ayte;

end

function dVzate\_dt=fan\_dVzate\_dt(t,nu\_strih,Zate\_strih,C20,RO,Azte)

dVzate\_dt=-nu\_strih\*Zate\_strih+1.5\*C20\*nu\_strih\*Zate\_strih\*(RO^2)\*(3-5\*Zate\_strih^2)+Azte;

end

function dxa\_dt=fan\_dxa\_dt(t,Vxate)

dxa\_dt=Vxate;

end

function dya\_dt=fan\_dya\_dt(t,Vyate)

dya\_dt=Vyate;

end

function dza\_dt=fan\_dza\_dt(t,Vzate)

dza\_dt=Vzate;

end