НИУ МЭИ

Кафедра «Радиотехнических систем»

Курсовой проект по курсу

«**Аппаратура потребителей СРНС**»

Проверил: Выполнил студент

Корогодин И.В. группы Эр-15-14

Воронов Е.Г.

Москва 2019

**Этап 2. Моделирование**

1. Реализация в Matlab

clc; clear all; close all;

tic;

%% эфемеридные данные

t\_oe = 288000;

e = 0.00189325;

omega = (pi/180)\*36.26292;

M\_0 = (pi/180)\*158.68863;

a = 26559353.945;

i\_0 = (pi/180)\*55.15975;

omega\_0 = -3.32161\*pi/180;

delta\_n = (pi/180)\*2.6989e-7;

i\_dot = (pi/180)\*7.0804e-9;

omega\_dot = (pi/180)\*(-4.6172e-7);

c\_us = 7.1991e-6;

c\_rc = 2.3891e2;

c\_rs = -1.0062e1;

c\_ic = -5.7742e-8;

c\_is = -2.9802e-8;

c\_uc = -5.9418e-7;

% a = [1;1;3];

%% Константы

mu = 3.986004418e14; %м^3/с^2 Геоцентрическая гравитационная постоянная

w\_e = 7.2921151467e-5; %рад/с Средняя угловая скорость Земли

%% Расчёт

t = 3\*24\*60\*60+12\*60\*60-3\*3600;

N = 43200; % сек

X\_Y\_Z = nan(N,3);

X\_Y\_Z\_2 = nan(N,3);

Rz = 6371000;

GPS\_time = nan(N,2);

L = nan(N,1);

E = nan(N,1);

R = nan(N,1);

az = nan(N,1);

elev = nan(N,1);

GPS\_time(:,1) = 2040;

latitude = 55.756727964;

longitude = 37.703259108;

height = 160;

for i = 1:N

GPS\_time(i,2) = t;

t\_k = t-t\_oe;

M\_k = M\_0+(sqrt(mu/a^3)+delta\_n)\*t\_k;

k = 2;

E\_k(k-1) = M\_k;

E\_k(k) = M\_k+e\*sin(E\_k(k-1));

while abs(E\_k(k)-E\_k(k-1))>=10^-8

k = k+1;

E\_k(k) = M\_k+e\*sin(E\_k(k-1));

end

E\_k = E\_k(k);

v\_k = atan2((sqrt(1-e^2)\*sin(E\_k)),cos(E\_k)-e);

u\_k = omega+v\_k+c\_uc\*cos(2\*(omega+v\_k))+c\_us\*sin(2\*(omega+v\_k));

r\_k = a\*(1-e\*cos(E\_k))+c\_rc\*cos(2\*(omega+v\_k))+c\_rs\*sin(2\*(omega+v\_k));

i\_k = i\_0+i\_dot\*t\_k+c\_ic\*cos(2\*(omega+v\_k))+c\_is\*sin(2\*(omega+v\_k));

lambda\_k = omega\_0+(omega\_dot-w\_e)\*t\_k-w\_e\*t\_oe;

l\_k = -lambda\_k;

R\_3\_lambda\_k = [cos(l\_k) sin(l\_k) 0; -sin(l\_k) cos(l\_k) 0; 0 0 1];

R\_1\_i\_k = [1 0 0; 0 cos(-i\_k) sin(-i\_k); 0 -sin(-i\_k) cos(-i\_k)];

R\_3\_u\_k = [cos(-u\_k) sin(-u\_k) 0; -sin(-u\_k) cos(-u\_k) 0;0 0 1];

X\_Y\_Z(i,:) = R\_3\_lambda\_k\*R\_1\_i\_k\*R\_3\_u\_k\*[r\_k;0;0];

[X\_Y\_Z\_2(i,:)] = ecef2eci(GPS\_time(i,:), X\_Y\_Z(i,:));

[E(i), N(i), U(i)] = ecef2enu(X\_Y\_Z(i,1), X\_Y\_Z(i,2),X\_Y\_Z(i,3),...

latitude, longitude,height, wgs84Ellipsoid);

R(i) = sqrt(E(i)^2 + N(i)^2 + U(i)^2);

elev(i) = (180/pi)\*(-asin(U(i)/R(i)))+90;

az(i) = atan2(E(i), N(i));

t = t+1;

end

X = X\_Y\_Z(:,1);

Y = X\_Y\_Z(:,2);

Z = X\_Y\_Z(:,3);

X\_2 = X\_Y\_Z\_2(:,1);

Y\_2 = X\_Y\_Z\_2(:,2);

Z\_2 = X\_Y\_Z\_2(:,3);

[Xsf, Ysf, Zsf] = sphere(25);

alfa1 = pi/180.\*(1:359)';

beta1 = 88.\*ones(359,1);

plot3(X./1000, Y./1000,Z./1000);

hold on

grid on

title('Положение спутника в СК ECEF');

xlabel('OX, км');

ylabel('OY, км');

zlabel('OZ, км');

axis('square');

axis('equal');

surf(Xsf.\*Rz./1000, Ysf\*Rz./1000, Zsf\*Rz./1000);

hold off

figure;

plot3(X\_2./1000, Y\_2./1000,Z\_2./1000);

hold on

grid on

title('Положение спутника в СК ECI');

xlabel('OX, км');

ylabel('OY, км');

zlabel('OZ, км');

axis('square');

axis('equal');

surf(Xsf.\*Rz./1000, Ysf\*Rz./1000, Zsf\*Rz./1000);

hold off

figure;

polar (2\*pi-az, elev);

grid on;

toc;

2. Таблица использованных эфемерид

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| , s | e | omega, deg | , deg | A, m | , deg | OMEGA0, deg |
| 288000 | 0.00189325 | 36.26292 | 158.68863 | 26559353.945 | 55.15975 | -3.32161 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| deltan, deg/s | IDOT, deg/s | OMEGAdot, deg/s | , rad | , m | ,m |
| 2.6989e-7 | 7.0804e-9 | -4.6172e-7 | 7.1991e-6 | 2.3891e2 | -1.0062e1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| , rad | , m | , rad |
| -5.7742e-8 | -2.9802e-8 | -5.9418e-7 |

3. Трехмерные графики положений спутника в ECEF и ECI



*Рисунок 1 – положений спутника в ECEF.*

**

*Рисунок 2 – положений спутника в ECEF.*

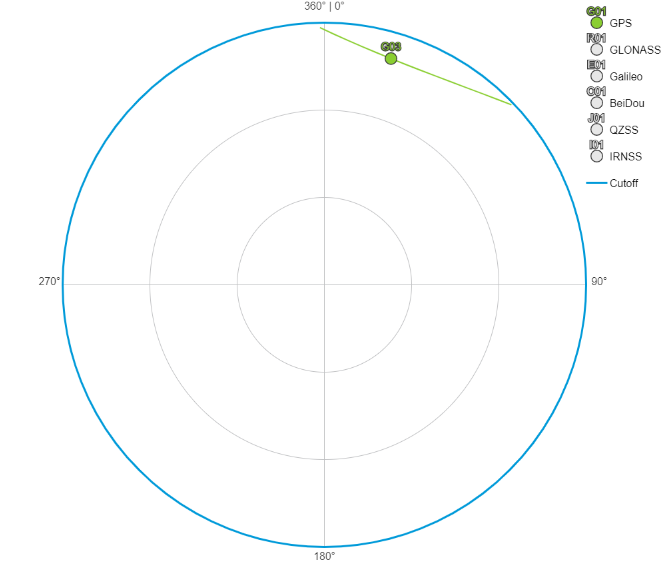


*Рисунок 3 – положений спутника в* ECI*.*

4. Расчётный и полученный в GNSS Planing Online SkyView



*Рисунок 4 – расчётный skyview.*

 *Рисунок 5 – SkyView для 3-го НКА.*

5. Выводы

1. На полученном skyview спутник на углах склонения больше 90 невозможно наблюдать с поверхности Земли.

2. Учитывая все нюансы, и сравнив расчётный skyview с полученным, стоит отметить их соответствие.