Национальный исследовательский университет

Московский энергетический институт

Институт радиотехники и электроники  
Кафедра РТС

Курсовой проект

Аппаратура потребителей спутниковых радионавигационных систем

Студент: Шконда Р. В.

Группа: ЭР-15-14

Вариант №17

Дата: 25.06.2019

Преподаватель: Корогодин И. В.

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Москва, 2019

Содержание

Этап 1. Использование сторонних средств

1.1 Описание процесса использования RTKLIB..................................................3

1.2 Эфемериды всех полученных спутников по данным RTKLIB....................3

1.3 Эфемериды собственного спутника в nav-файле…………………........….4

1.4 График угла места собственного спутника………………………..……...5

1.5 SkyView по данным Trimble GNSS Planning Online………………….…...6

Этап 2. Моделирование

2.1 Постановка задачи моделирования ................................................................6

2.2 Таблица эфемерид.............................................................................................7

2.3 Реализация в Matlab..........................................................................................7

2.4 Полученные графики…………………………………………..……….…..9

2.5 Вывод ………...................................................................................................10

Этап 1

* 1. **Описание процесса использования RTKLIB**

В RTKLIBбыли получены файлы наблюдений .obs и файлы навигационных сообщений .nav. Конвертации из бинарного файла в текстовые файлы осуществлялась с помощью программы RTCCONV.

С помощью программы RTKNAVI получены эфемериды в виде таблицы.

По заданию, спутник № 17.

**1.2 Эфемериды всех полученных спутников по данным RTKLIB**

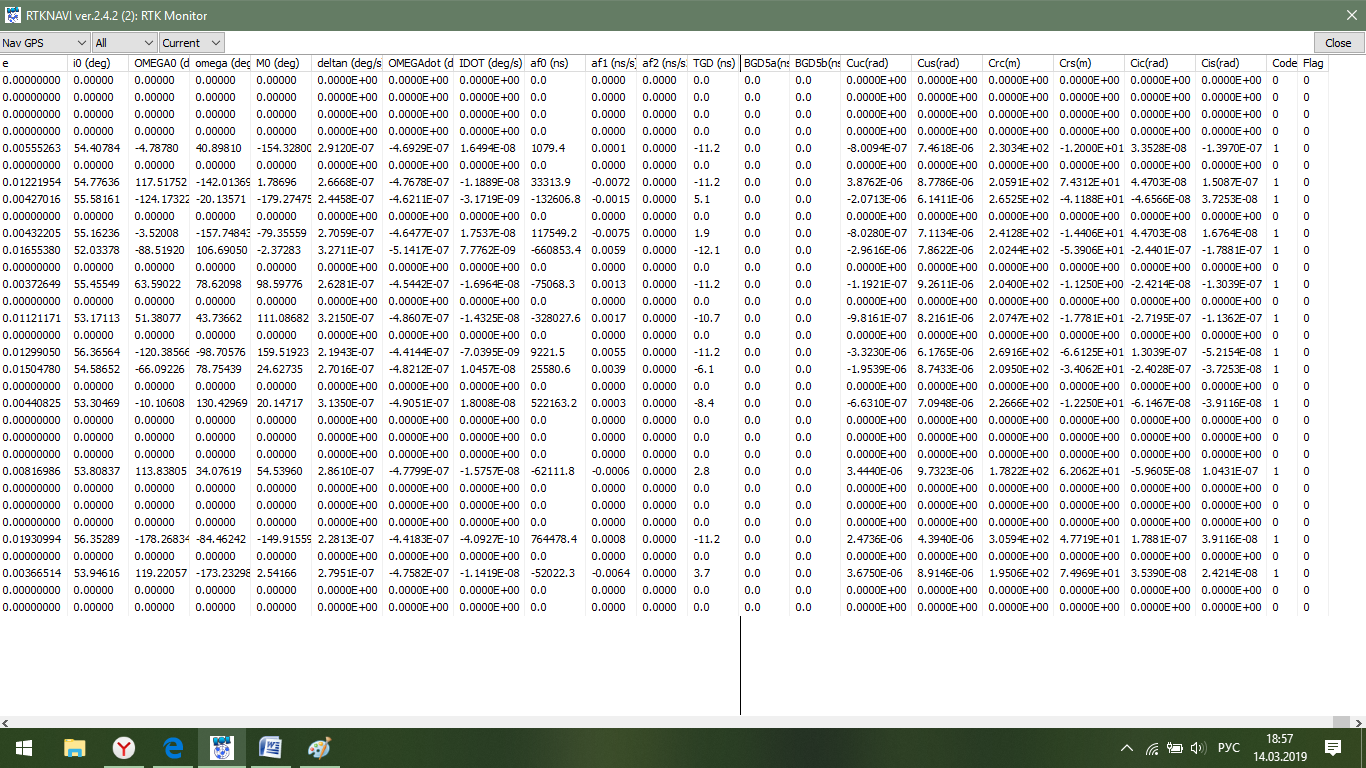
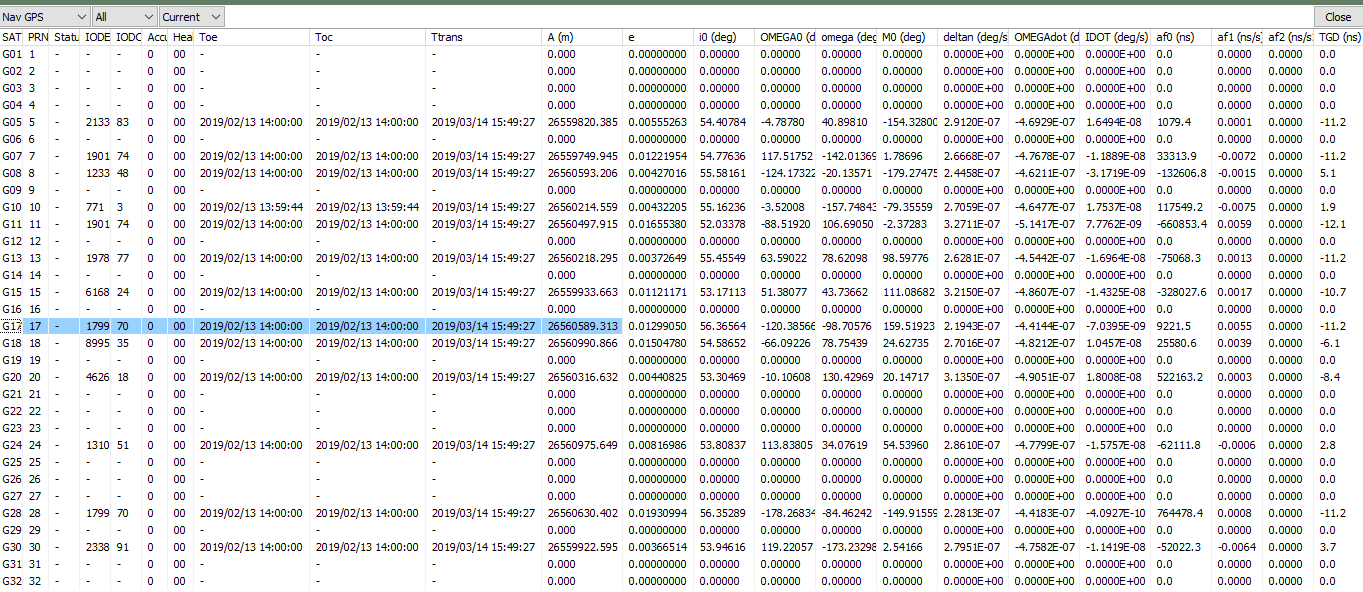


Рисунок 1. Эфемериды из файла BINR\_evening.bin

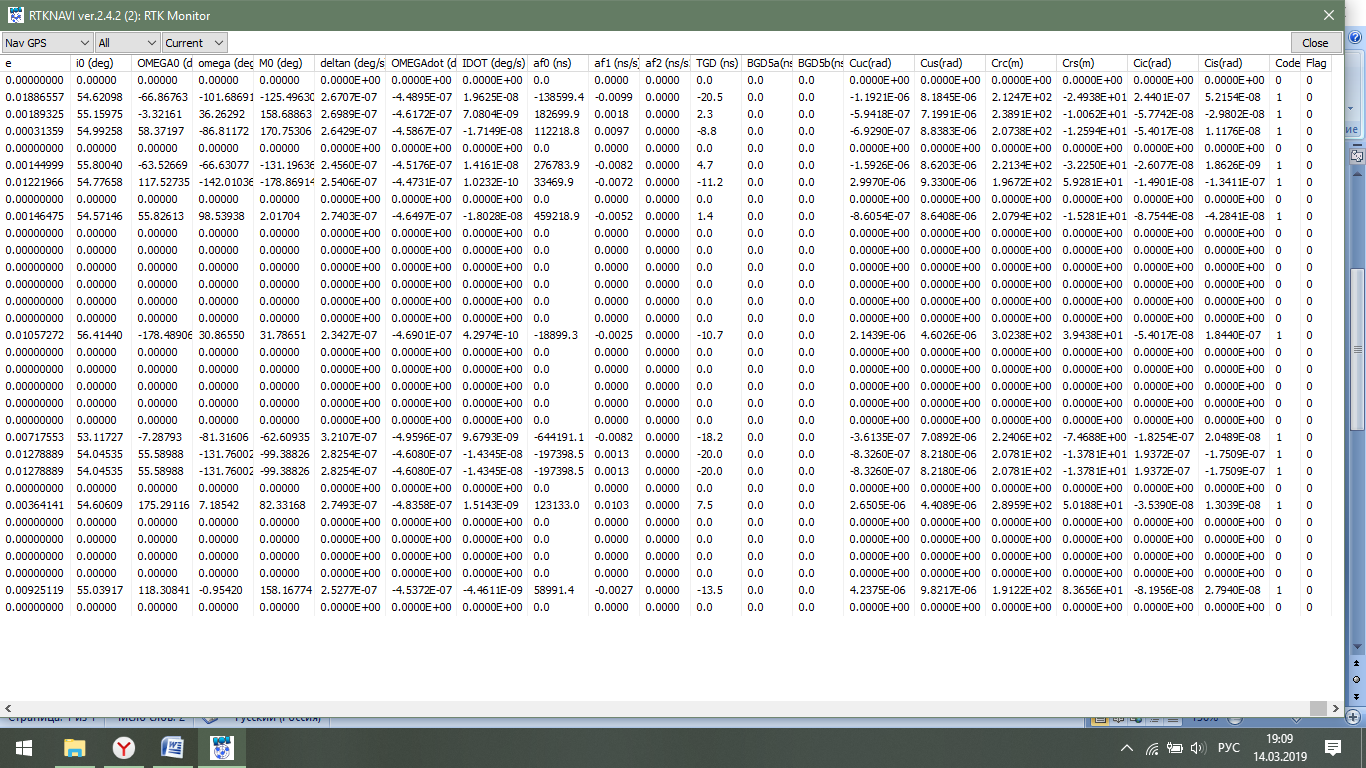
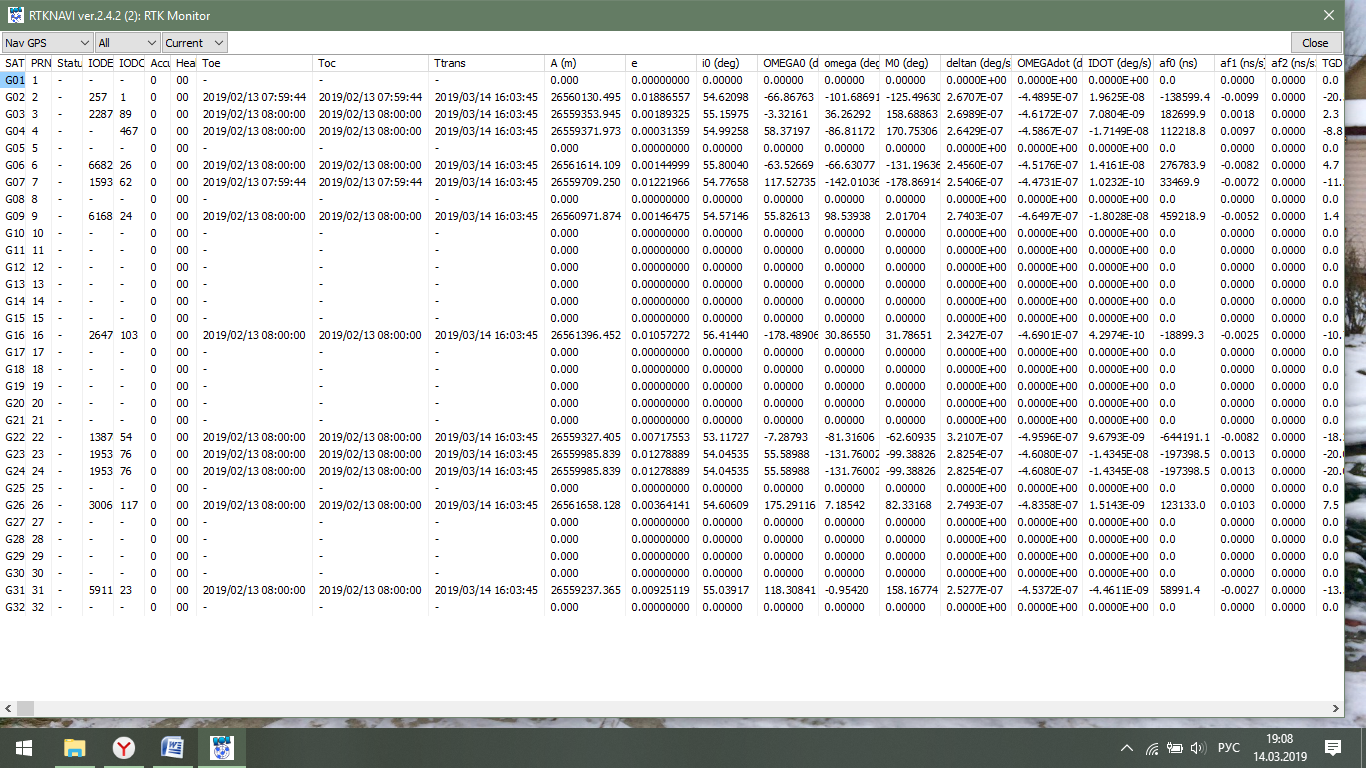


Рисунок 2. Эфемериды из файла BINR\_morning.bin

**1.3 Эфемериды собственного спутника в nav-файле**

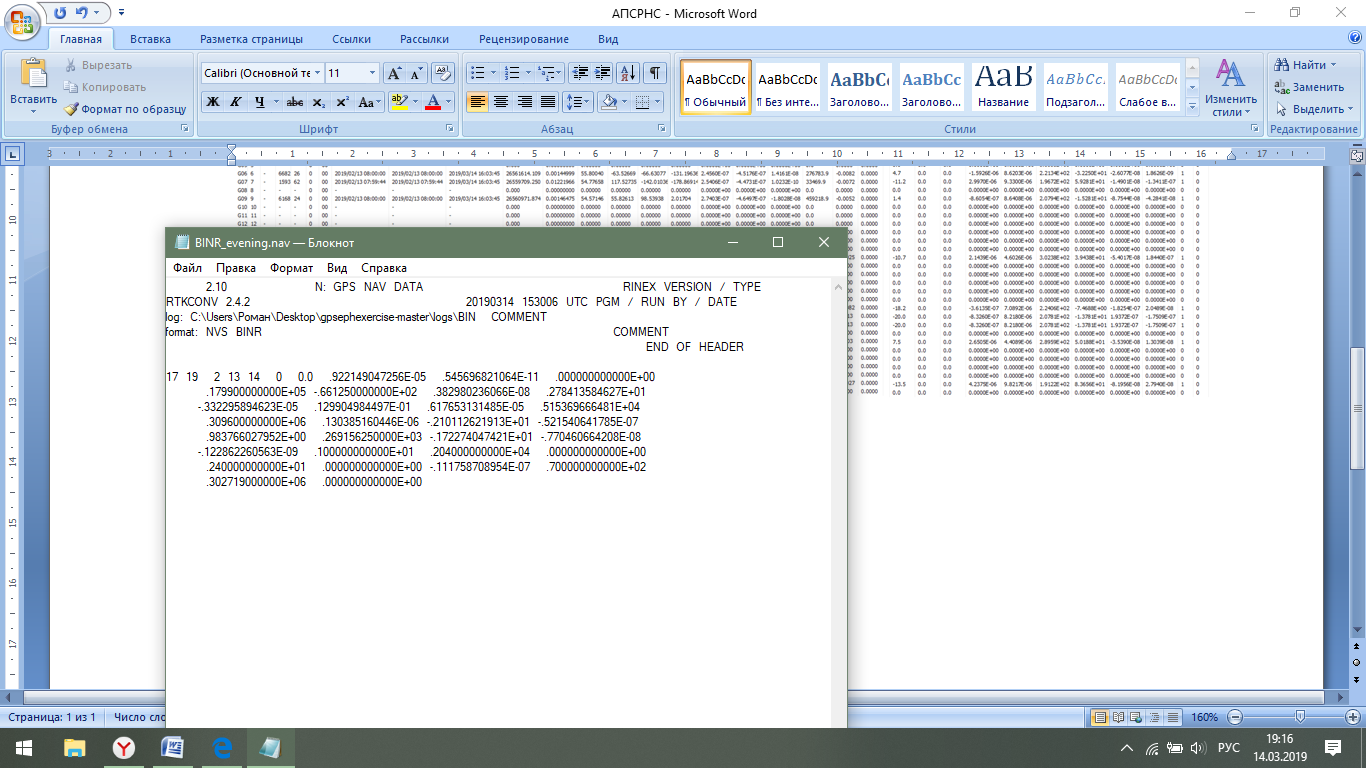


Рисунок 3. Эфемериды собственного спутника

**1.4 График угла места собственного спутника от времени по данным Trimble GNSS Planning Online на заданный интервал времени**

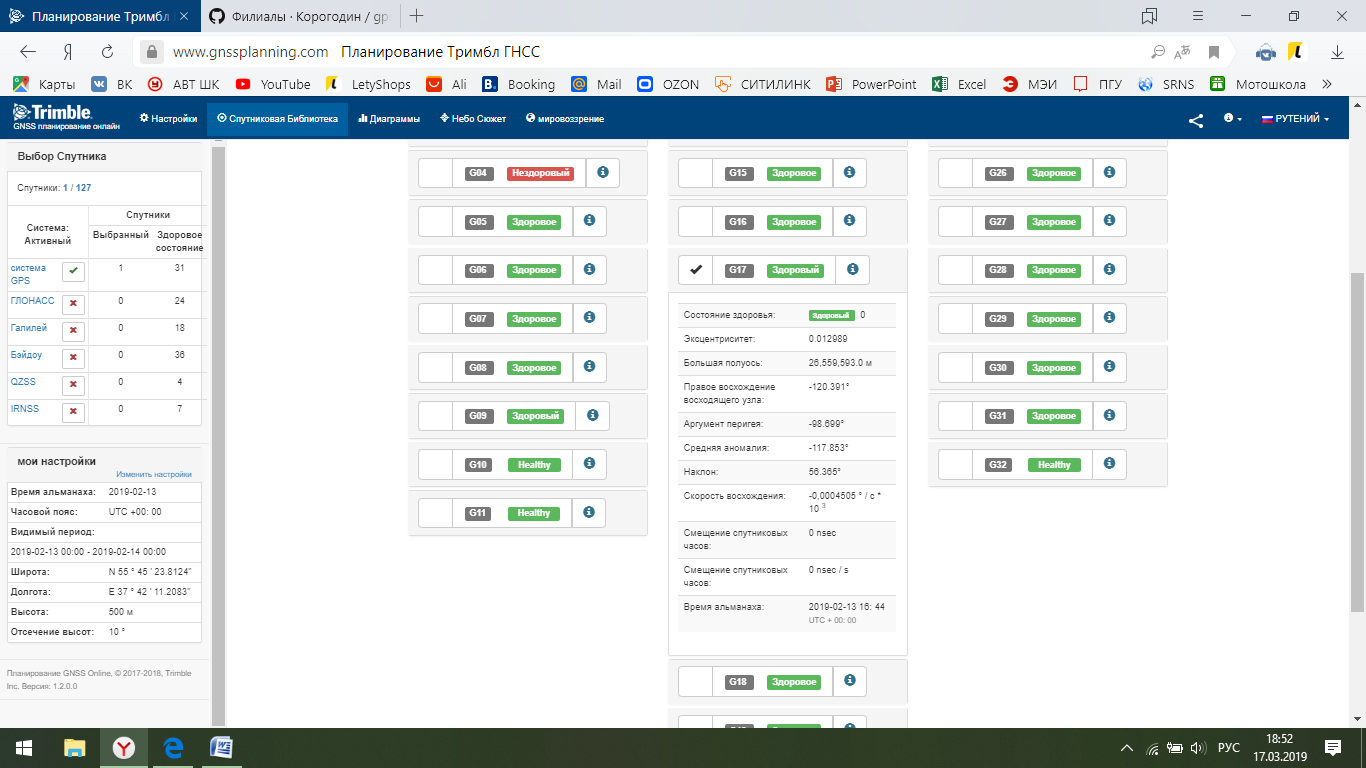


Рисунок 4. Выбор спутника

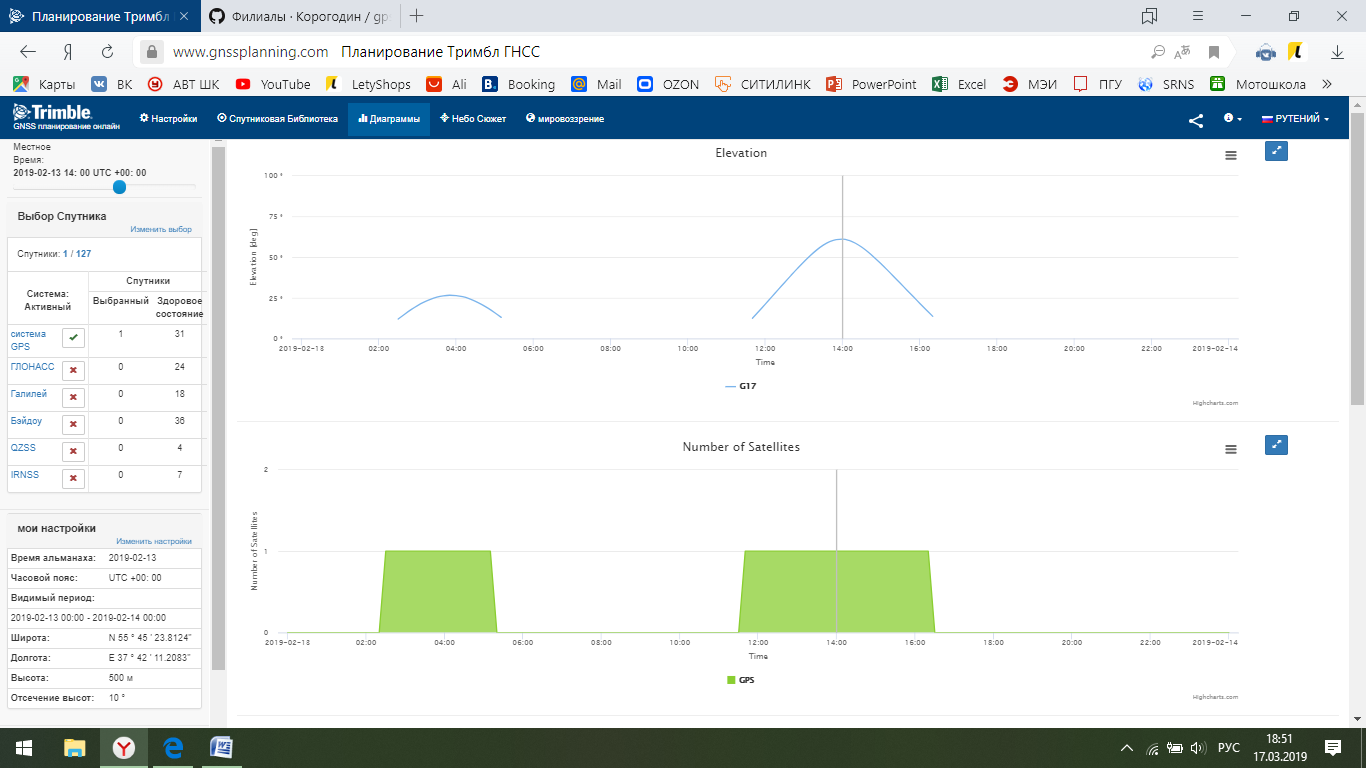


Рисунок 5. Угол места спутника на заданный интервал

**1.5 SkyView по данным Trimble GNSS Planning Online**

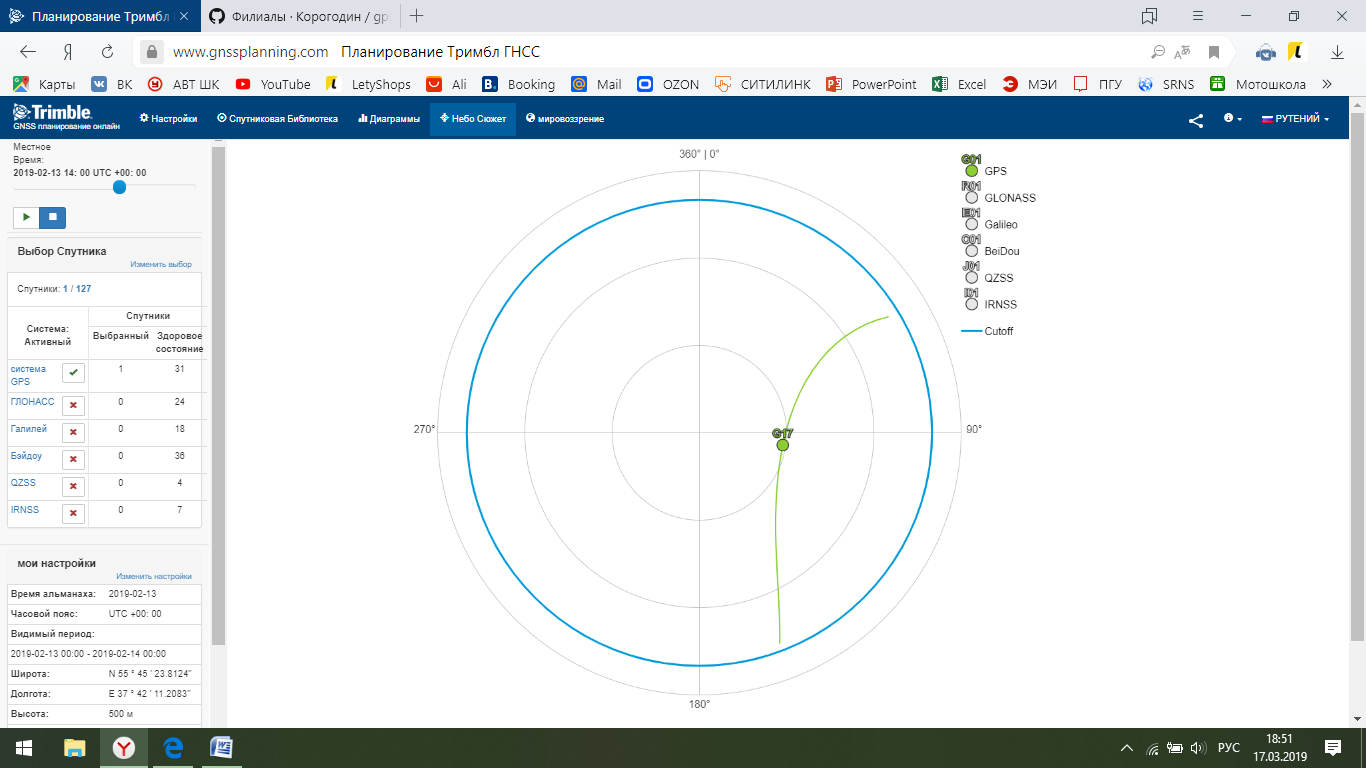


Рисунок 6. График траектории спутника

Этап 2

**2.1 Постановка задачи моделирования**

На предыдущем этапе получено решение навигационной задачи с помощью программы вторичной обработки измерений RTKLIB. В процессе работы она рассчитывает положение спутников на соответствующий момент сигнального времени. При этом используются эфемериды - параметры некоторой модели движения спутника. В разных ГНСС эти модели разные, а значит отличается и формат эфемерид, и алгоритмы расчета положения спутника.

Требуется реализовать на языке Matlab функцию расчета положения спутника GPS на заданный момент по шкале GPST. Построить трехмерные графики множества положений спутника GPS с системным номером. Построить SkyView за указанный временной интервал.

**2.2 Таблица эфемерид**

|  |  |
| --- | --- |
| toe, сек | 288000 |
| A , м | 26560589.313 |
| e | 0.01299050 |
| i0, град | 56.36564 |
| OMEGA0, град | -120.38566 |
| omega ,град/с | -98.70576 |
| M0, град | 159.51923 |
| deltan, град/с | 2.1943\*10^-7 |
| OMEGAdot, рад/с | -4.4144\*10^-7 |
| IDOT,град/с | -7.0395\*10^-9 |
| cuc, рад | -3.3230\*10^-6 |
| cus, рад | 6.1765\*10^-6 |
| crc, м | 2.6916\*10^2 |
| crs, м | -66.125 |
| cic, рад | 1.3039\*10^-7 |
| cis, рад | -5.2154\*10^-8 |

**2.3 Реализация в Matlab**

mu = 3.986005\*10^14;

dOmega = 7.2921151467\*10^-5;

TOW = 302418;

t0e = 288000+18;%время альманаха от нач. недели

i0 = 56.36564\*(pi/180); %наклонение

A = 26560589.313; %корень из б. полуоси

e = 0.01299050; %эксцентриситет

omegadot = -4.4144\*10^-7 \*(pi/180); %скорость долготы узла

omega0 = -120.38566\*(pi/180); %долгота узла

omega = -98.70576\*(pi/180); %аргумент перигея

M0 = 159.51923\*(pi/180); %средняя аномалия

deltan = 2.1943\*10^-7 \*(pi/180);

IDOT = -7.0395\*10^-9 \*(pi/180);

Cuc = -3.3230\*10^-6;

Cus = 6.1765\*10^-6;

Crc = 2.6916\*10^2;

Crs = -66.125;

Cic = 1.3039\*10^-7;

Cis = -5.2154\*10^-8;

shirota = 55.45;

dolgota = 37.42;

visota = 156;

for i = 1:900

TOW = TOW + i;

n0 = sqrt(mu/(A^3));

Tk = TOW - t0e;

Mk = M0 + (n0 + deltan)\*Tk;

E = 0;

while(true)

Ek = Mk + e\*sin(E);

if (abs(E - Ek) <= 10^-8)

break;

end

E = Ek;

end

nu = atan2(((sqrt(1-e^2)\*sin(Ek))/(1 - e\*cos(Ek))), ((cos(Ek) - e)/(1 - e\*cos(Ek))));

fi = nu + omega;

deltaU = Cus\*sin(2\*fi) + Cuc\*cos(2\*fi);

deltaR = Crs\*sin(2\*fi) + Crc\*cos(2\*fi);

deltaI = Cis\*sin(2\*fi) + Cic\*cos(2\*fi);

U = fi + deltaU;

R\_Zeml = A\*(1 - e\*cos(Ek)) + deltaR;

I = i0 + deltaI + IDOT\*Tk;

Xorb = R\_Zeml\*cos(U);

Yorb = R\_Zeml\*sin(U);

OmegaK = omega0 + (omegadot - dOmega)\*Tk - dOmega\*t0e;

x = Xorb\*cos(OmegaK) - Yorb\*cos(I)\*sin(OmegaK);

y = Xorb\*sin(OmegaK) + Yorb\*cos(I)\*cos(OmegaK);

z = Yorb\*sin(I);

R(i,:)=[x y z];

teta = dOmega\*Tk;

xeci = x\*cos(teta) - y\*sin(teta);

yeci = x\*sin(teta) + y\*cos(teta);

zeci = z;

ECI(i,:) = [xeci yeci zeci];

[East, North, Up] = ecef2enu(x, y, z, shirota, dolgota,visota, wgs84Ellipsoid);

SAT = sqrt(East^2 + North^2 + Up^2);

AZ(i) = atan2(East, North);

EL(i) = -asin(Up/SAT)\*180/pi + 90;

End

[X, Y, Z] = sphere(10);

figure(1);

plot3(R(:,1),R(:,2),R(:,3))

hold on;

grid on;

surf(X\*6371\*10^3, Y\*6371\*10^3, Z\*6371\*10^3);

figure(2);

plot3(ECI(:,1),ECI(:,2),ECI(:,3));

hold on;

grid on;

surf(X\*6371\*10^3, Y\*6371\*10^3, Z\*6371\*10^3);

figure(3);

polar (AZ, EL);

hold on;

grid on;

camroll(90);

**2.4 Полученные графики**

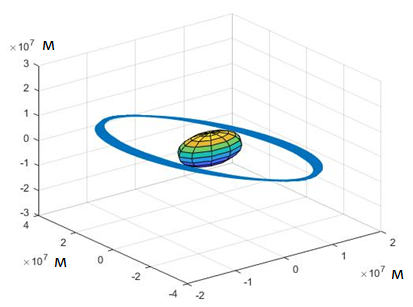


Рисунок 7. Траектория в ECI

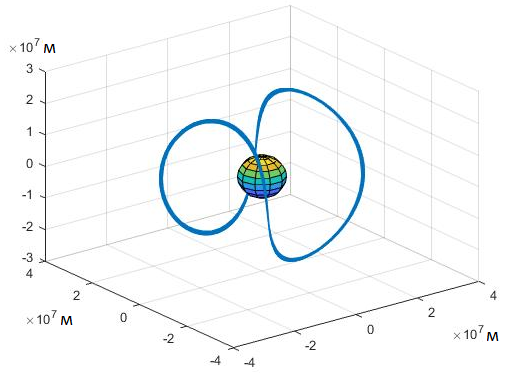


Рисунок 8. Траектория в ECEF

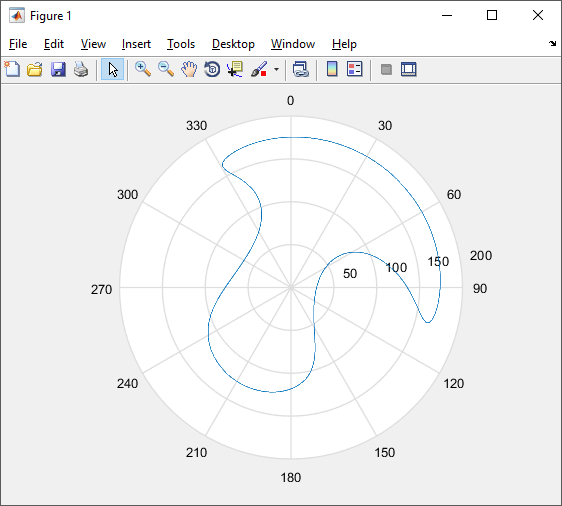


Рисунок 9. SkyView за 24 часа

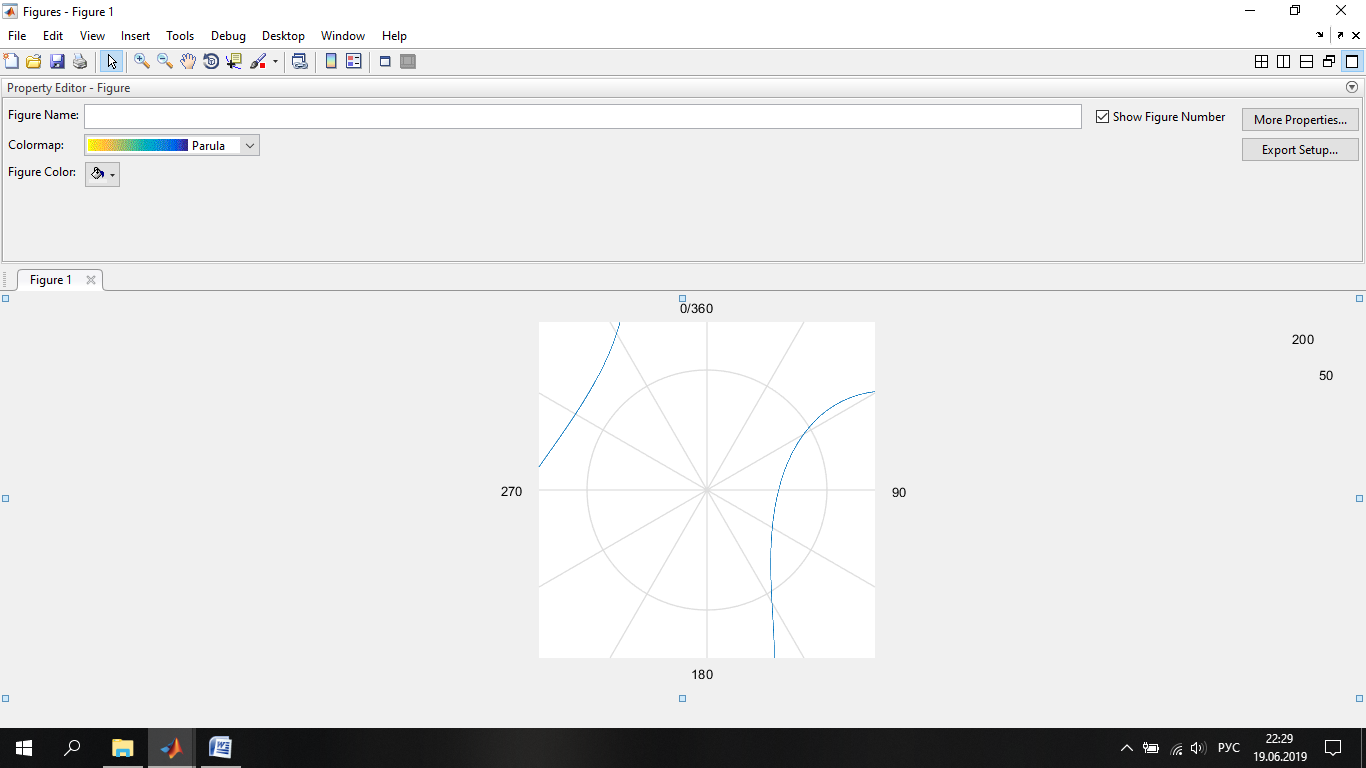


Рисунок 10. SkyView

Получим SkyView с помощью [Trimble GNSS Planning Online](http://www.trimble.com/gnssplanningonline/).

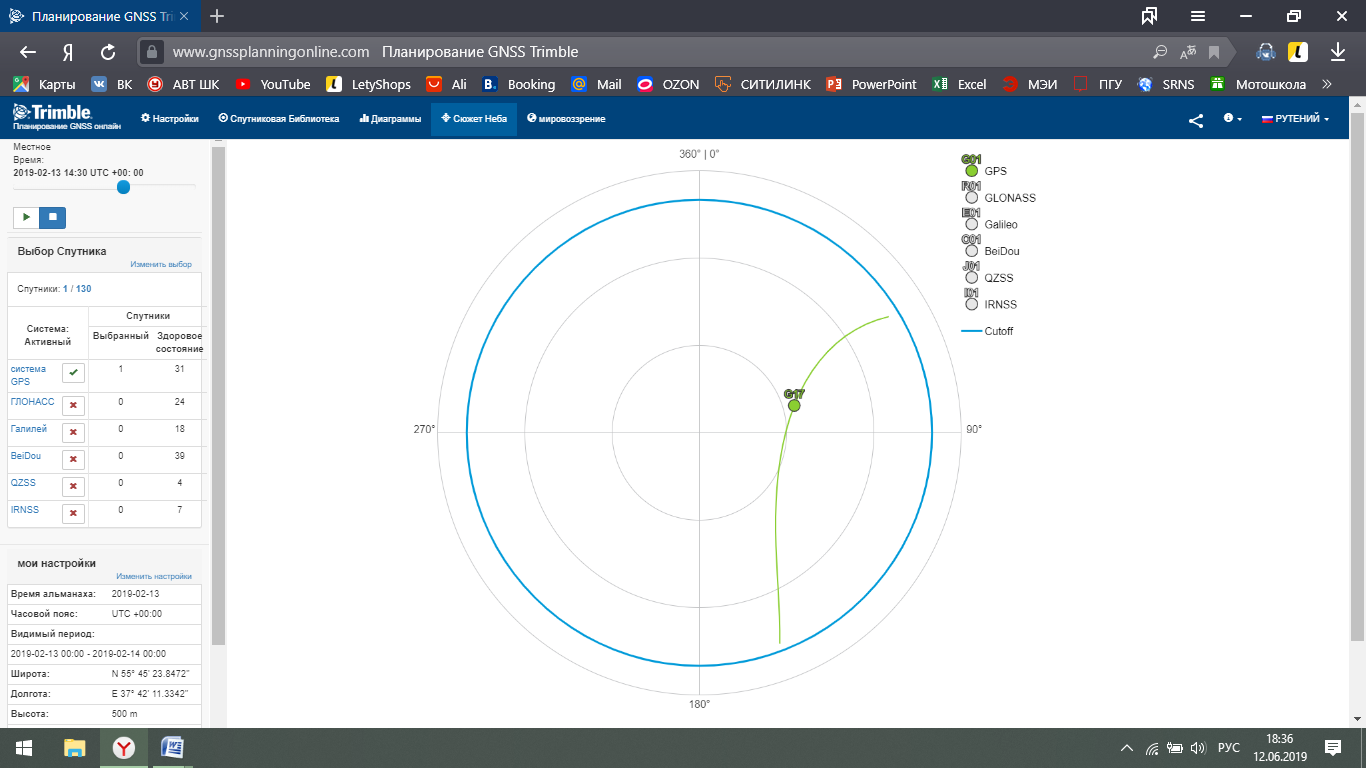
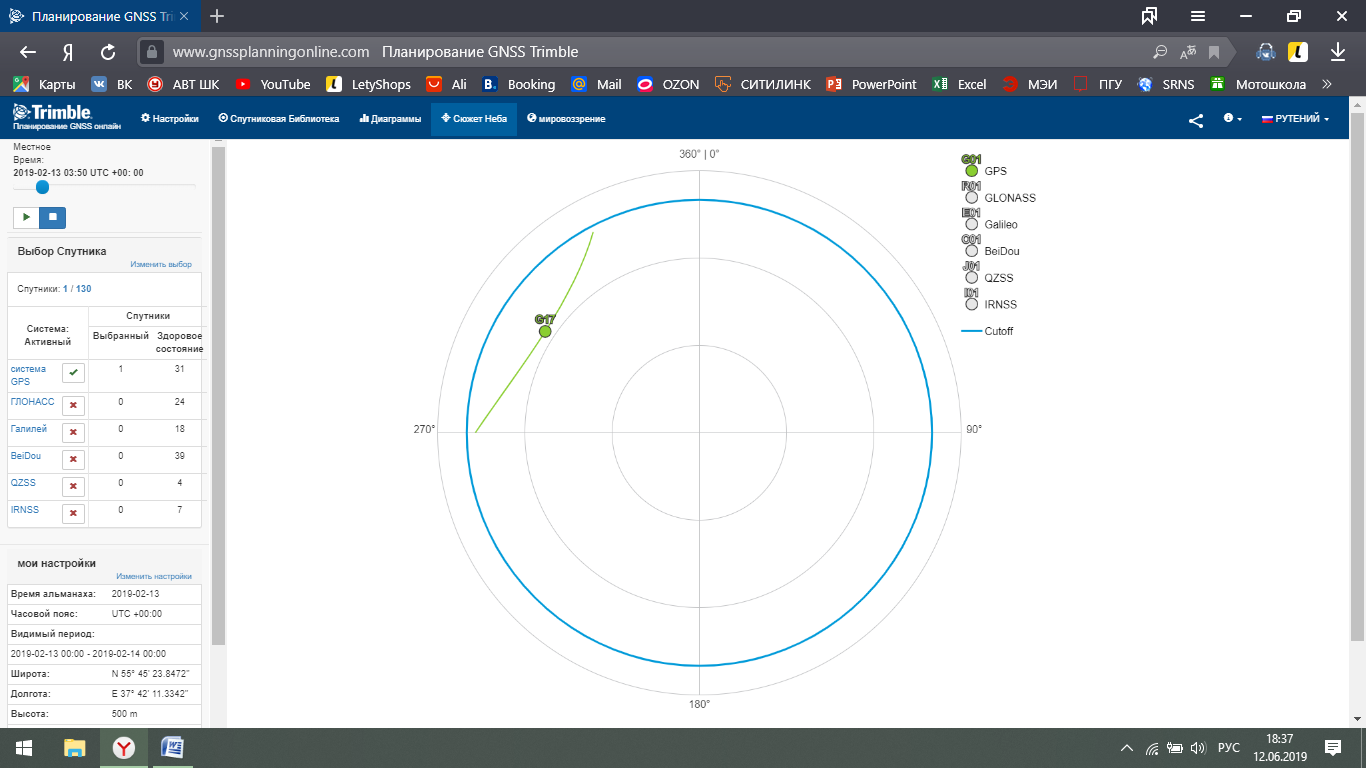


Рисунок 11. SkyView

**2.5 Вывод**

На втором этапе требовалось, используя эфемериды, промоделировать положение спутника в разные моменты времени и построить траекторию его движения. Расчёт в Matlab и полученное положение спутников в GNSS Planing Online совпадают.