**Национальный исследовательский университет**

**«МЭИ»**

**Институт радиотехники и электроники**

**Кафедра радиотехнических систем**

**Аппаратура потребителей СРНС**

Курсовой проект

ФИО студента: Яровицын С.О.

Группа: ЭР-15-14

Вариант №: 18

**Москва, 2019 г.**

Оглавление:

1.Этап 1 ……………………………………………………………….3 стр.

1.1. Получение эфемерид 18-ого спутника в nav-файле RINEX ….3 стр.

1.2. Получение эфемерид из таблицы эфемерид в программе RTKNAVI для 18-ого спутника ……………………………………..4 стр.

1.3. График угла места 18-ого спутника от времени по данным Trimble GNSS PlanningOnlineс 14:00 13.02.19 до 00:00 14.02.19. ………….5 стр.

1.4. SkyViewподанным Trimble GNSS Planning Online с 14:00 13.02.19 до 00:00 14.02.19. ……………………………………………………..6 стр.

2.Этап 2 ………………………………………………….……..……..8 стр. 2.1.Код программы выполняющей расчет и построение траектории на промежутке времени с 14:00-0:00 13.02.19 с шагом в 100 секунд..8 стр.

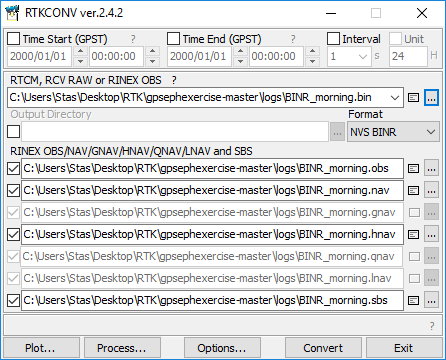
2.2.Результат работы программы…………………………………..10 стр.

**1. Этап 1**

Пакет RTKlib используется для двух случаев обработки исходных данных, полученных с приемника, расположенного на крыше корпуса Е

1.1. Получение эфемерид 18-ого спутника в nav-файле RINEX

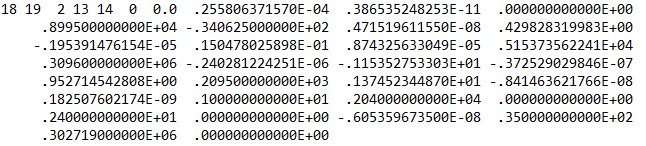
Для получения эфемерид для заданного спутника из исходных файлов используется программа RTLCONV. Эта программа позволяет конвертировать бинарный файл в текстовый формат RINEX, в частности получить текcтовыйnav-файл с эфемеридами GPS.

**

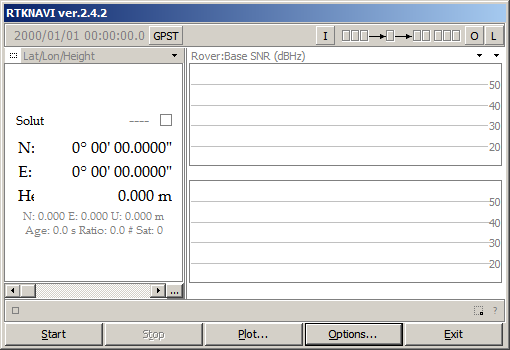
*Рис.1 Интерфейс программы RTKCONV.*

Для использования данной программы в первой строке необходимо указать путь к бинарному файлу с данными от приемного устройства и формат этих данных. После нажатия кнопки Convert в выбранной директории создается файл с расширением \*.nav.

Данные из файла для указанного спутника:

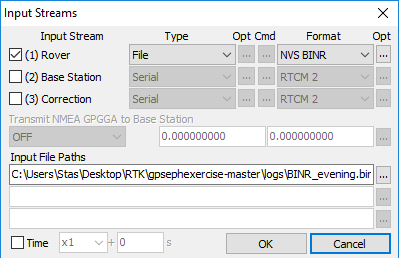


1.2.Получение эфемерид из таблицы эфемерид в программе RTKNAVI для 18-ого спутника:

**

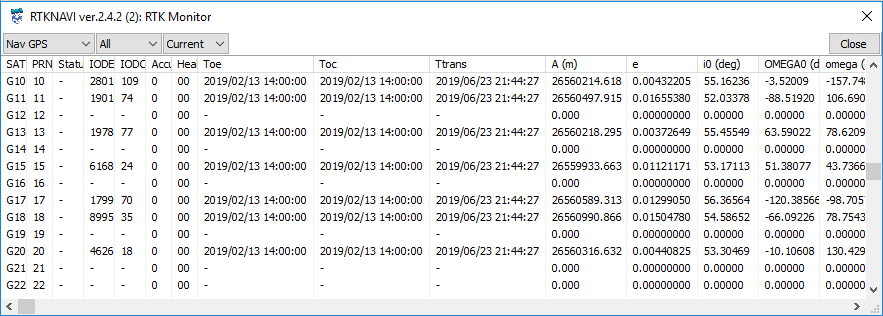
*Рис. 2 Интерфейс программы RTKNAVI.*

Для получения таблицы эфемерид требуется сначала задать источник входных данных, в нашем случае это файл входных данных. Источник входных данных задается при нажатии на кнопку “I” в верхней части окна.

******

*Рис.3 Окно настройки входных данных.*

После выбора источника входных данных требуется нажать кнопку Start, а затем небольшую кнопку над кнопкой Start и в выпадающем списке выбрать требуемую РНС, в нашем случае GPS.



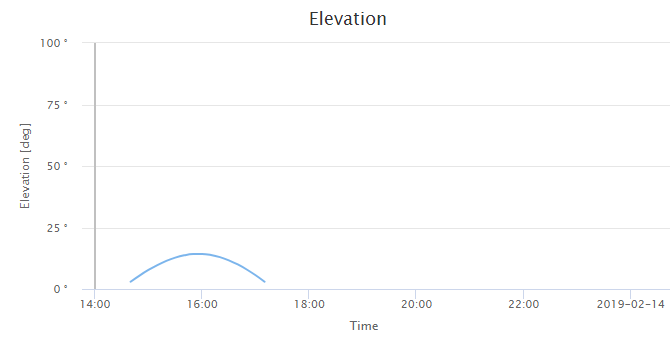
*Рис 4. Таблица эфемерид из программы RTKNAVI.*

Данные из таблицы для 18-ого спутника:



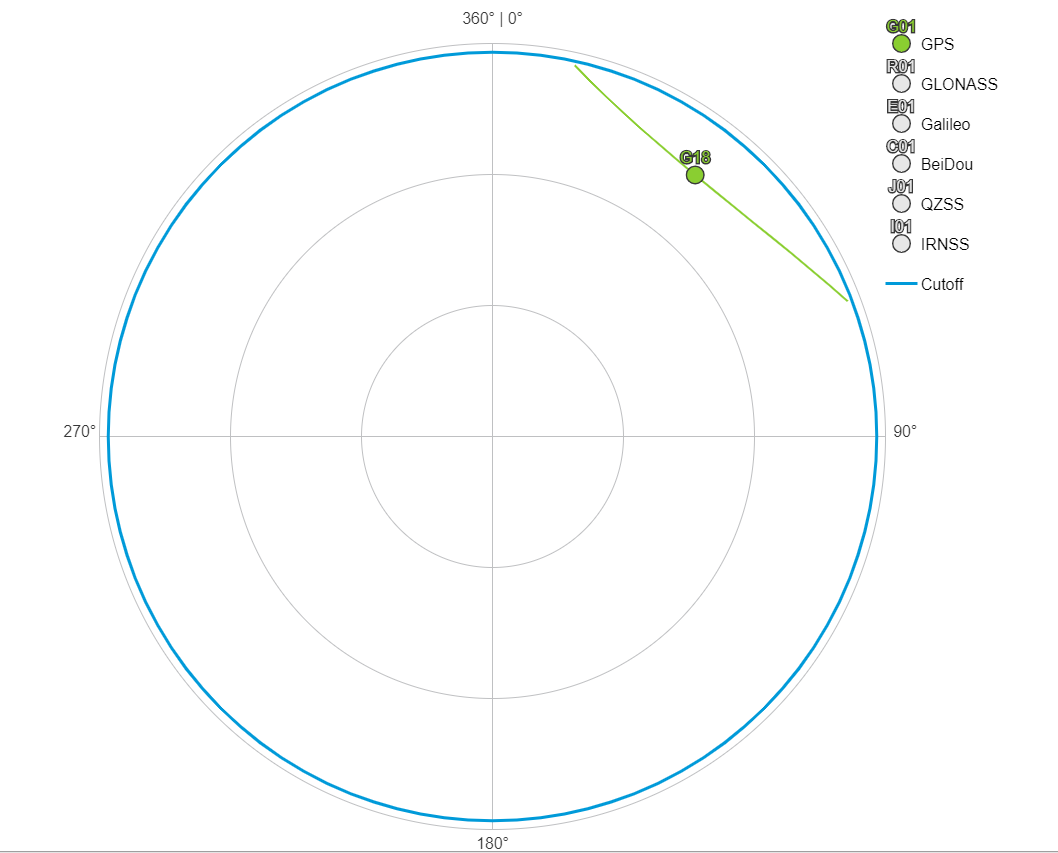


1.3. График угла места 18-ого спутника от времени по данным Trimble GNSS PlanningOnlineс 14:00 13.02.19 до 00:00 14.02.19.

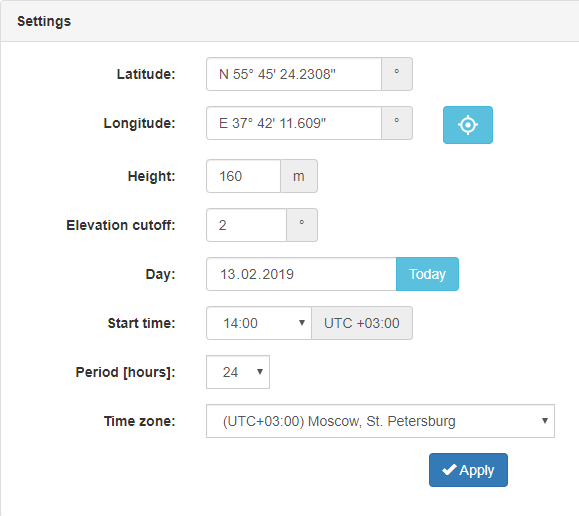


*Рис. 5. График угла места от времени для 18-го спутника.*

* 1. SkyViewподанным Trimble GNSS Planning Online с 14:00 13.02.19 до 00:00 14.02.19.

**

*Рис. 6. SkyView для 18-ого спутника.*

**

*Рис.7. Данные, использовавшиеся для построения SkyView и графика угла места от времени.*

**Этап 2**

На предыдущем этапе получено решение навигационной задачи с помощью программы вторичной обработки измерений, например, RTKLIB. В процессе работы она рассчитывает положение спутников на соответствующий момент сигнального времени.

Требуется реализовать на языке Matlab или Python функцию расчета положения спутника GPS на заданный момент по шкале GPST. В качестве эфемерид использовать данные, полученные на предыдущем этапе.

2.1.Код программы выполняющей расчет и построение траектории на промежутке времени с 14:00-0:00 13.02.19 с шагом в 100 секунд:

clc;

clear all;

close all;

nu = 3.986004418e+14;

We = 7.2921151467e-5;

c = 299792458;

TOW=302418;

t=TOW

i0=deg2rad(54.58652);

A = 26560990.866;

e=0.01504780;

W0=deg2rad(-66.09226);

Wdot=deg2rad(-4.8212e-07);

t0e=309600;

dn=deg2rad(2.7016e-7);

M0=deg2rad(24.62735);

W=deg2rad(78.75439);

idot=deg2rad(1.0457e-8);

af0=25580.6;

af1=0.0039;

af2=0;

Cuc=-1.9539e-6;

Cus=8.7433e-6;

Crc=2.0950e+2;

Crs=-3.4062e+1;

Cic=-2.4028e-7;

Cis=-3.7253e-8;

latitude=55.756727964;

longitude=37.703259108;

h=189.4054;

for j=1:432

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

tk=t-t0e;

n=n0+dn;

M = M0+n\*tk;

E=0;

for l=1:100

E=M+e\*sin(E);

end

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

F=v+W;

du=Cus\*sin(2\*F)+Cuc\*cos(2\*F);

dr=Crs\*sin(2\*F)+Crc\*cos(2\*F);

di=Cis\*sin(2\*F)+Cic\*cos(2\*F);

u=F+du;

r=A\*(1-e\*cos(E))+dr;

i=i0+di+idot\*tk;

Xplan=r\*cos(u);

Yplan=r\*sin(u);

Omega=W0+(Wdot-We)\*(tk)-We\*t0e;

x=Xplan\*cos(Omega)-Yplan\*cos(i)\*sin(Omega);

y=Xplan\*sin(Omega)+Yplan\*cos(i)\*cos(Omega);

z=Yplan\*sin(i);

Resfix(j,:)=[x y z];

phi=We\*tk;

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

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

zeci=z;

ResECI(j,:)=[xeci yeci zeci];

[East, North, Up] = ecef2enu(x, y, z, latitude, longitude,h, wgs84Ellipsoid);

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

elevation(j) = rad2deg(-asin(Up/RtoS))+90;

azimuth(j) = atan2(East, North);

t=t+100;

end

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

figure;plot3(Resfix(:,1),Resfix(:,2),Resfix(:,3))

hold on;

surf(X\*6.371\*10^6, Y\*6.371\*10^6, Z\*6.371\*10^6);

hold off;

figure; plot3(ResECI(:,1),ResECI(:,2),ResECI(:,3));

hold on;

surf(X\*6.371\*10^6, Y\*6.371\*10^6, Z\*6.371\*10^6);

hold off;

s=1;

for y=1:length(elevation)

if elevation(y)<=90

CorElevation(s)=elevation(y);

CorAzim(s)=azimuth(y)

s=s+1;

end

end

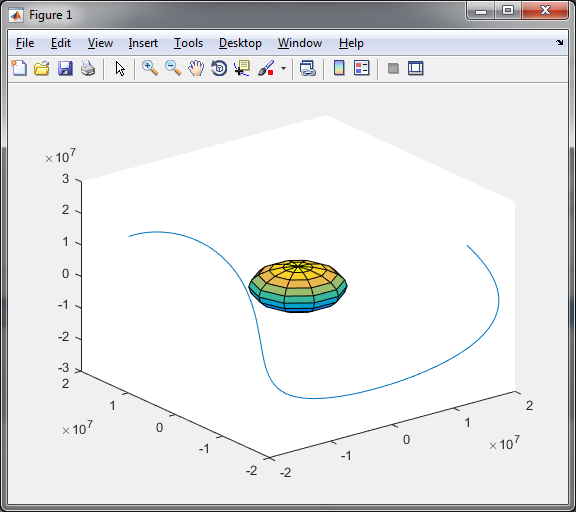
figure;

polar (2\*pi-CorAzim, CorElevation);

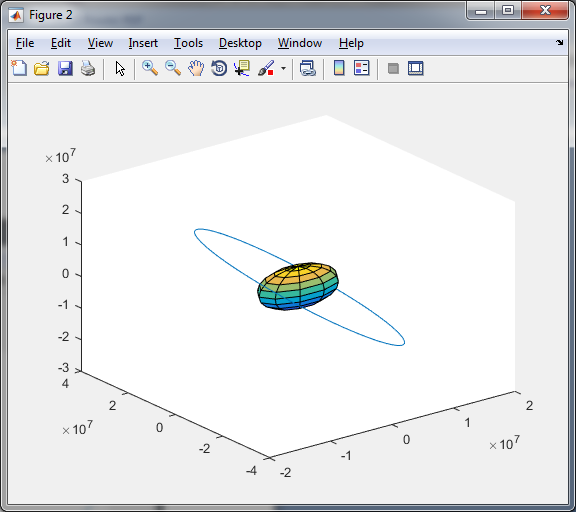
grid on;

camroll(90);

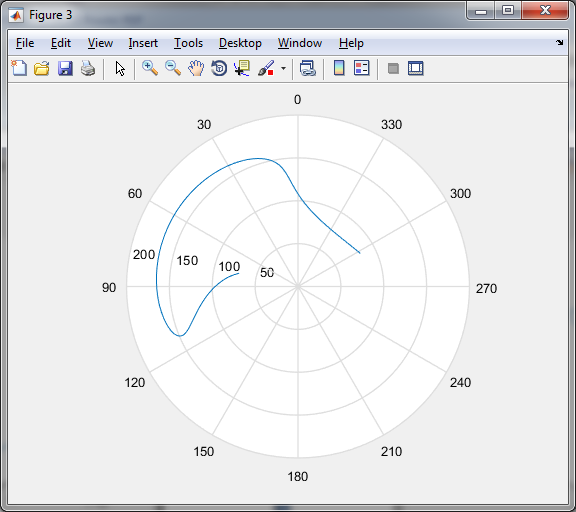
2.2.Результат работы программы:



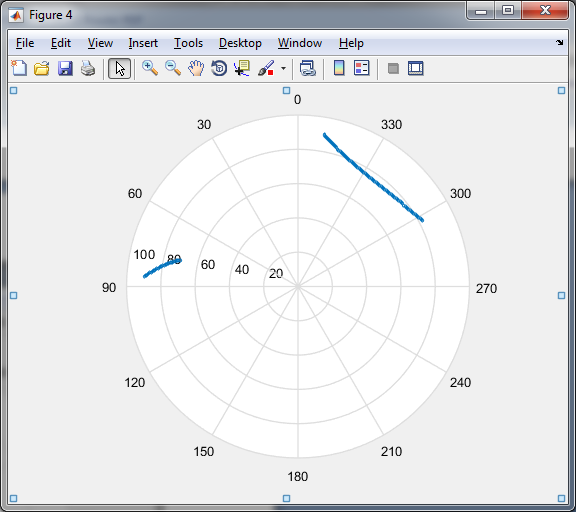
*Рис.8. Траектория в СК ECEF WGS84*



*Рис.9. Траектория в ECI*



*Рис.10. Skyview за 24 часа*



*Рис.11. Skyview на заданный 10 часовой промежуток времени*

Сравнивая расчитанный skyview и полученный из "Trimble" отмечаем их полное сходство на построеном участке.