

Национальный авиационный университет



**Тема:**

**ДОСТУПНОСТЬ ГНСС НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ**

**Авторы:**

В.В. Конин, А.С. Погурельский, Ф.А. Шишков

**Докладчик:**

Профессор В.В. Конин

Киев –2015

National aviation university



**Theme:**

**GNSS availability on geostationary orbit**

**Authors:**

V.V. Konin, A.S. Pogurelskiy , F.A. Shyshkov

**Reporter:**

Professor V.V. Konin

Kiev –2015

A photograph of the International Space Station (ISS) in orbit above Earth. The station's complex structure, including multiple modules and large solar panel arrays, is clearly visible against the blue and white background of the planet. The text is overlaid on the top and bottom of the image.

ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИЙ СЕМИНАР

Орбитальный Космический Сервис  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ



**В. В. Васильев** - Член оргкомитета, координатор Проекта, председатель наблюдательного совета ПАО «Елміз»

- Member of the organizing committee, Project coordinator, chairman of the supervisory board of JSC "ELMIZ".



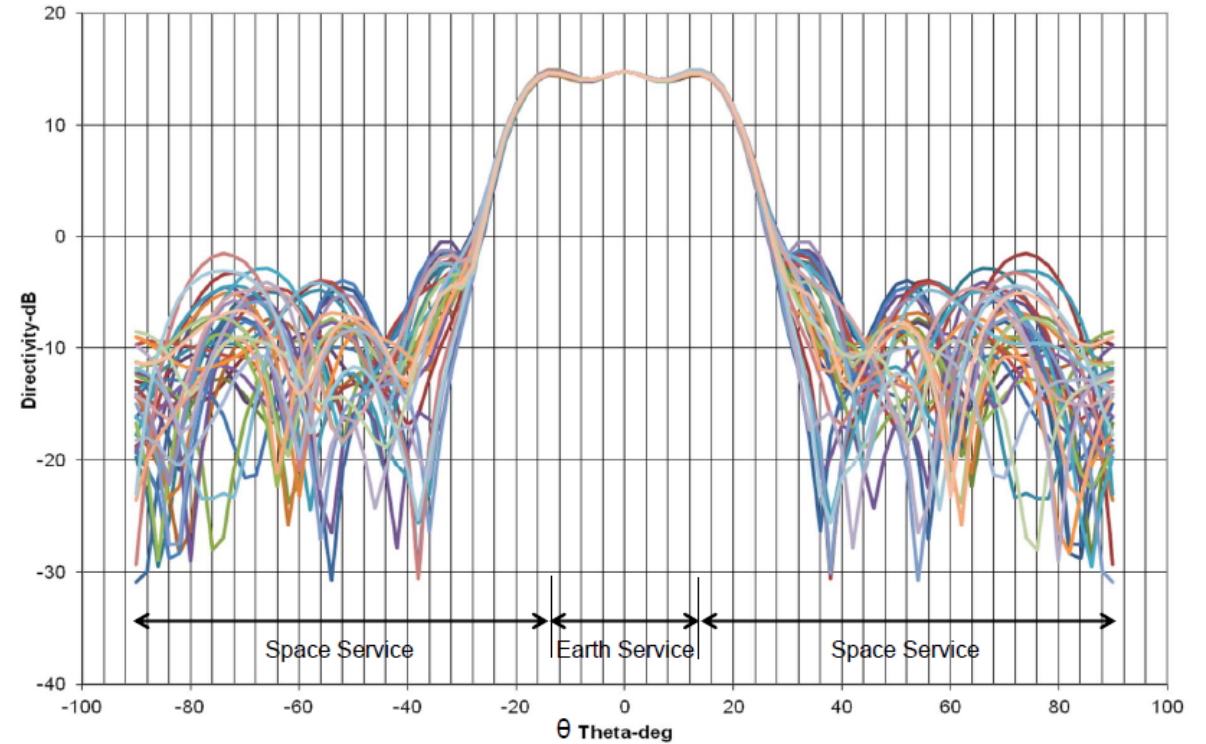
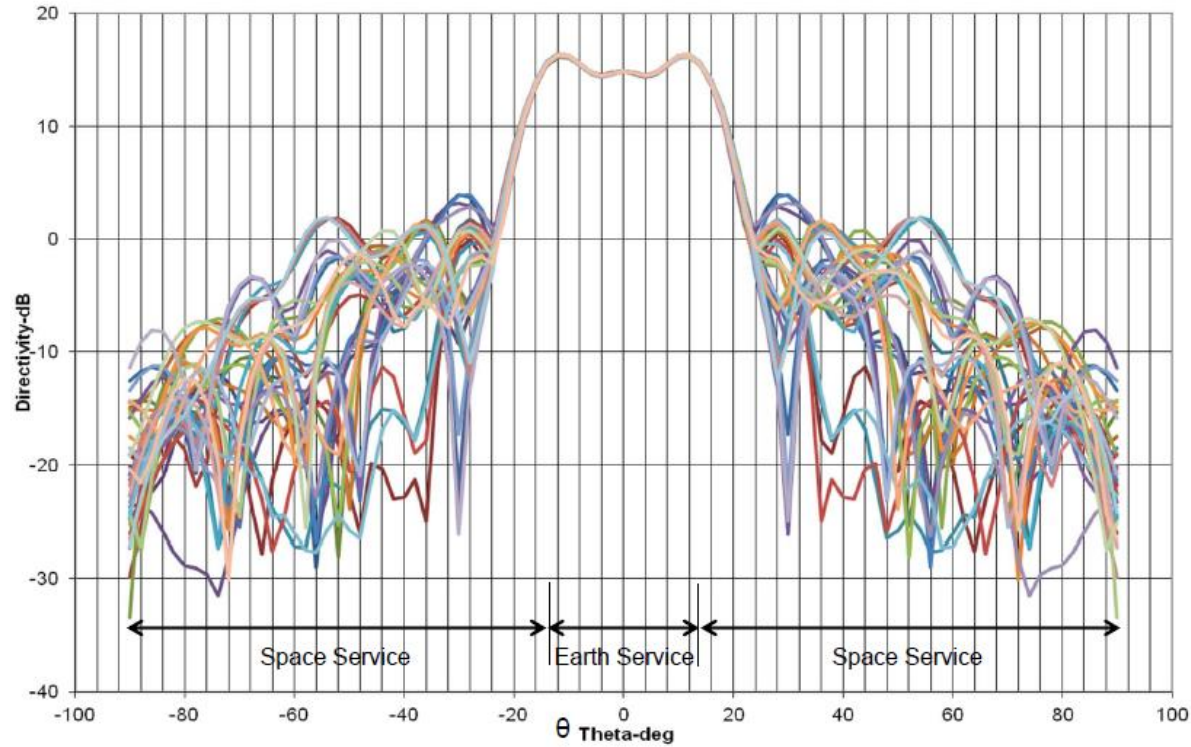
# GNSS satellites in space model

## Модель ГНСС спутников в космосе

- Created in **MATLAB** / Создана в **MATLAB**
- Models the visibility conditions of satellites (if we can receive their signal) for objects in given points of space / выполнет моделирование условий видимости (возможности приёма транслируемых навигационных сигналов) для объектов, располагаемых в заданных точках космического пространства
- Data is based on the **Almanac** / Данные основаны на **Альманахе**
- The model considers physical restriction on the visibility of satellites / Созданная компьютерная модель учитывает физические ограничения видимости спутников

# Restrictions on visibility of satellites

## Ограничения по видимости спутников



Material published by **LOCKHEED MARTIN** in 2014

Материал опубликован **LOCKHEED MARTIN** в 2014 году



# Errors and geometric factor

## Ошибки и геометрический фактор

$$\text{Accuracy} = \text{UERE} \cdot \text{DOP}$$

$$\text{UPNE} = \text{UERE} \cdot \text{PDOP}$$

$$\text{UHNE} = \text{UERE} \cdot \text{HDOP}$$

$$\text{UVNE} = \text{UERE} \cdot \text{VDOP}$$

### ***UERE***

User Equivalent Range Error - среднеквадратическая ошибка измерения псевдодальности пользователем  
- the mean square error of user pseudorange measurement

### ***U...NE***

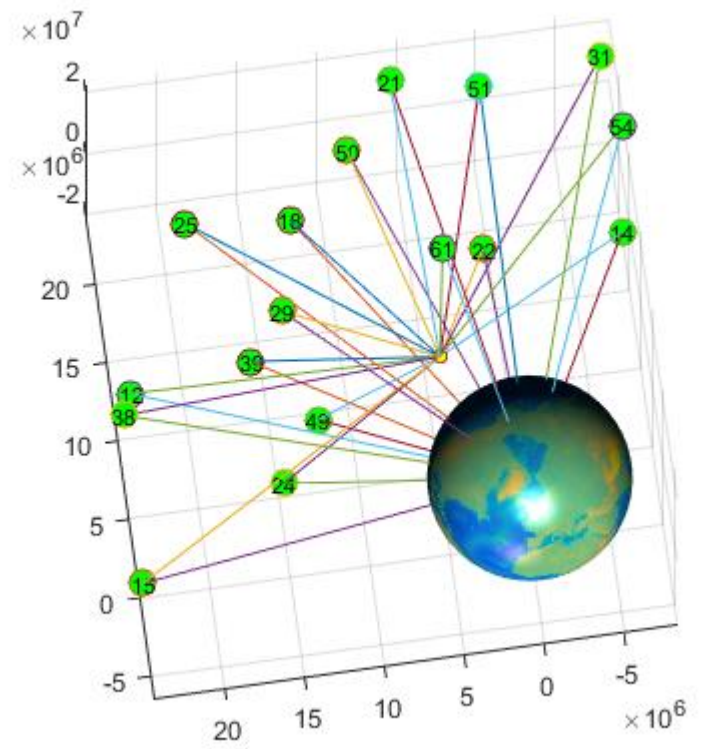
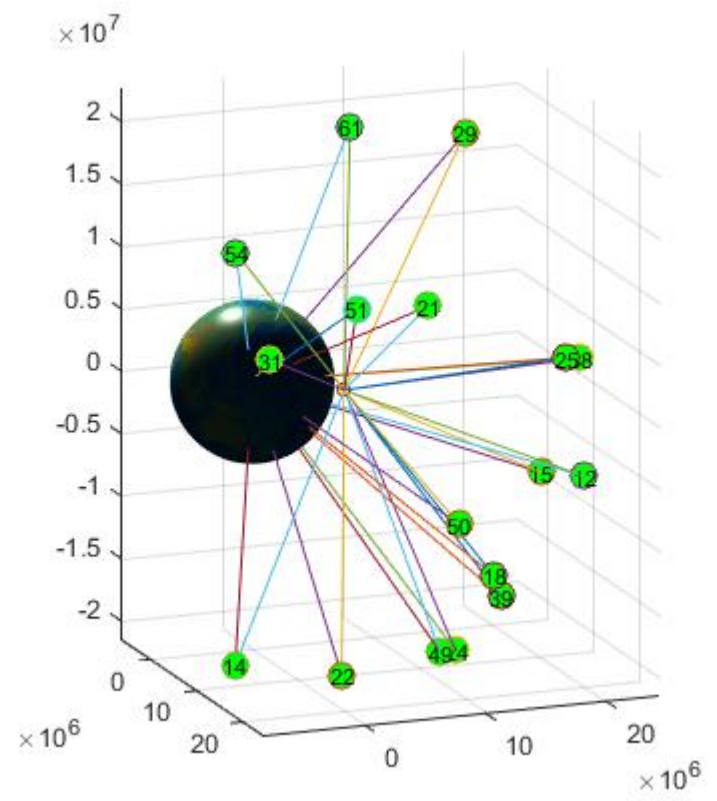
U...Navigation Errors - среднеквадратические навигационные ошибки координат  
- the mean square navigational errors of coordinates



# Satellites visibility on low orbit

## Видимість супутників с низкою орбиты

GPS + GLONASS



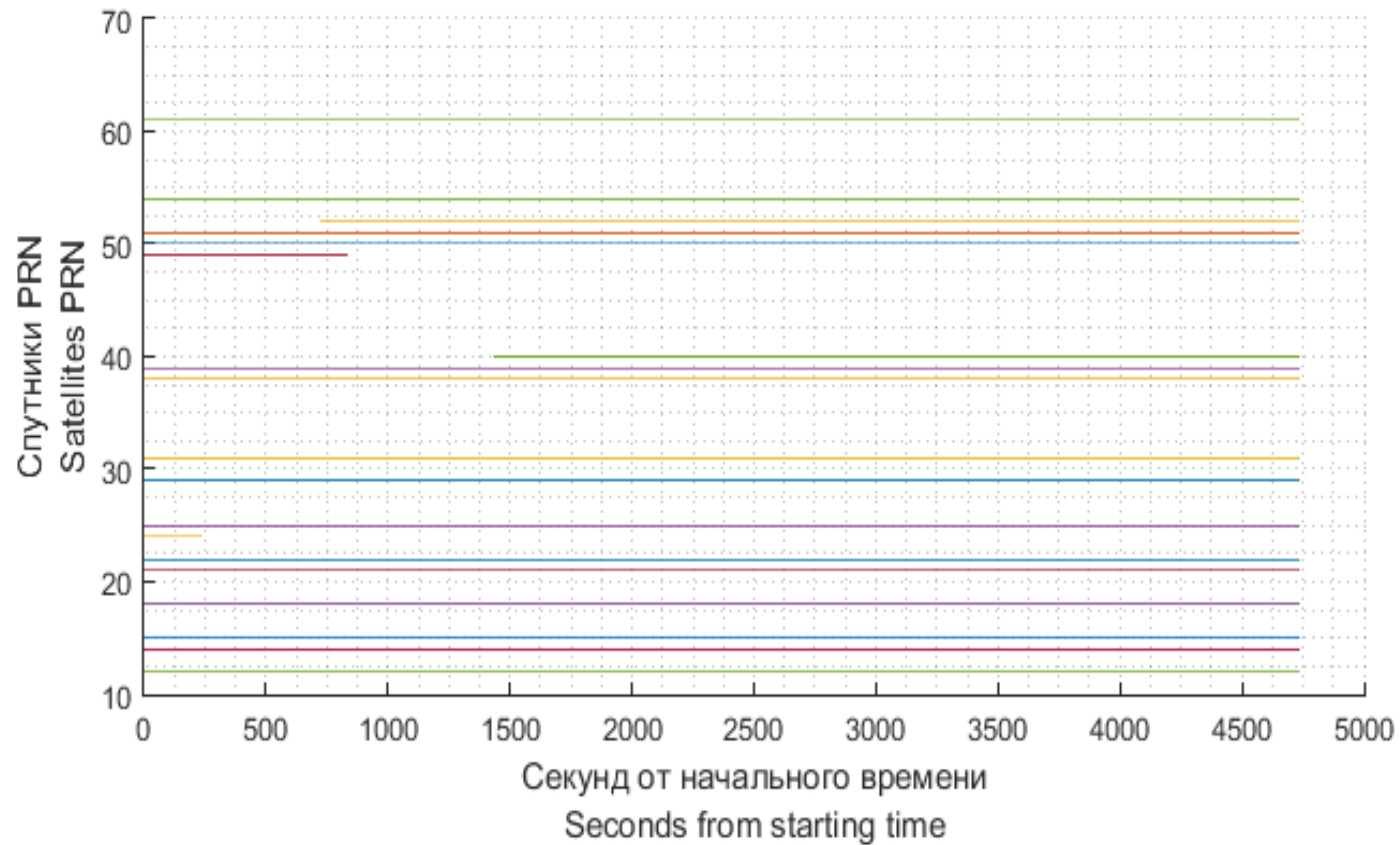




# Satellites visibility on low orbit

## Видимость спутников с низкой орбиты

Visibility of Satellites  
Видимость спутников



**GPS + GLONASS**

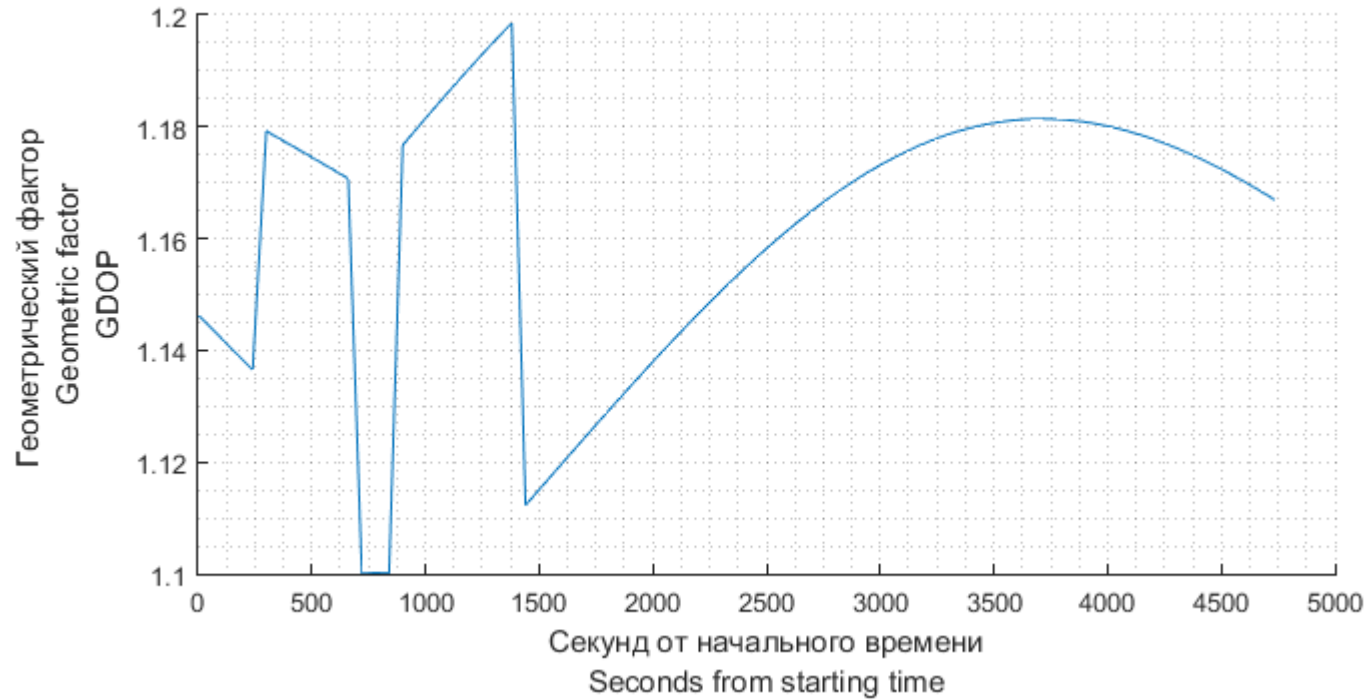


# Satellites visibility on low orbit

## Видимість спутників с низкою орбиты

Возможность строить  
Графики снижения  
точности

Possibility to build  
Delusion of precision  
figures



**GPS + GLONASS**

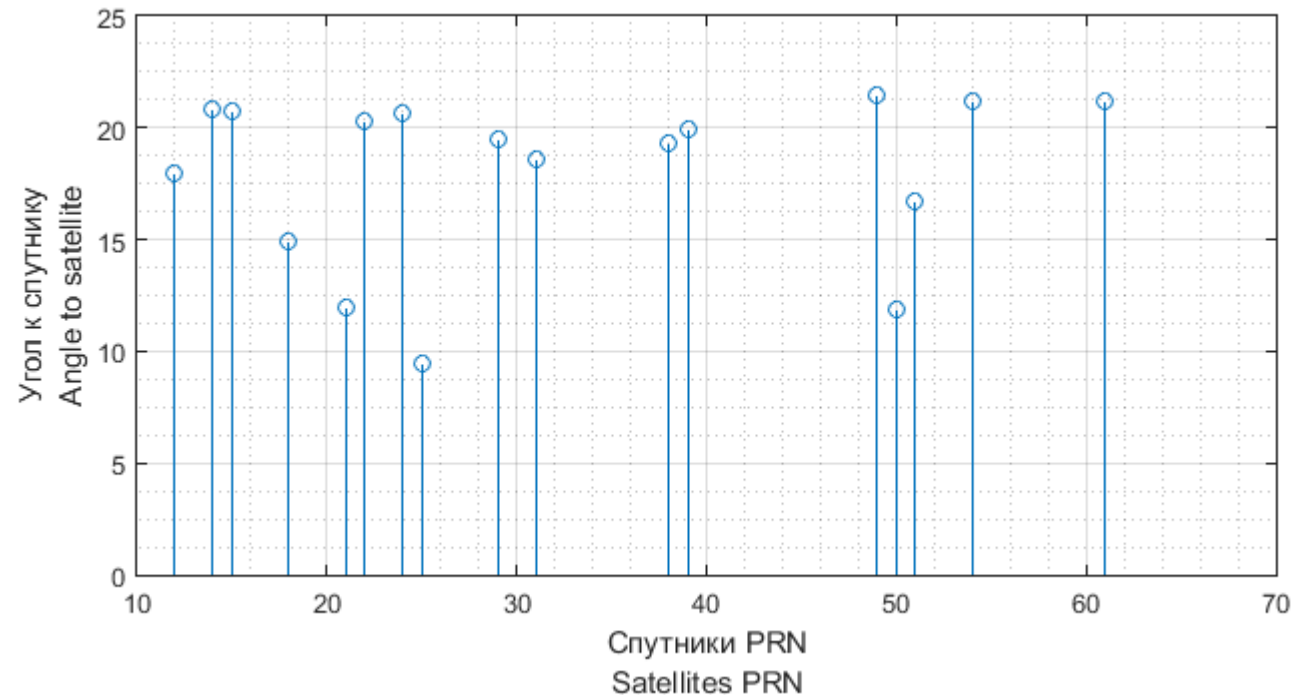


# Satellites visibility angles on low orbit

## Углы видимости спутников с низкой орбиты

Под каким углом  
видим спутник

Angle under which we  
see the satellite

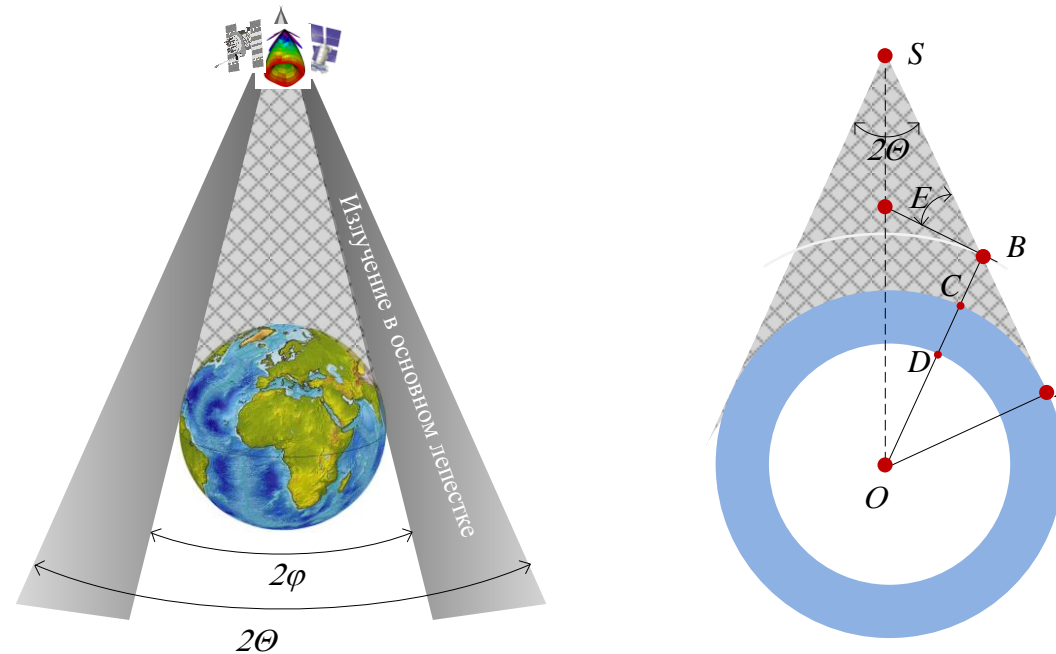


**GPS + GLONASS**



# Radiation in borders of the main lobe of the navigational satellite antenna radiating pattern

Излучение антенны навигационного спутника в пределах основного лепестка диаграммы направленности



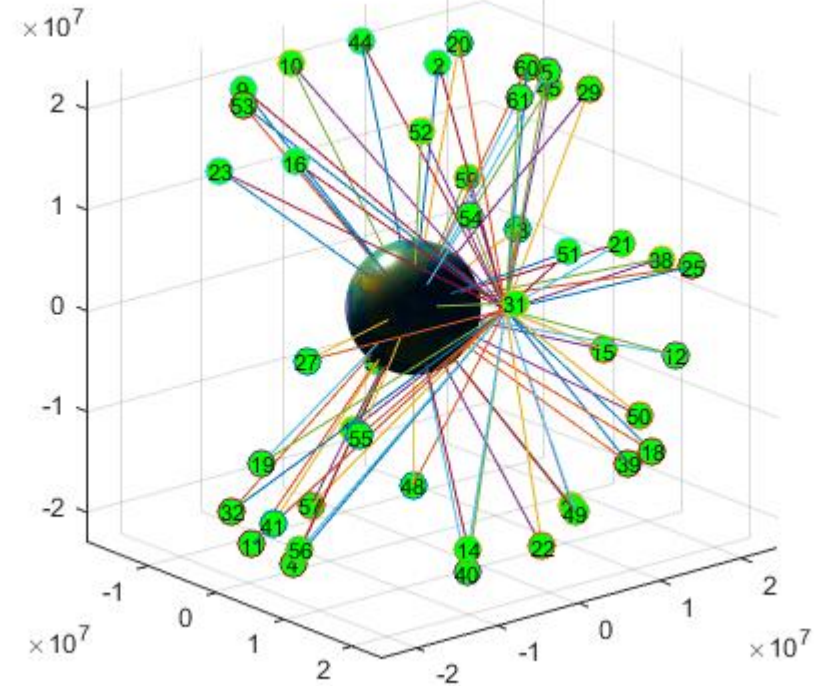
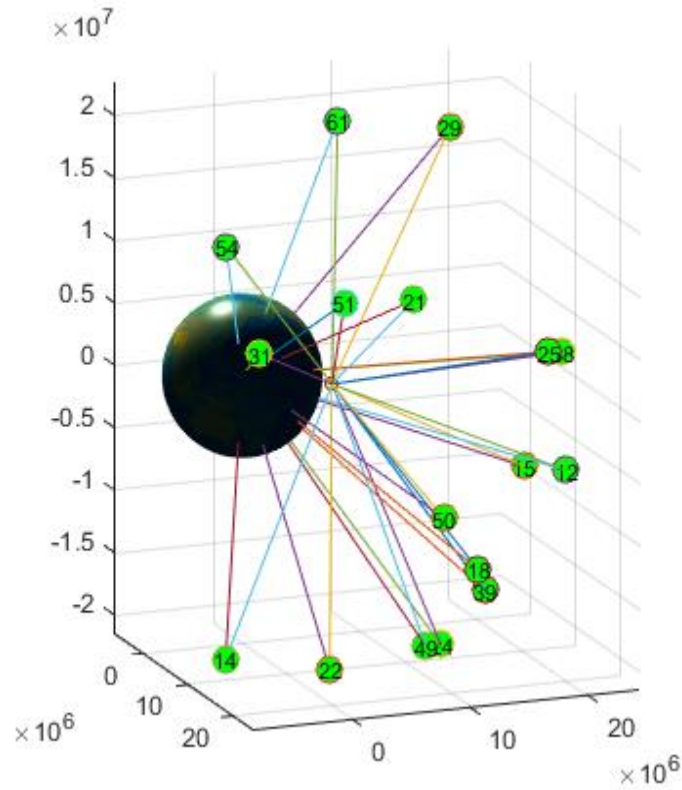


# Satellites visibility on low orbit

## Видимість спутників с низкою орбіти

GPS + GLONASS

Загоризонтні спутники  
Over-the-horizon Satellites



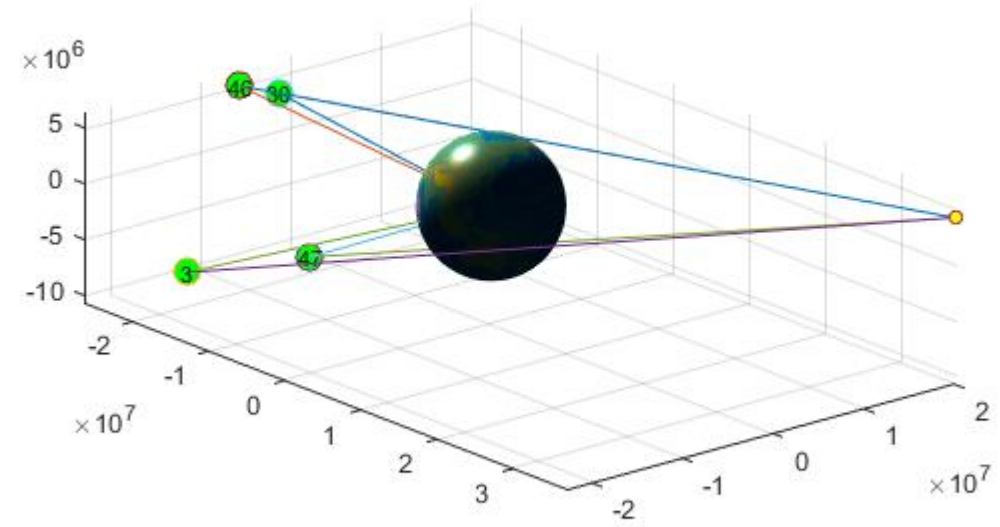


# Satellites visibility from geostationary orbit

## Видимість спутників с геостационарної орбіти

Загоризонтні спутники

Over-the-horizon Satellites



**GPS + GLONASS**

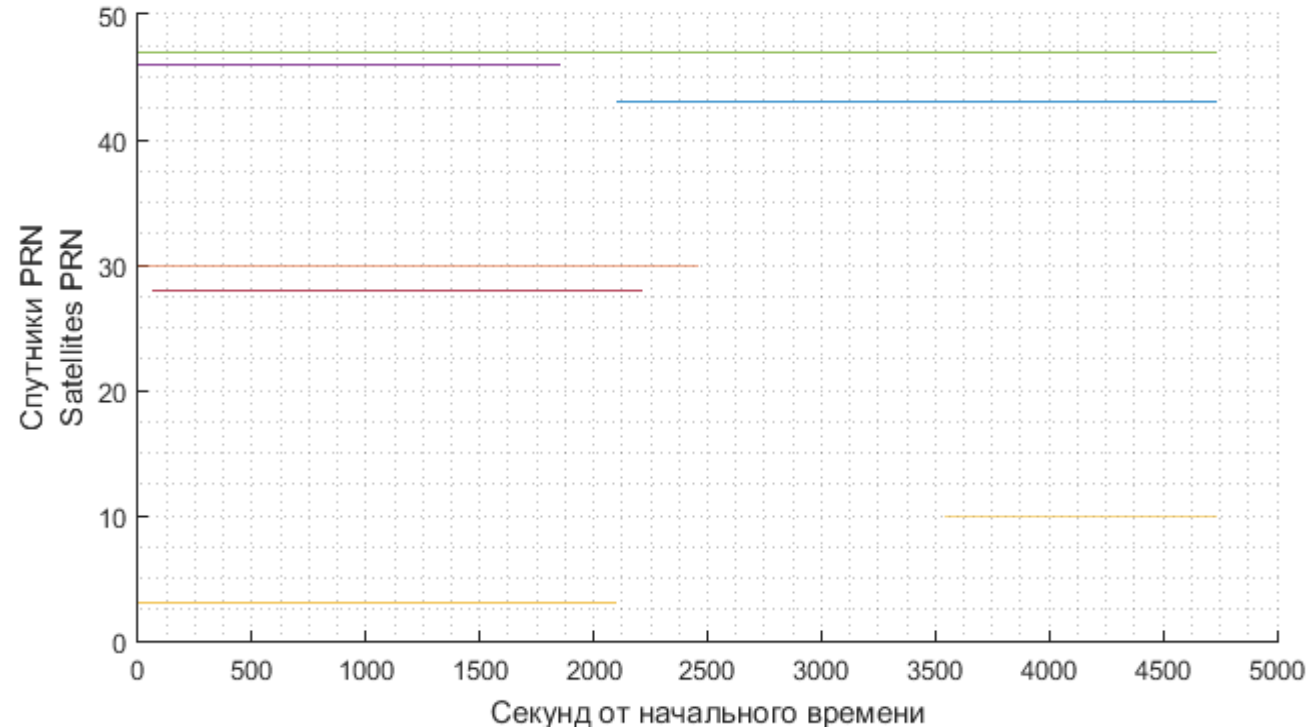


# Satellites visibility from geostationary orbit

## Видимость спутников с геостационарной орбиты

Visibility of Satellites  
1h 20m

Видимость спутников  
1 час 20 минут



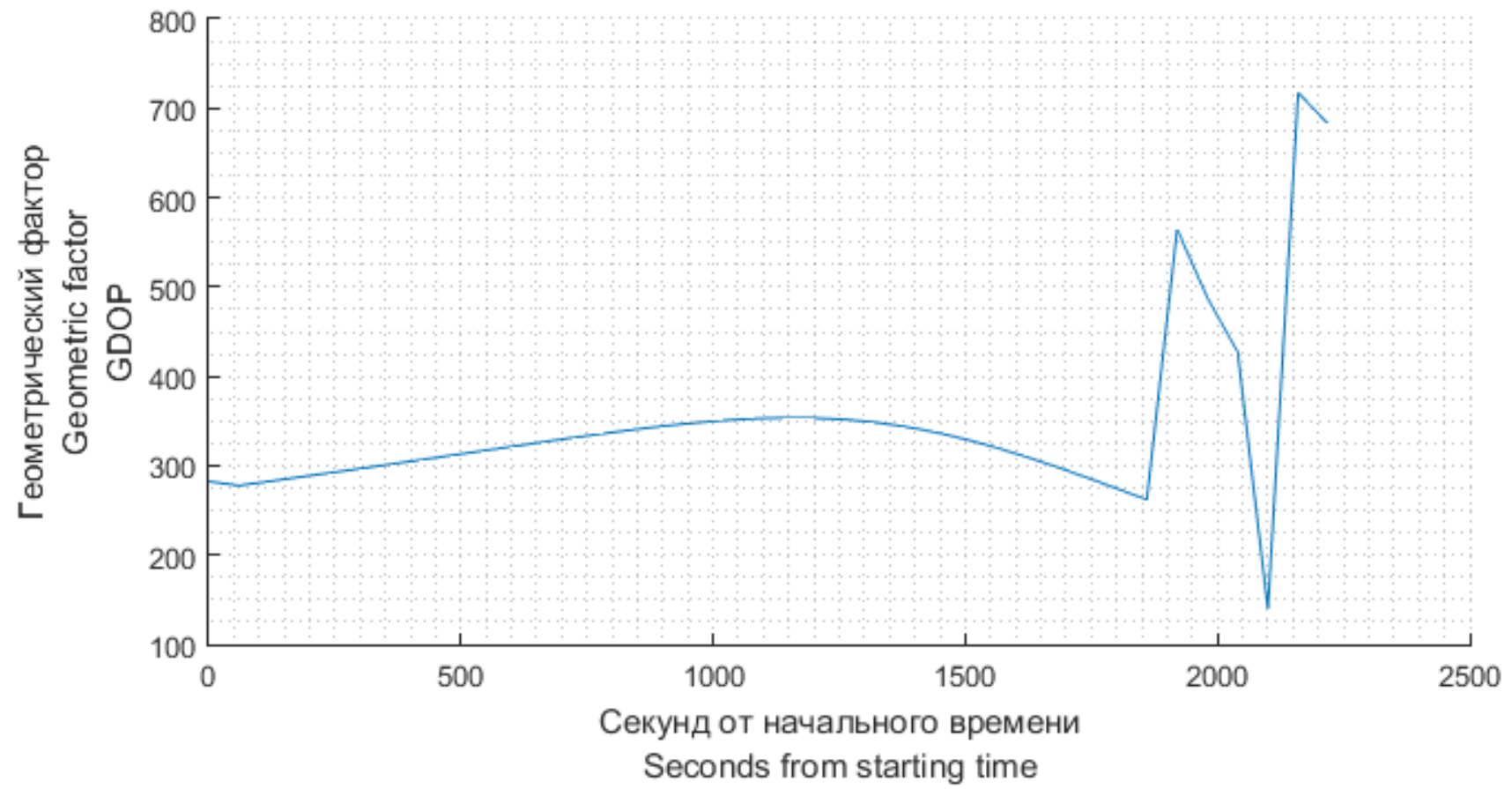
**GPS + GLONASS**



# Satellites visibility from geostationary orbit

## Видимость спутников с геостационарной орбиты

GPS + GLONASS







# Satellites visibility from geostationary orbit

## Видимость спутников с геостационарной орбиты

Some actual values of GDOP with a minute step

Некоторые значения GDOP с шагом в минуту

282.379	353.603
277.732	353.345
282.444	351.698
287.174	348.538
291.935	343.795
296.733	337.469
301.576	329.635
306.465	320.436
311.394	310.075
316.350	298.793
321.310	286.848
326.234	274.497
331.071	261.976
335.747	564.511
340.170	487.742
344.221	427.315
347.760	139.152
350.624	717.244
352.635	681.975

**GPS + GLONASS**



# Satellites visibility from geostationary orbit

## Видимість спутників с геостационарної орбіти

GPS + GLONASS

DOP values for given moment of time

Значення DOP для даного моменту часу

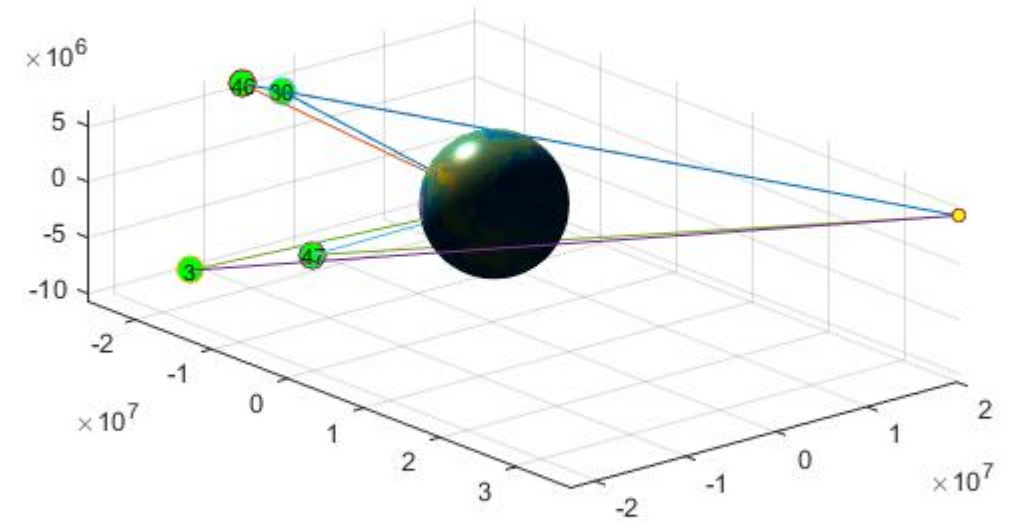
GDOP 282.379

PDOP 201.682

HDOP 9.612

VDOP 201.453

TDOP 197.642



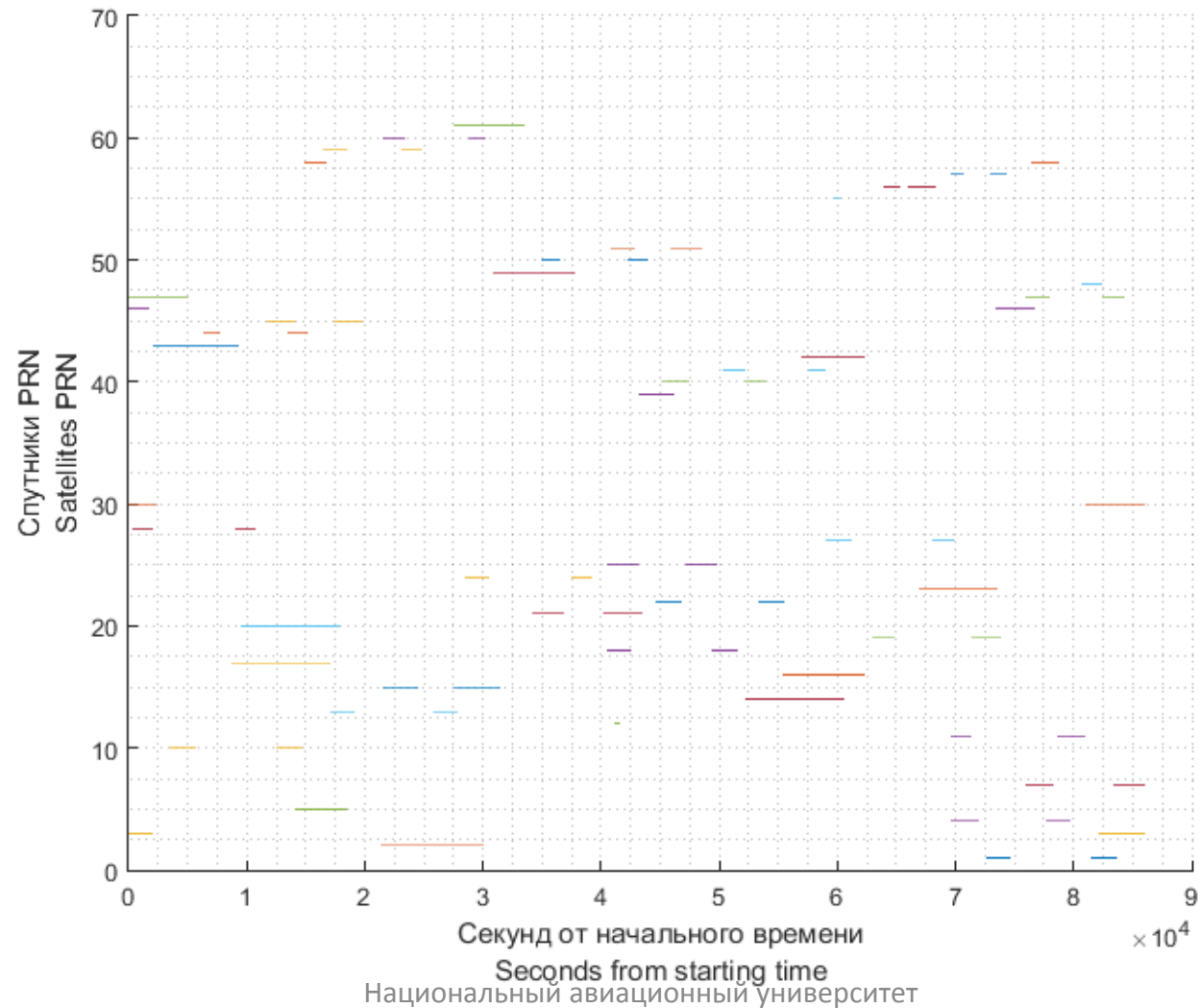


# Satellites visibility from geostationary orbit

## Видимость спутников с геостационарной орбиты

Visibility of Satellites  
12h

Видимость спутников  
12 часов



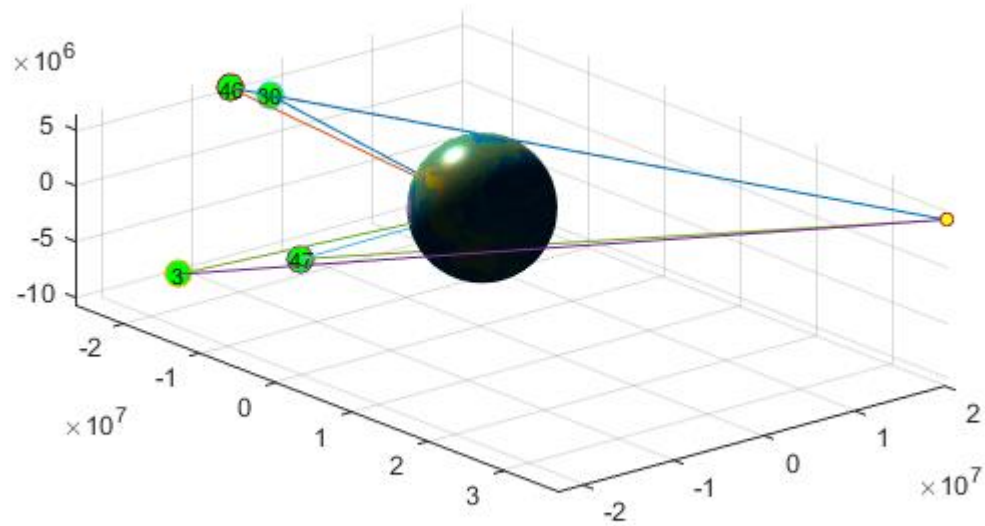
**GPS + GLONASS**



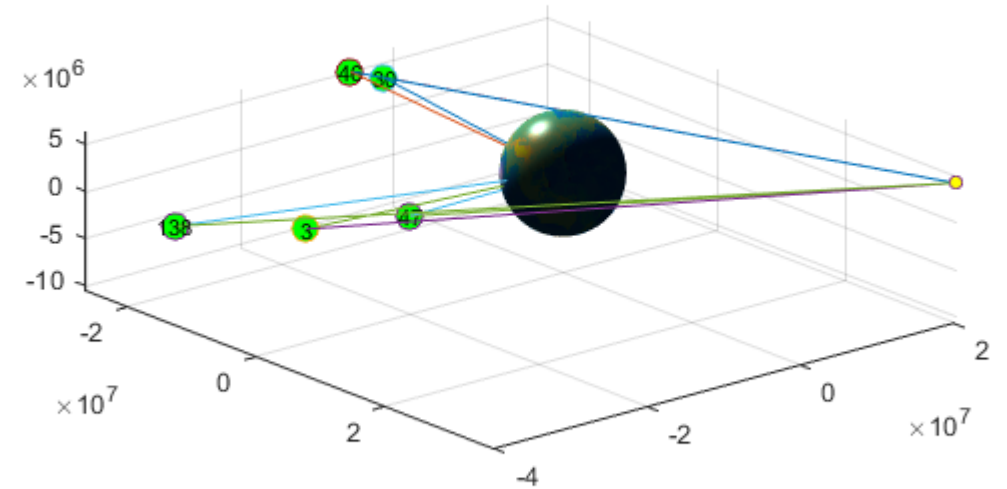
# Satellites visibility from geostationary orbit

## Видимість спутників с геостационарної орбіти

**GPS + GLONASS**



**GPS + GLONASS + GEO**





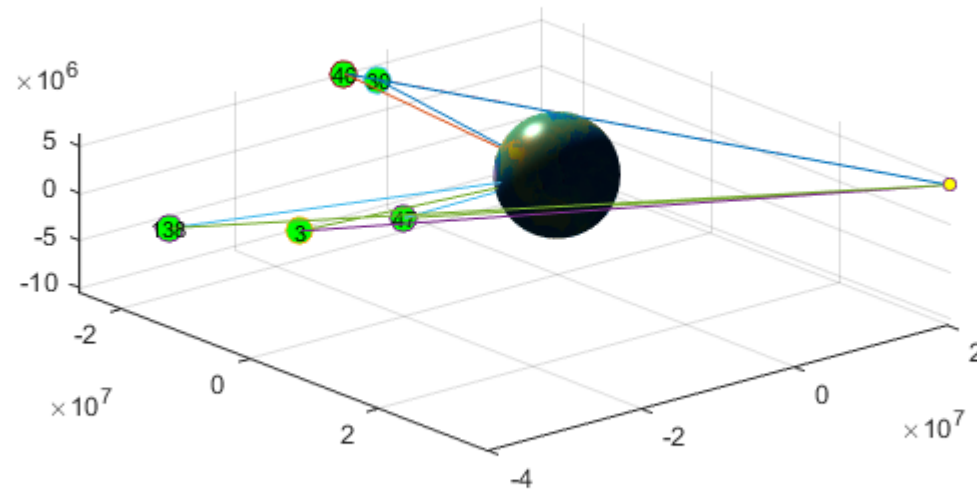
# Satellites visibility from geostationary orbit

## Видимість спутників с геостационарної орбіти

Real almanac  
Реальний альманах

DOP values for given moment of time

Значення DOP для даного моменту часу



**GPS + GLONASS  
+ GEO**

GDOP 54.106

PDOP 32.775

HDOP 5.919

VDOP 32.236

TDOP 31.384



# Satellites visibility from geostationary orbit

## Видимість спутників с геостационарної орбіти

Synthesized almanac

Синтезированный альманах

GPS:

1 – 32 PRN

GLONASS:

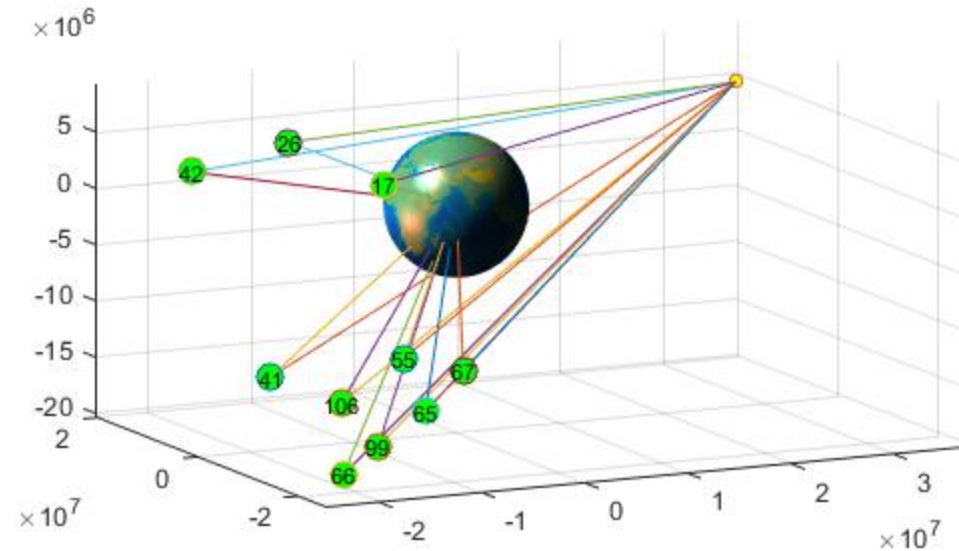
38 – 61 PRN

GALILEO:

62 – 88 PRN

COMPASS:

92 – 121 PRN



**GPS + GLONASS +  
Galileo +COMPASS**

GDOP 56.860

PDOP 40.726

HDOP 3.624

VDOP 40.565

TDOP 39.679



# Direction of research Направления исследований

1. Набор статистических данных /  
Accumulating statistical data
2. Изучение возможности работы по боковым лепесткам /  
Research possibility to work on side lobes
3. Интегрирование всех спутниковых навигационных систем /  
Integration of all satellite navigation systems



Thank you for attention

Благодарю за внимание