

Валерий Конин

# СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ В НАЦИОНАЛЬНОМ АВИАЦИОННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

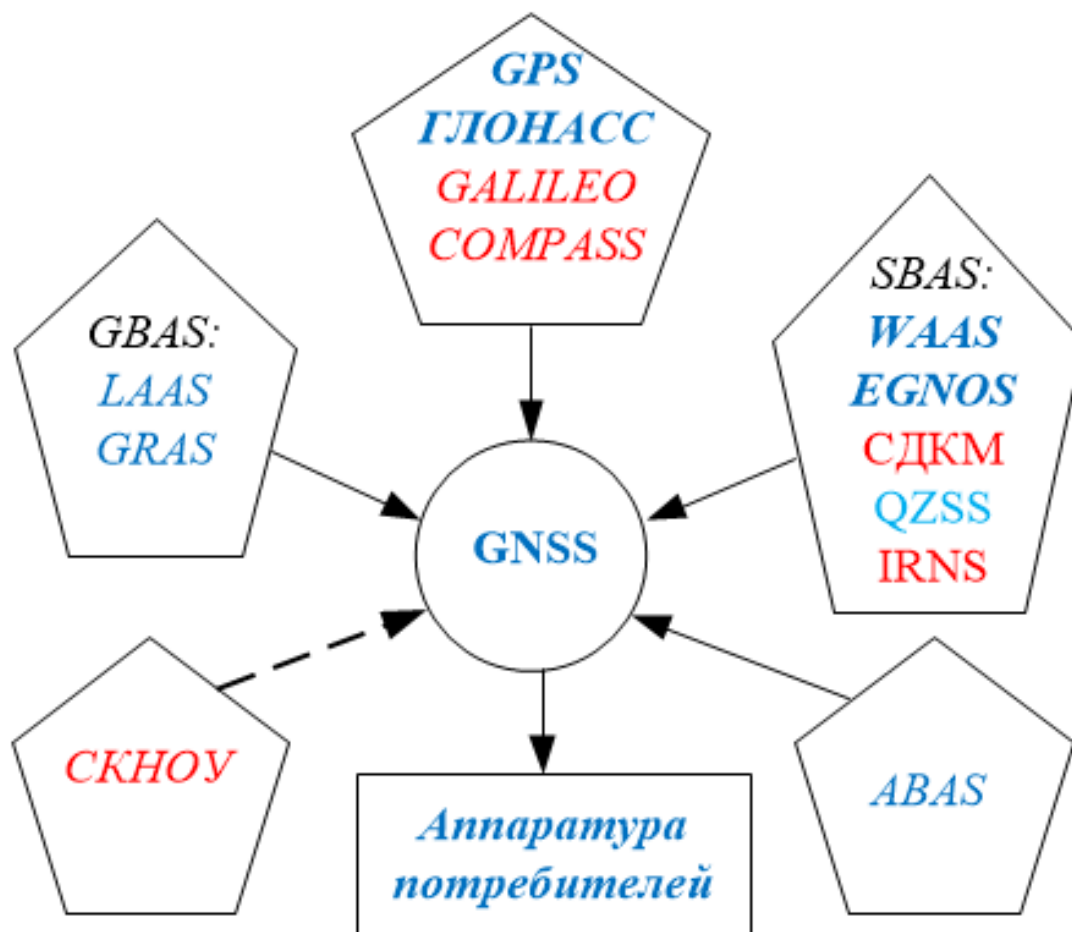
*A part of the research presented at the given article has been performed under the UKRAINE project. This project has received funding from the European GNSS Agency under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 641517*



Всеукраїнська науково-практична  
конференція  
"Інноваційні геопросторові технології  
корпорації Trimble для землеустрою та  
кадастру"  
Київ, НАУ, 19 ноября 2015

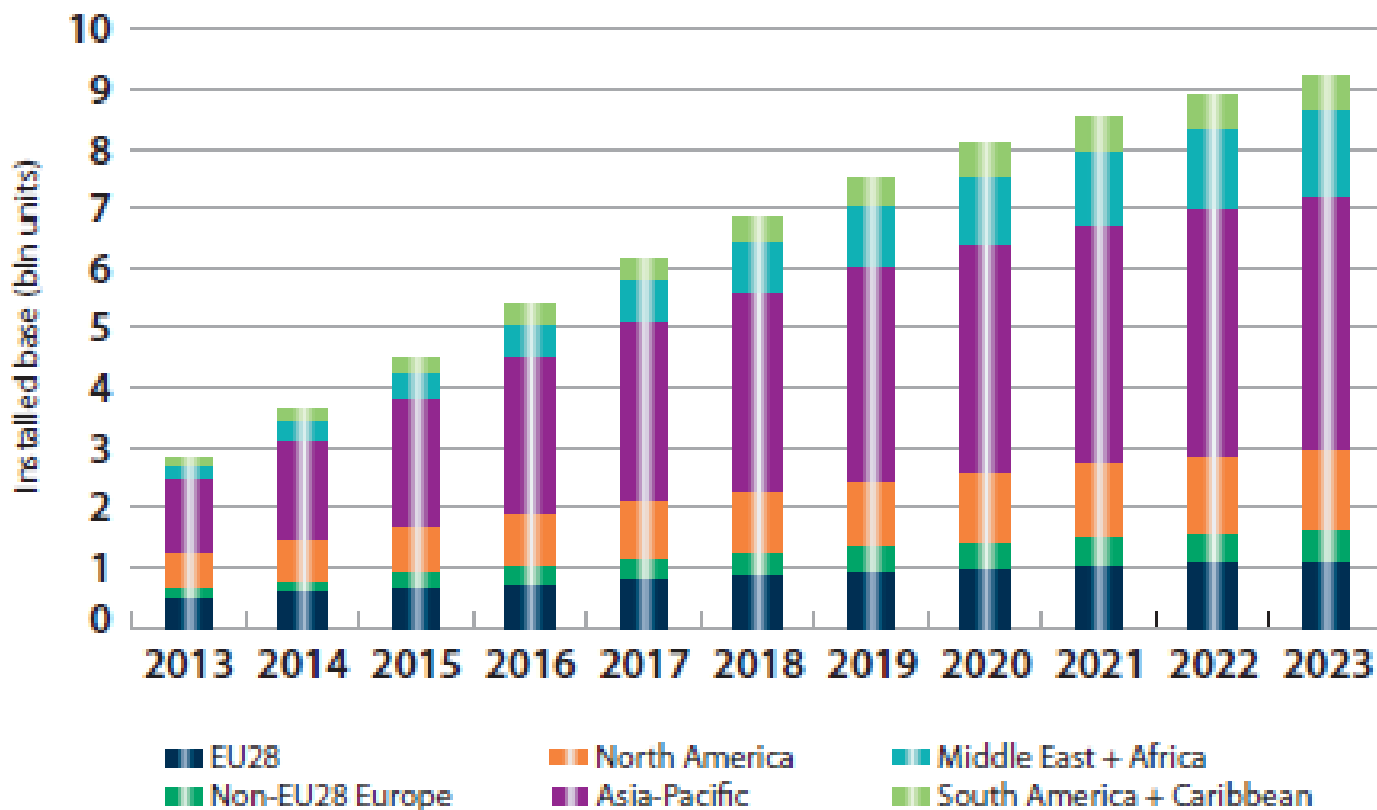
Фото с сайта <http://www.cosmos-online.ru/>

# СОСТОЯНИЕ GNSS

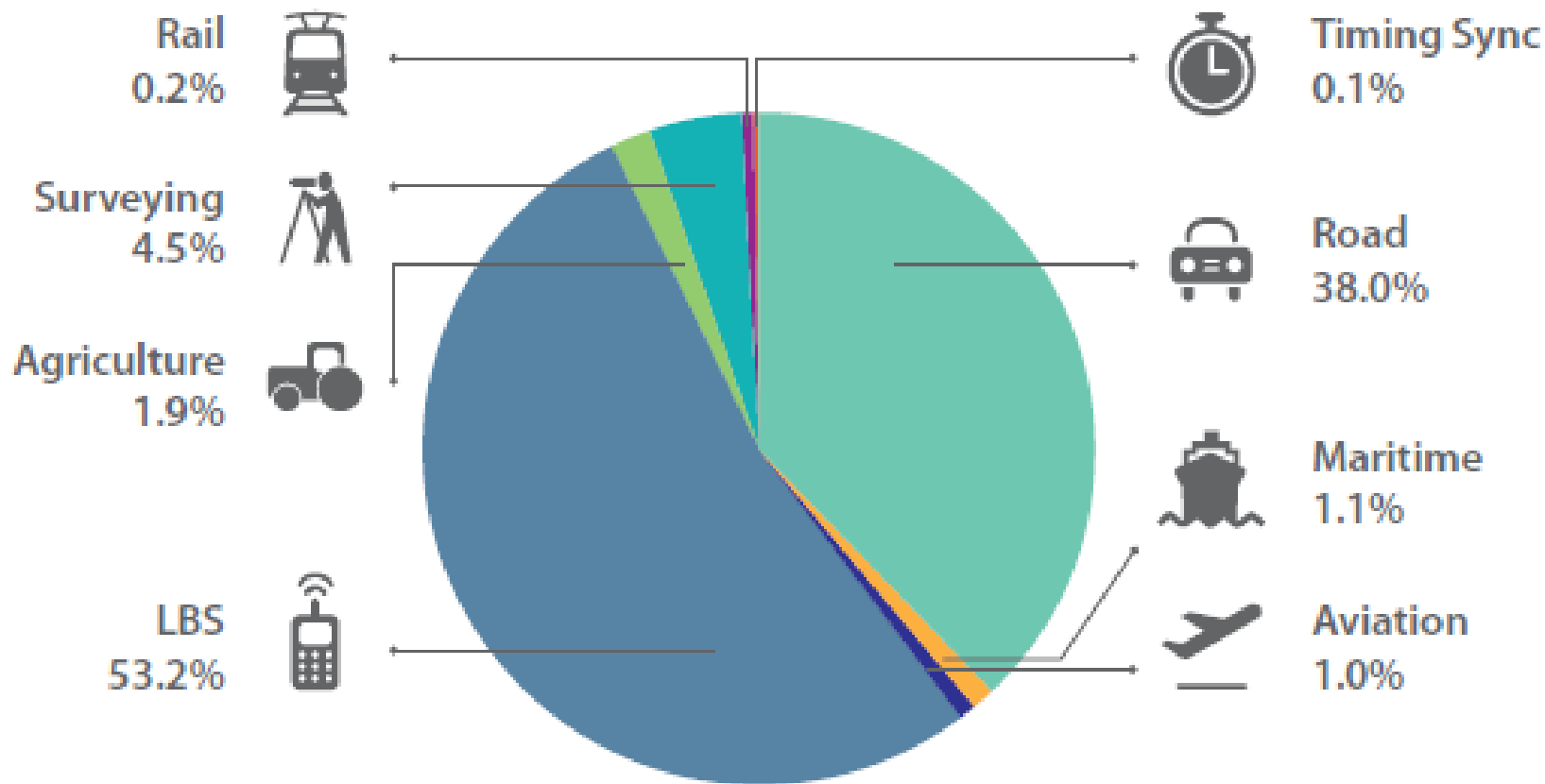


# РЫНОК GNSS

База устройств GNSS по регионам

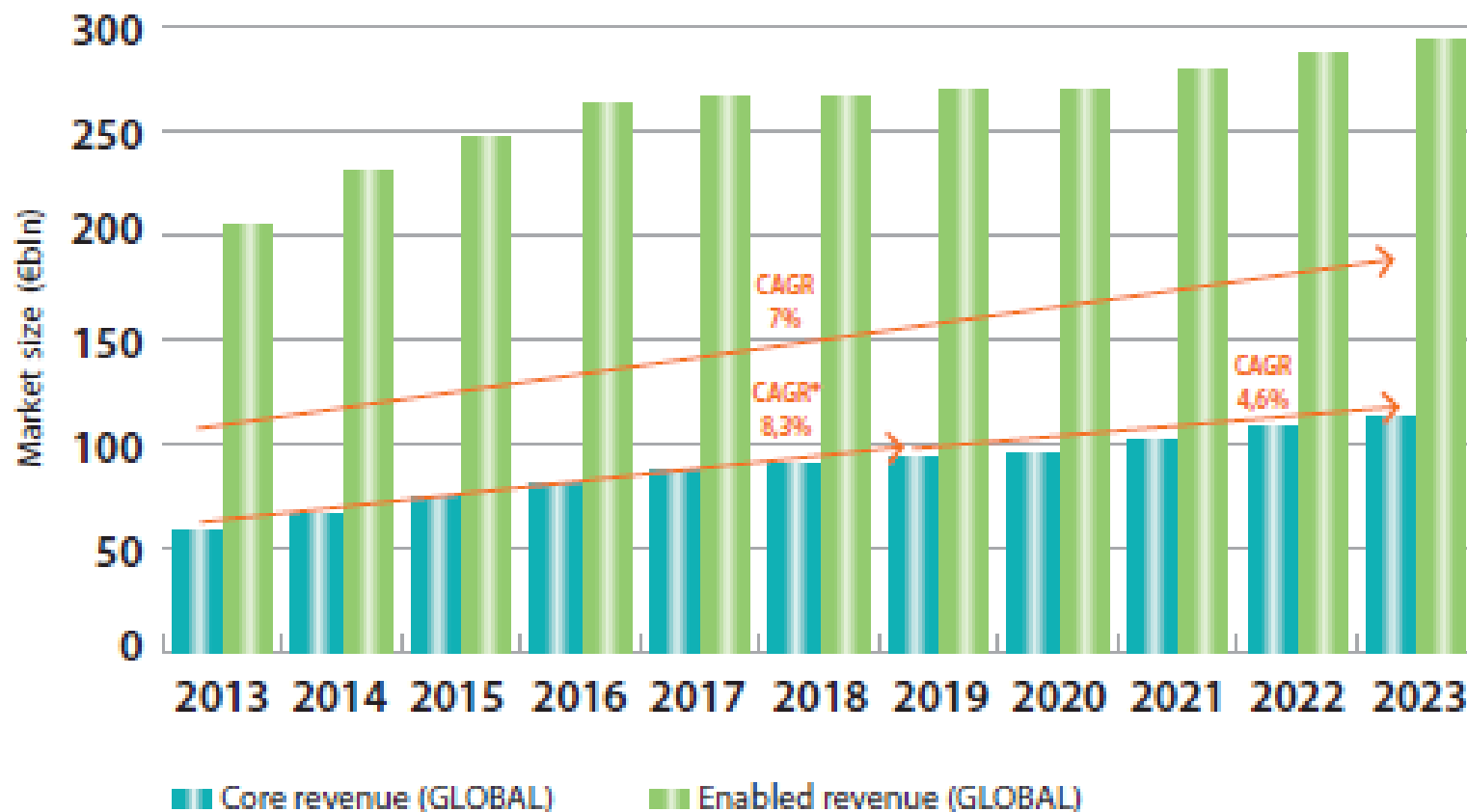


# Распределение между пользователями 2013-2023



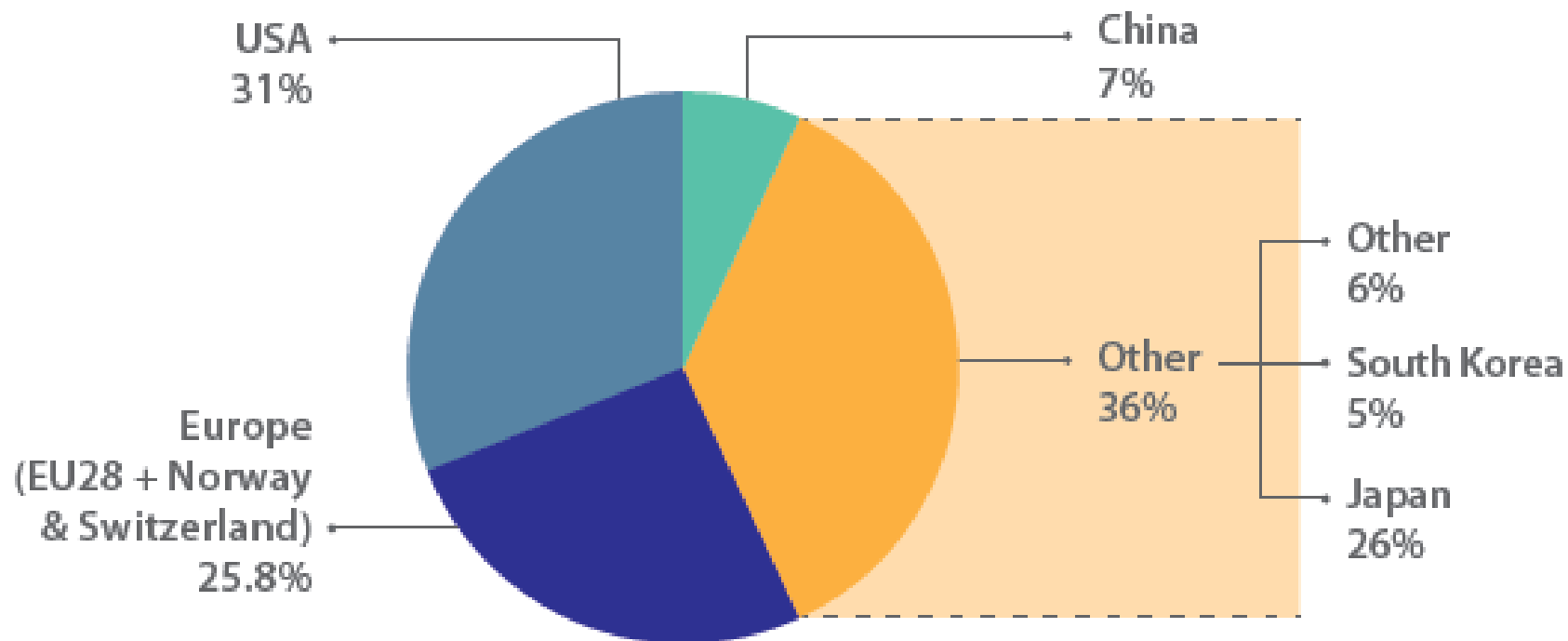


# Объем мирового рынка GNSS (€ млрд)



\* CAGR: Compound Annual Growth Rate

# GNSS индустрия по регионам (% доходов, 2012)



# Топ 10 компаний в каждой группе по состоянию на 2012

Component manufacturers		System integrators		Value-added service providers	
Qualcomm	USA	Toyota	JP	Google	USA
Trimble Navigation	USA	Garmin	USA	Pioneer	JP
Broadcom	USA	General Motors	USA	Denso	JP
CSR	UK	Volkswagen	DE	Clarion	JP
Laird	UK	Ford	USA	Here Global	NL
Furuno Electric	JP	Apple	USA	Tomtom	NL
Rockwell Collins	USA	Samsung Electronics	KR	Microsoft	USA
Texas Instruments	USA	Nissan	JP	Jeppesen Sanderson	USA
Cobham	UK	China First Automob.	CN	Trimble Navigation	USA
Hexagon	SE	Honda	JP	Telenav	USA

# Дисциплины на кафедре аэронавигационных систем при подготовке бакалавров, специалистов и магистров

Глобальные спутниковые навигационные системы

Аэрокосмические информационные технологии

Спутниковые системы связи, навигации, наблюдения

Моделирование аэронавигационных систем

Спутниковые навигационные системы

Основы спутниковых авиационно-навигационных систем

Перспективные навигационные системы

# ЛАБОРАТОРИЯ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (учебный класс)

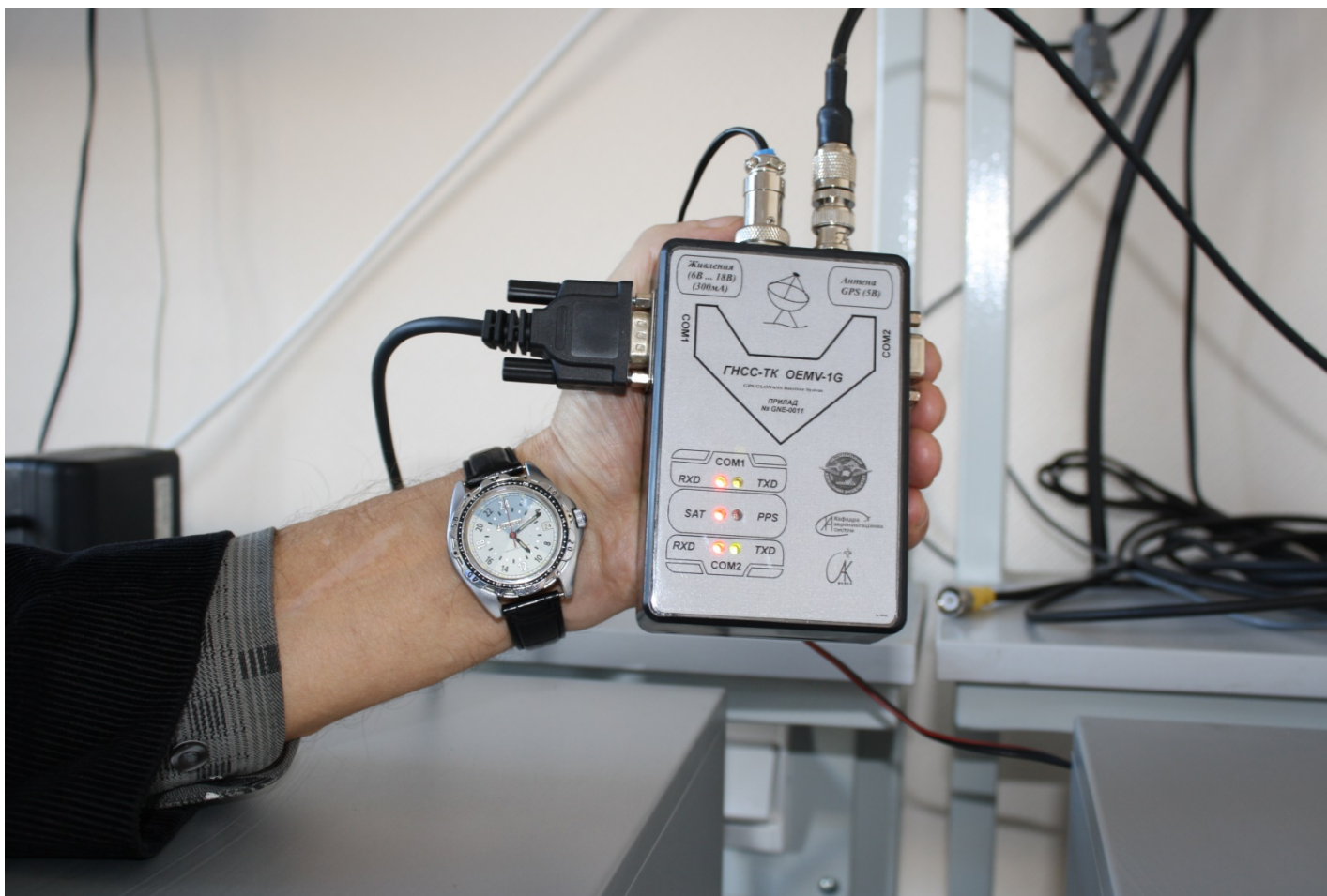


# АНТЕННОЕ ПОЛЕ (ГЛОНАСС, GPS, EGNOS, OmniStar)

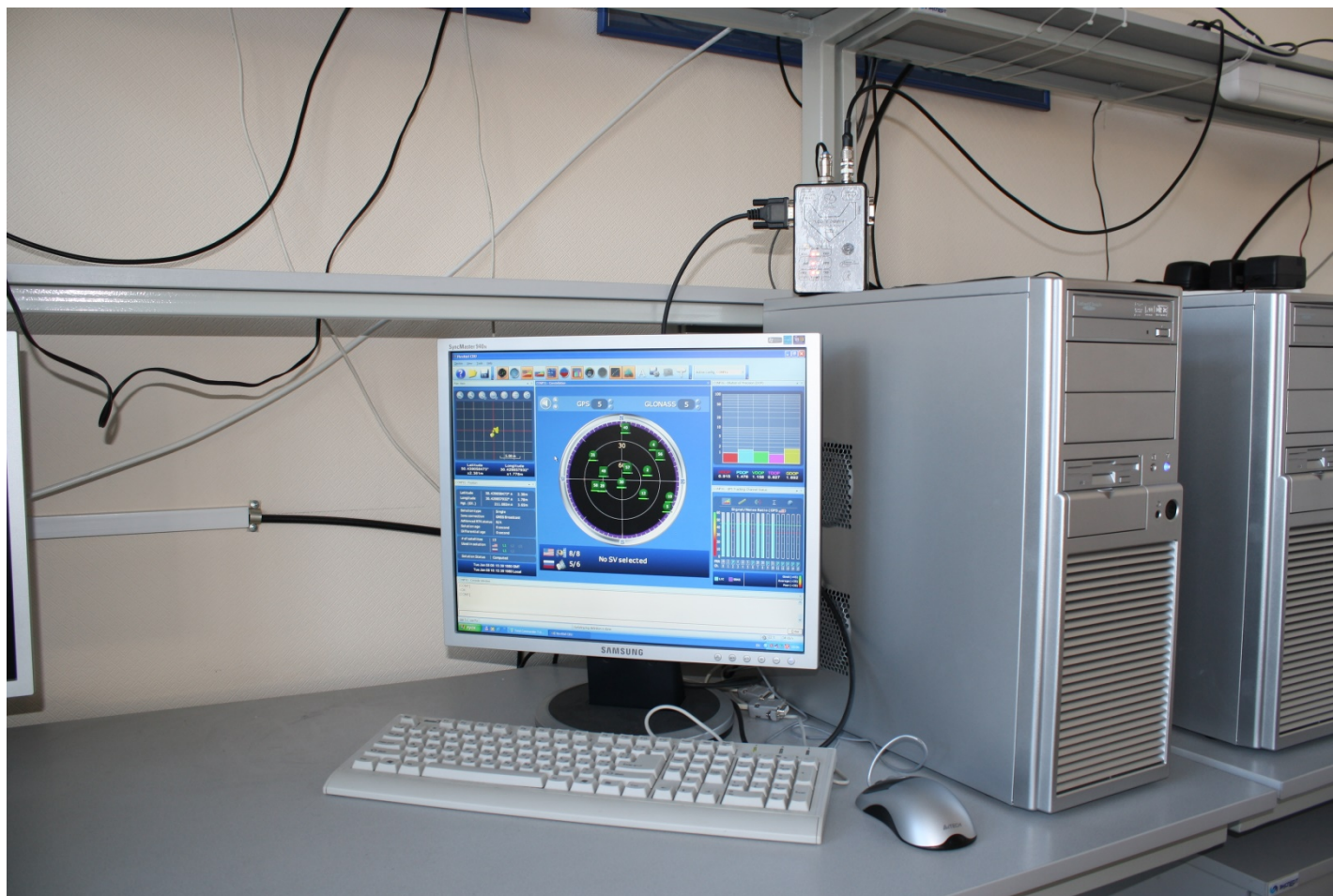




## ГЛОНАСС-GPS-EGNOS приемник, разработанный в НУЦ «Аэрокосмический центр» НАУ и внедренный в учебный процесс

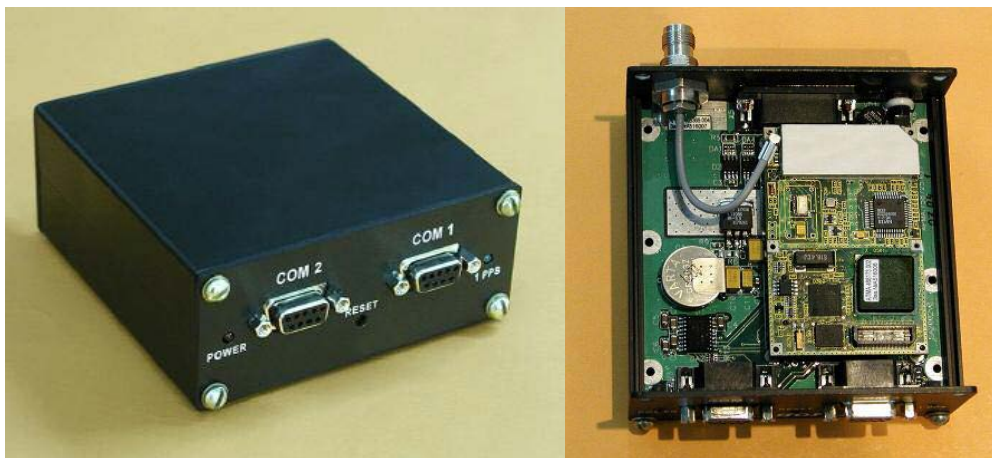


# Учебный экспериментальный стенд с ГЛОНАСС-GPS-EGNOS приемником





# EXPERIMENTAL EQUIPMENT: CN 4701 (SMELA)



BM\_Ctrl - ver. 02.01

Дата	11.09.2008	Широта	50°26.34407N	Ск. по шир,м/с	-0.002	Ид. аппарат.	4701 01.06 18/10/05
Время	11:49:18	Долгота	30°25.79243E	Ск. по долг,м/с	0.003	Каналы	24
СКО, м	3.59	Высота	186.193 м	Ск. по выс,м/с	0.037	Раб. КА	7+4

Настройки

Выкл

Параметры:

COM1

19200

BINR

Tx Rx

Ошибки пр.

0

- Запрос на тест РПУ (11->43)
- Запрос версии ПМО (1В->70)
- Контроль наличия связи (26->54)
- Прогноз геометр. фактора (В1->С1)
- Режим работы BINR (В2->С2)
- Доп. параметры работы (D7->E7)

Отмена всех запросов на передачу

Перезапуск системы (01)

Произвол. пакеты

- Запрос/установка сост. порта (0В->50)
- Установка параметров работы (0D->51)
- Запрет/разреш. исп. спутника (12->47)
- Запрос путевого угла и скор (13->41)
- Состояние каналов приемника (17->42)
- Запрос измер. каналов РПУ (18->48,49)
- Запрос/загр. эфемерид, инфор. (19->49)
- Запрос парам. связи шкал врем. (1Е->74)
- Запрос парам. св. врем. и част. (1F->72)
- Запрос/загрузка альманаха (20->40)
- Количество исп. спутников (21->60)
- Запрос/устан. часового пояса (23->46)
- Запрос видимых спутников (24->52)
- Оцифровка метки времени (25->53)
- Запрос передачи вектора сост. (27->88)
- Ввод инф. о местополож. и врем (32->89)
- Выдача последнего решения (37->84,41)
- Выдача экстраполир. коорд. (38->85,41)
- Информация о каналах РПУ (39->87)
- Запрос измерений каналов РПУ (D4->E4)
- Запрос ионосферных парам. (2А->4А)
- Связь шк. GPS, ГЛОНАСС, UTC (2В->4В)

# Станции фирмы NOVATEL

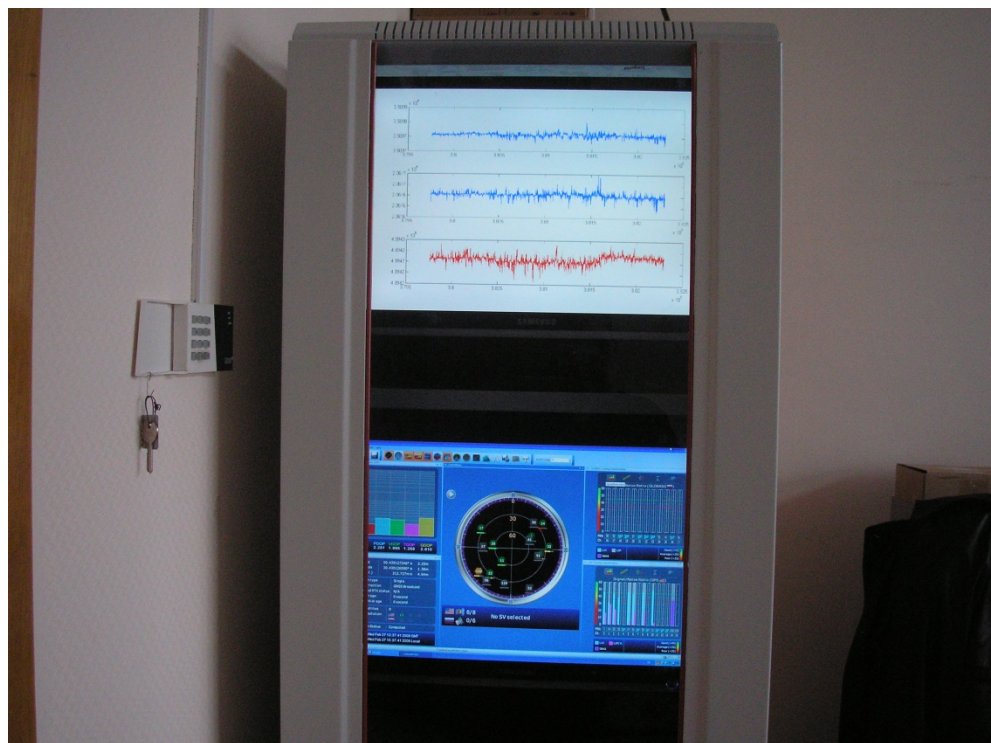


# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (фирма TRIMBLE )



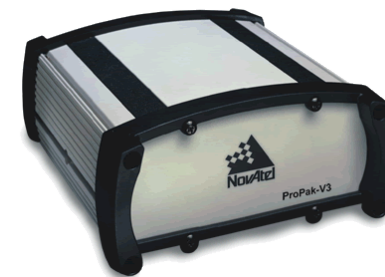


# СТАНЦИЯ МОНИТОРИНГА СПУТНИКОВОГО НАВИГАЦИОННОГО ПОЛЯ





# МОНИТОРИНГ GPS+GLONASS+EGNOS



NovAtel CDU

Device View Tools Help

Active Config V3

Plan View V3 - Constellation V3 - Dilution of Precision (DOP)

GPS 5 GLONASS 5

Latitude 50.439028168° ±0.881m Longitude 30.429729862° ±0.728m

V3 - Position

Latitude	50.439028168° ± 0.88m
Longitude	30.429729862° ± 0.73m
Hgt. (MSL)	188.119m ± 1.99m
Solution type	WAAS
Iono correction	Multi-frequency
AdVanced RTK status	N/A
Solution age	0 second
Differential age	6 seconds
# of satellites	7
Used in solution	L1 L2 L5
	L1 L2
Solution Status	Computed

Fri Jan 11 14:16:45 1980 GMT  
Fri Jan 11 16:16:45 1980 Local

V3 - Console Window

```
[CON1] sbascontrol enable egnos 0 zerototw
sbascontrol enable egnos 0 zerototw
```

Tx Rx 42% 44 kb/s

пуск NovAtel CDU Total Commander 6.0... EN 16:19

V3 - Dilution of Precision (DOP)

HDOP	PDOP	VDOP	TDOP	GDOP
1.000	1.956	1.681	0.991	2.193

V3 - GPS Tracking Channel Status

Signal/Noise Ratio (GPS)

PRN	32	11	20	14	31	17	23	19	2	10	11	12	13	14	15	
Ch.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Legend: L1C (Cyan), L2P(Y) (Magenta), SBAS (Purple)

Good (>45) Average (>35) Poor (<35)

V3 - Constellation

No SV selected

7/8 (USA) 0/7 (Russia)

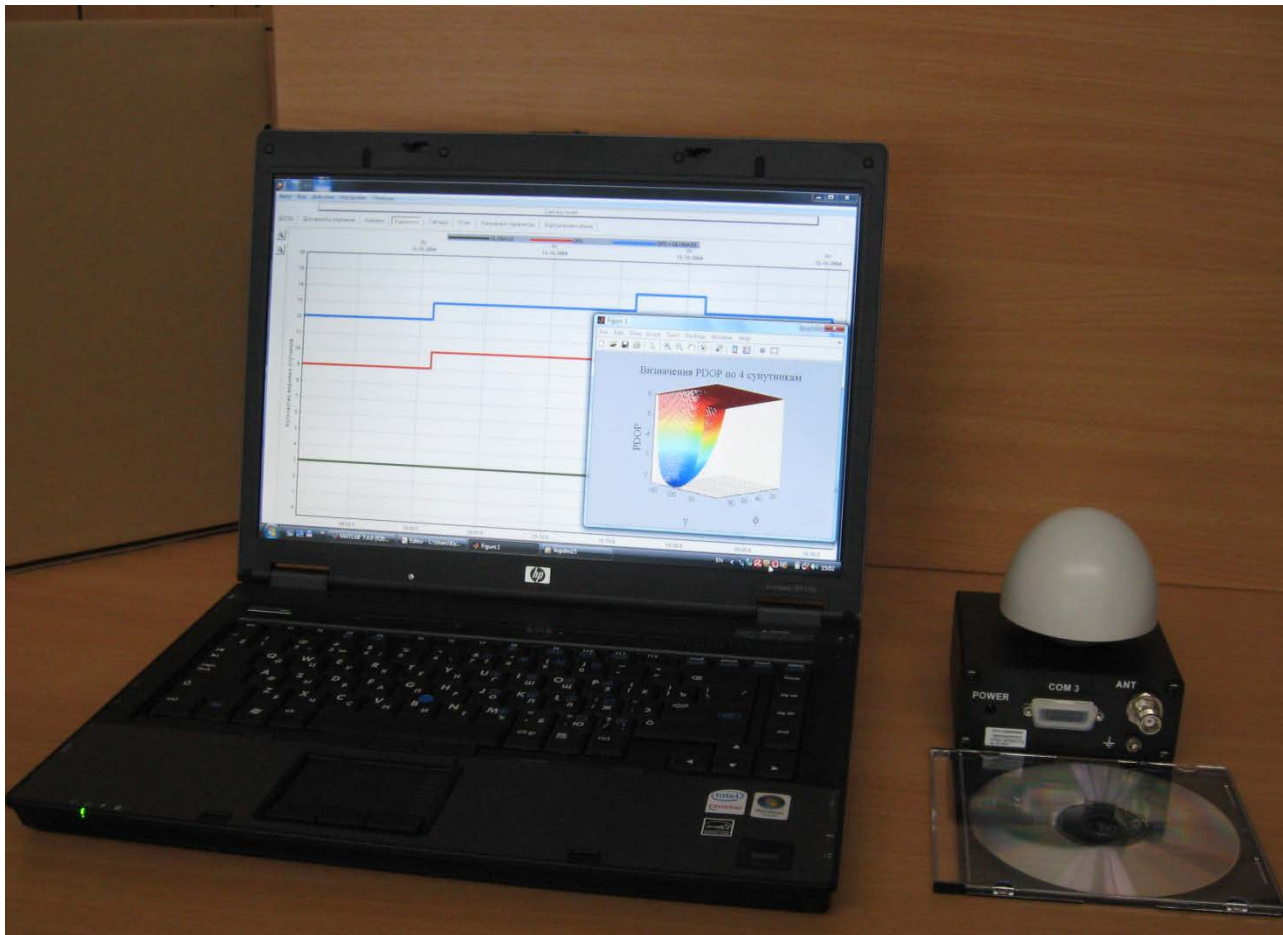
SV: SBAS 124 Status: Not used in solution



# РАБОТА В ЕДИНОЙ СЕТИ СИСТЕМЫ КНО УКРАИНЫ



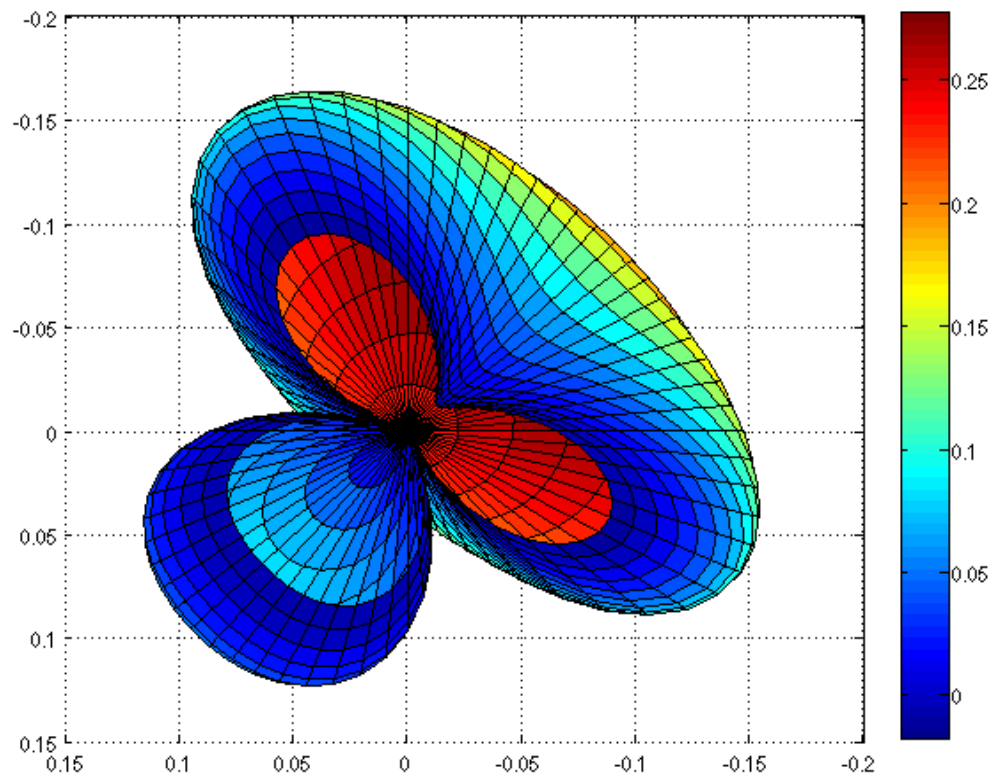
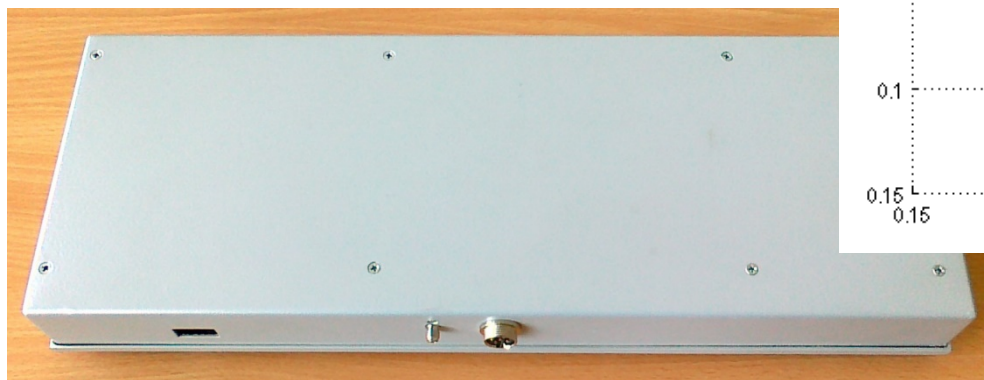
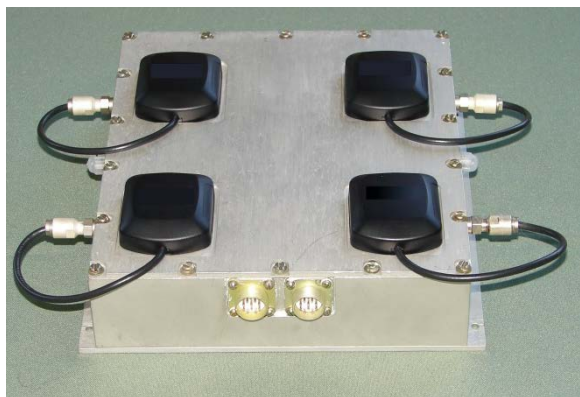
# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОСТУПНОСТИ СПУТНИКОВ ГЛОНАСС, GPS на маршруте воздушного судна



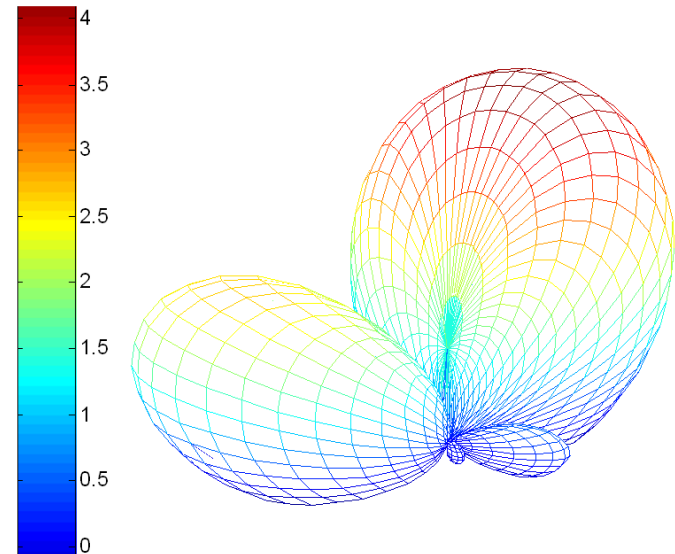
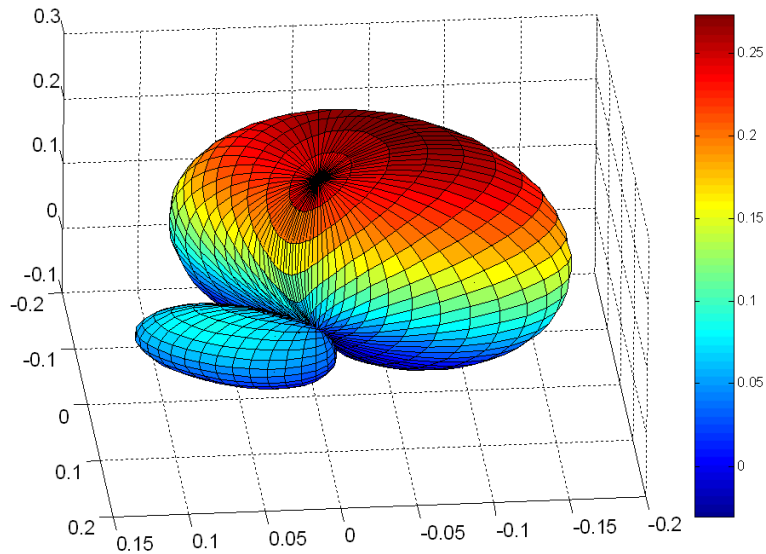
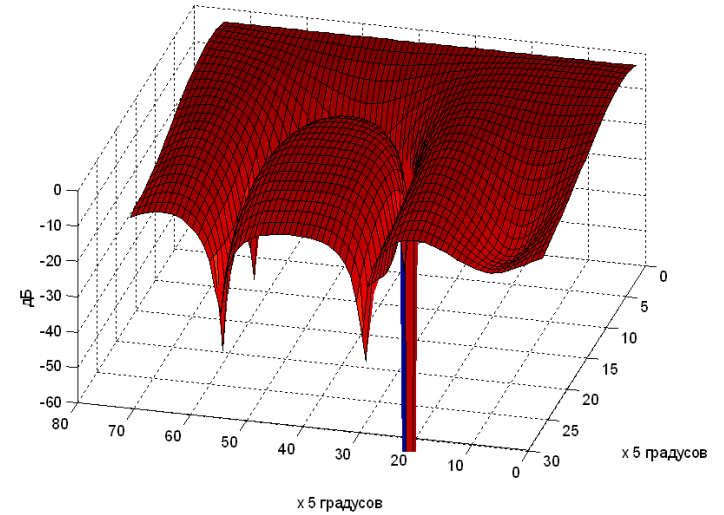
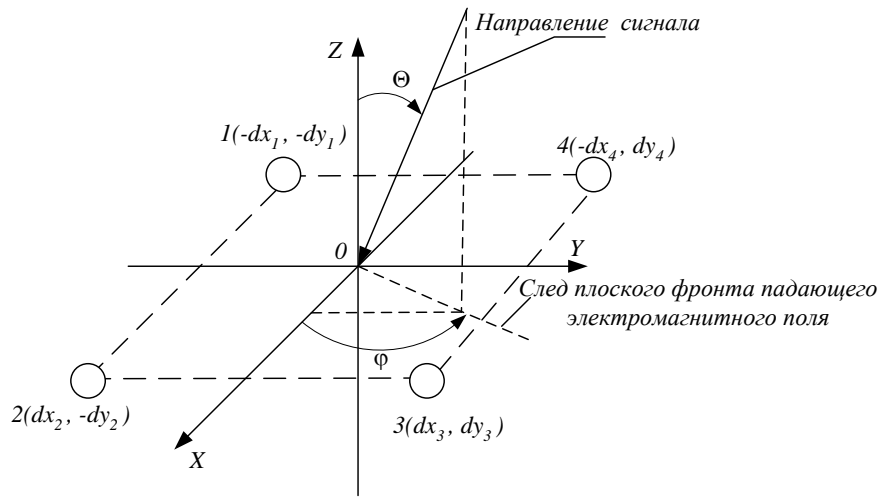




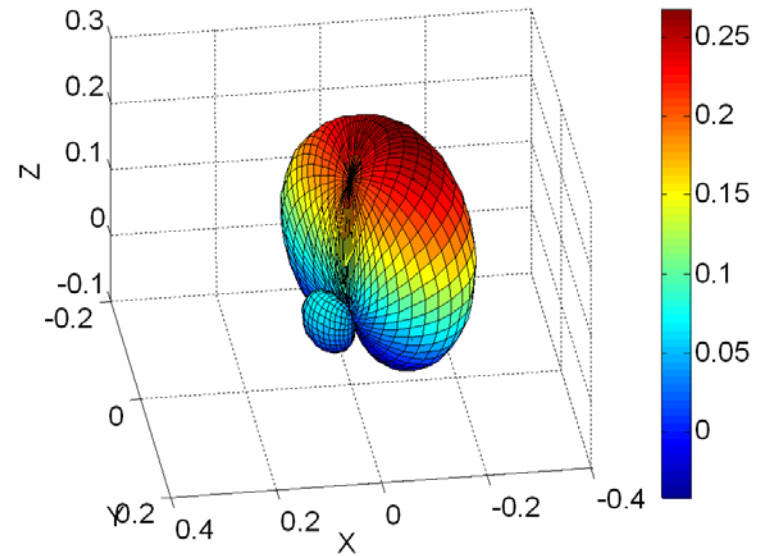
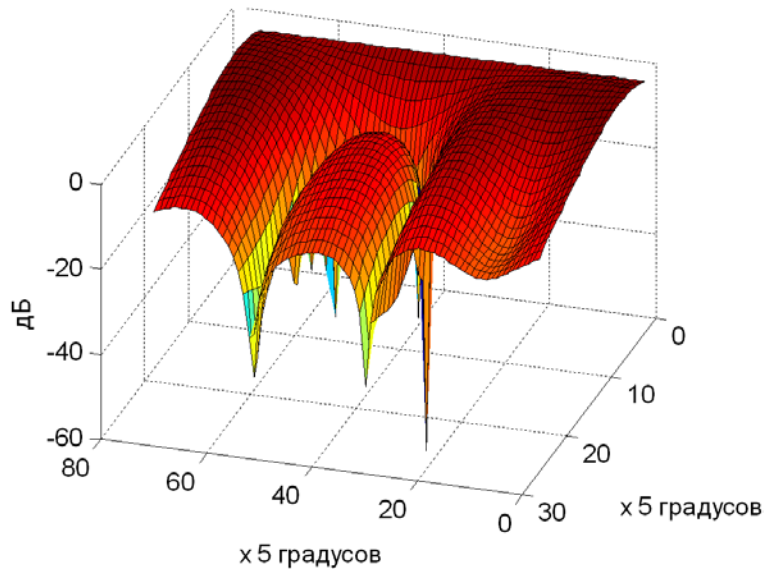
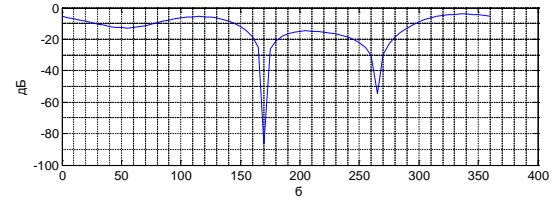
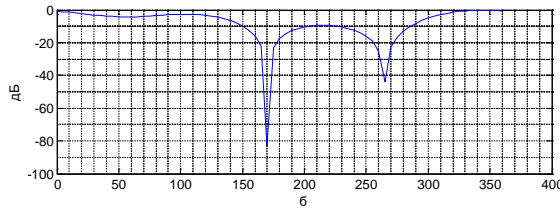
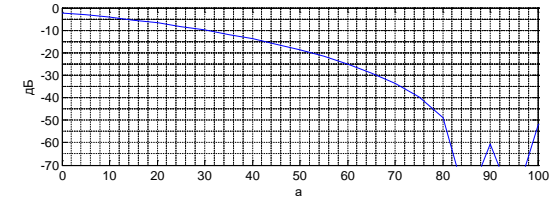
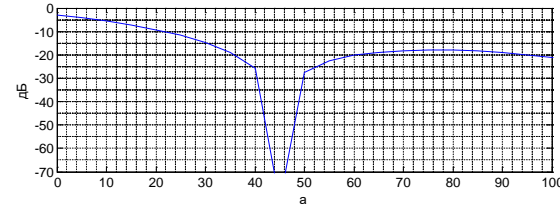
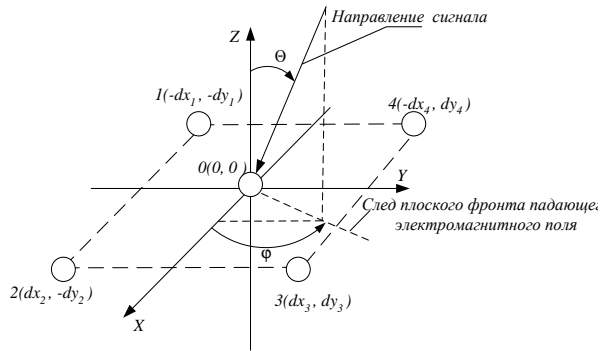
## Антенная система, адаптивная к помехам



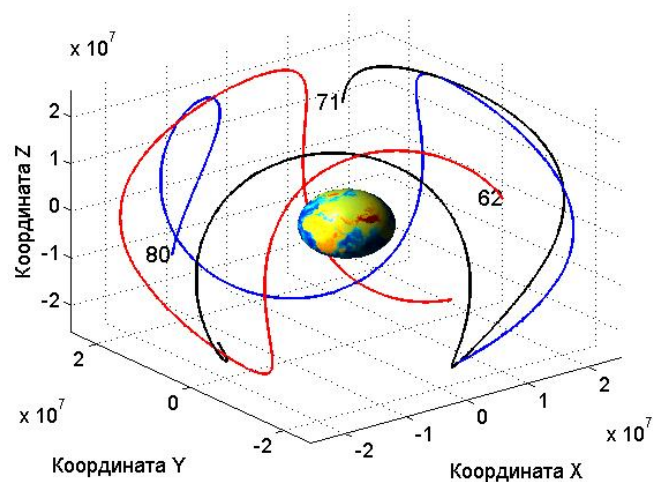
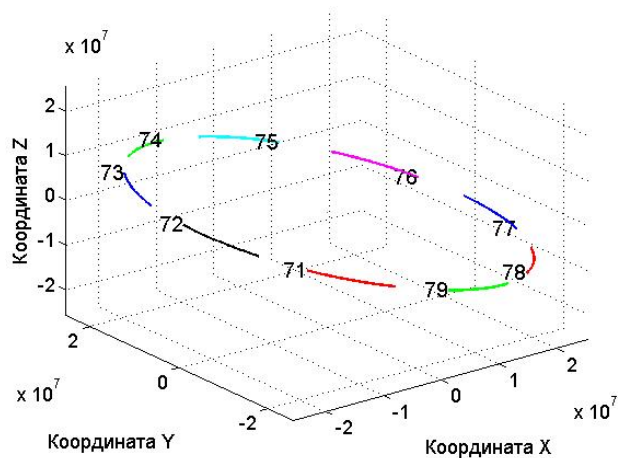
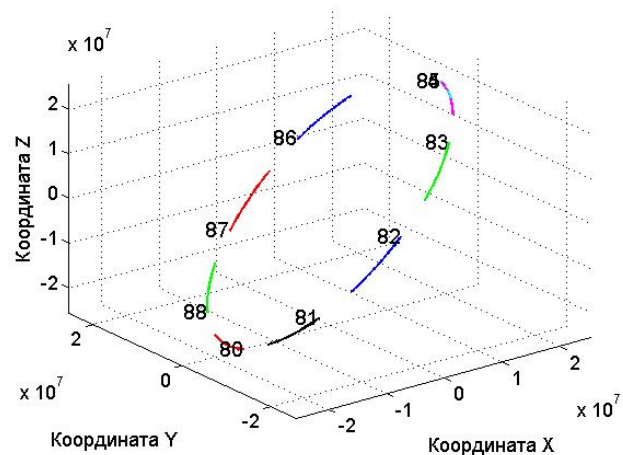
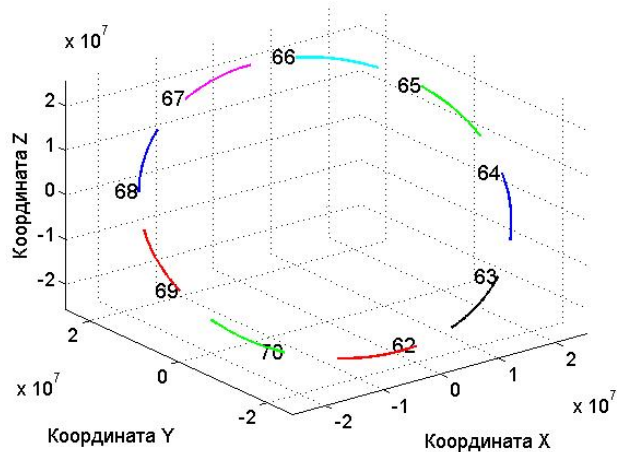
# ANTI-JAMMING BY THE ADAPTIVE ANTENNA ARRAY



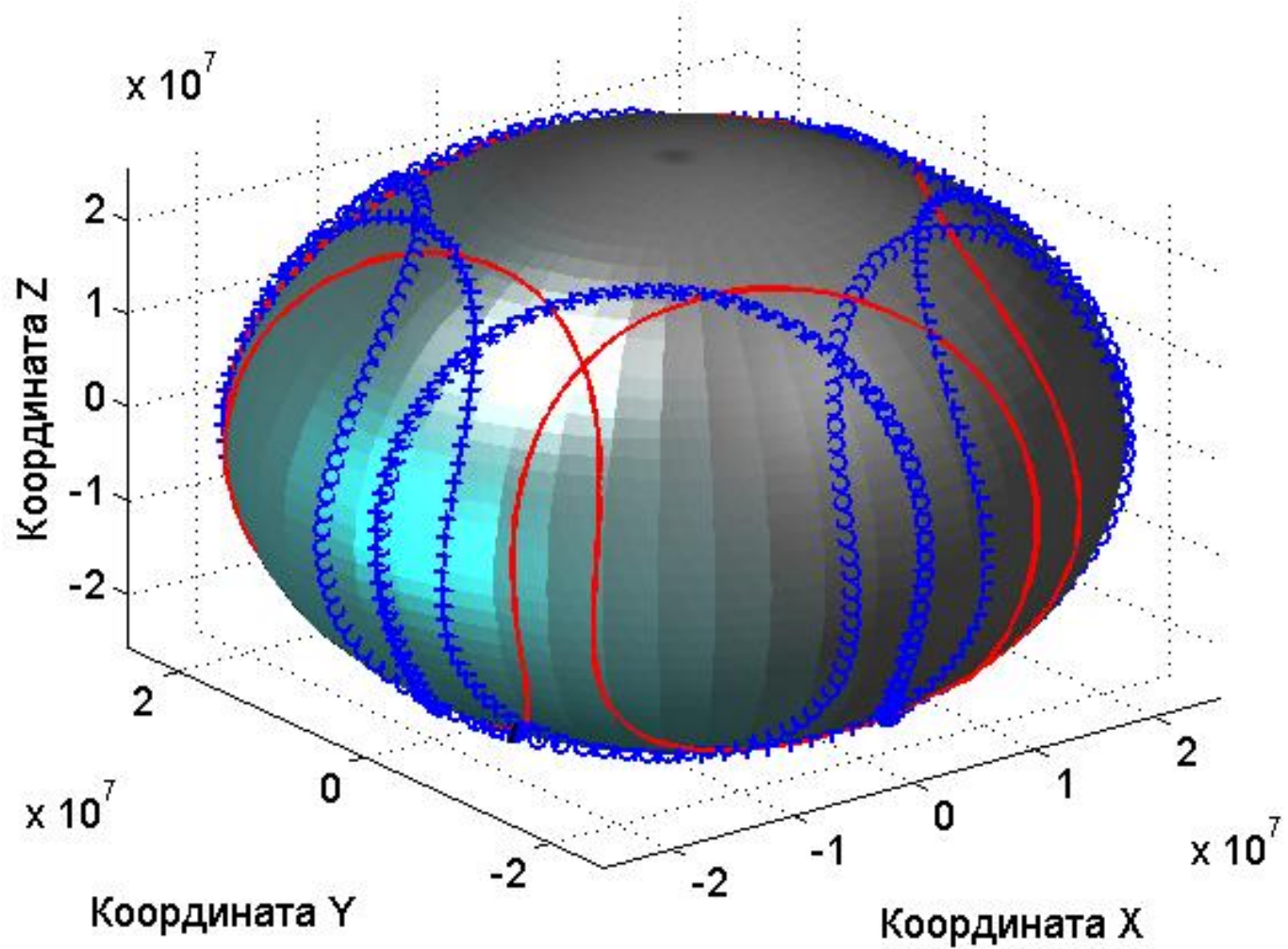
# ANTI-JAMMING BY THE ADAPTIVE ANTENNA ARRAY



# GALILEO (орбиты, моделирование)



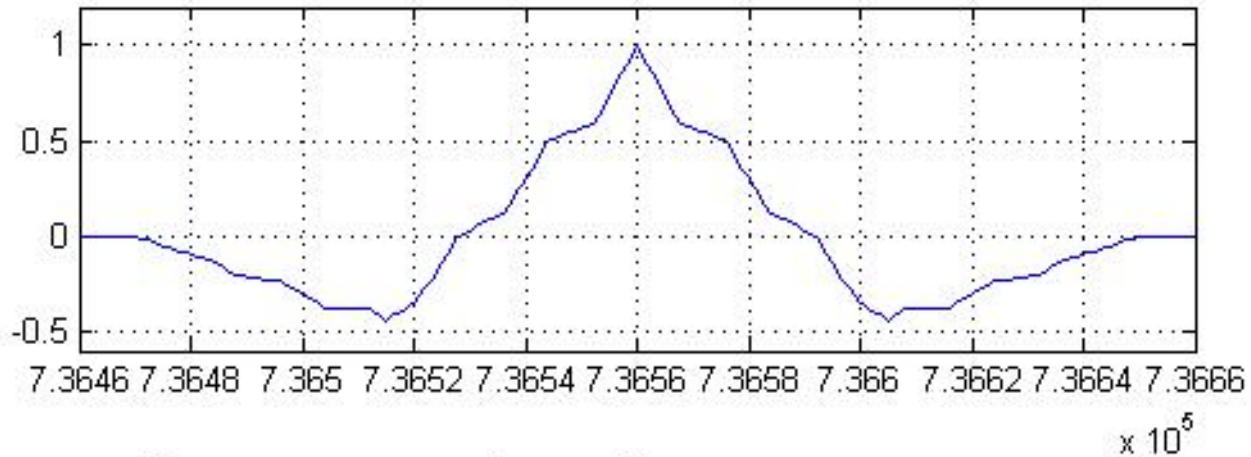
# GALILEO EPHEMERIS MODELS



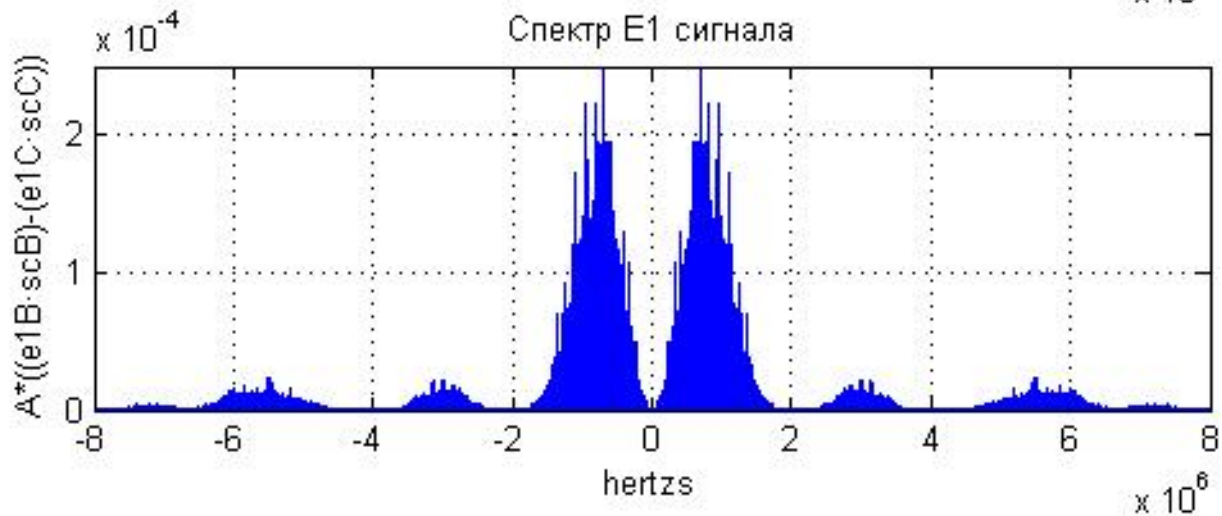


# GALILEO (сигналы, ВОС-модуляция, моделирование)

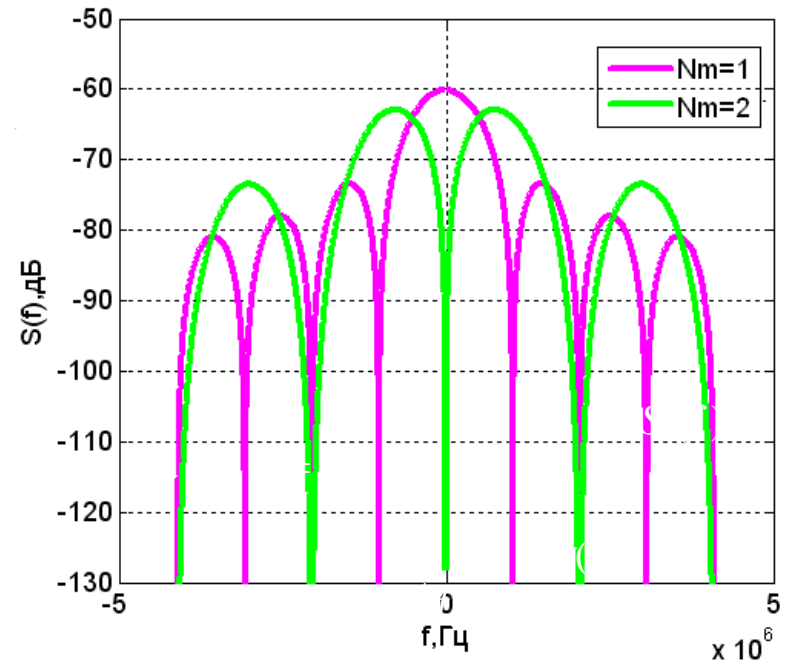
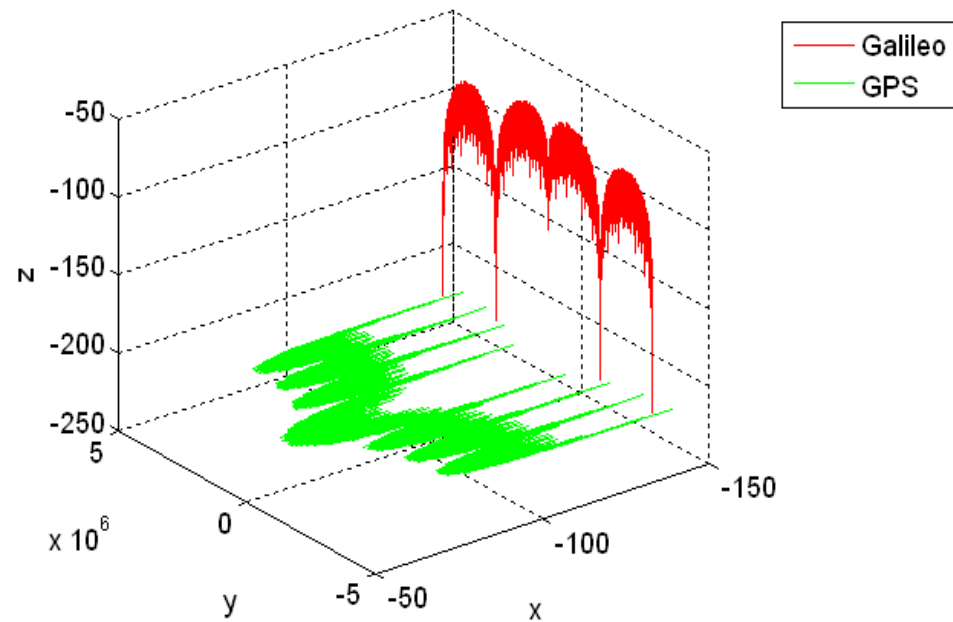
Автокорреляционная функция E1 сигнала



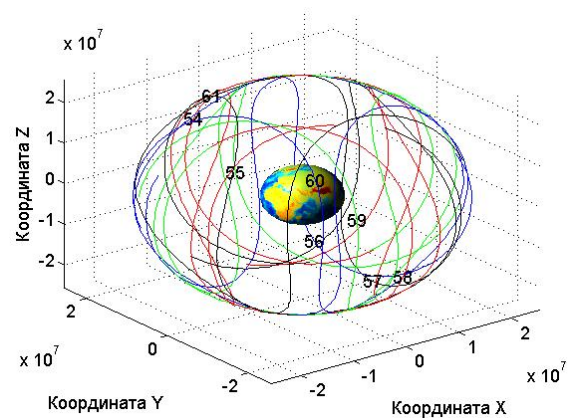
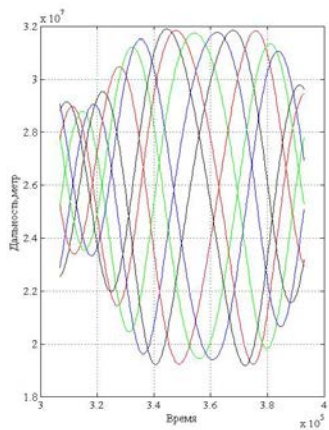
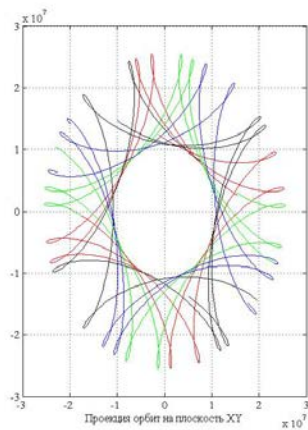
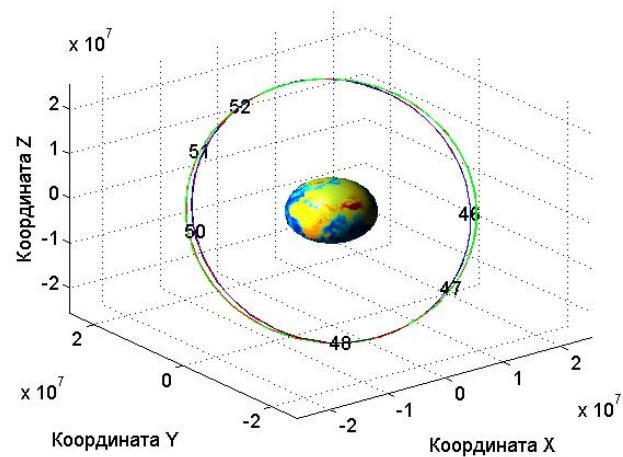
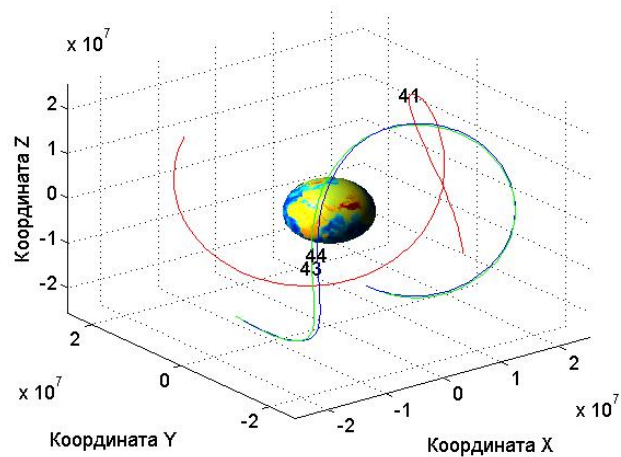
Спектр E1 сигнала



# СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ GALILEO и GPS моделирование



# GLONASS EPHEMERIS (моделирование)



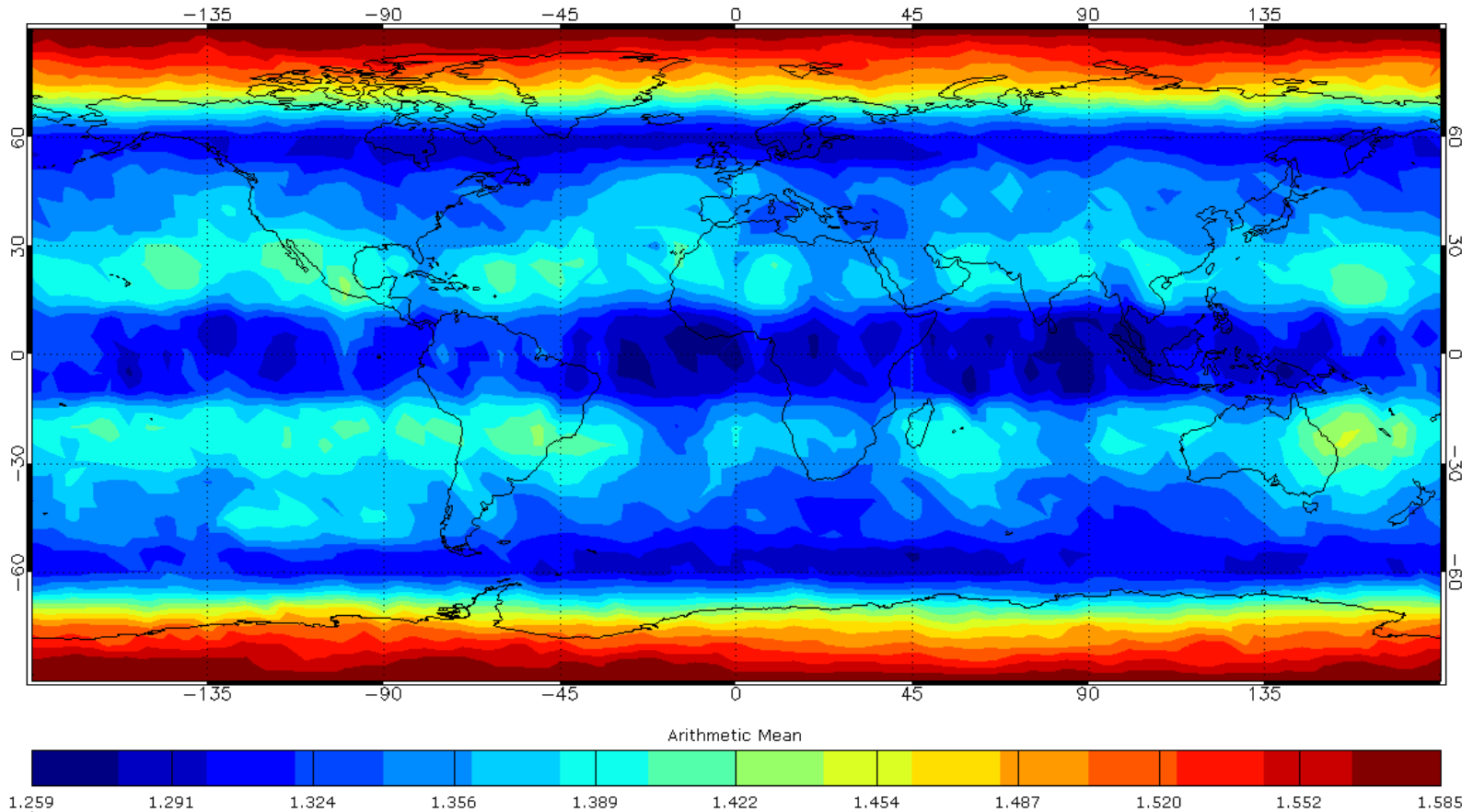


# GALILEO – геометрический фактор

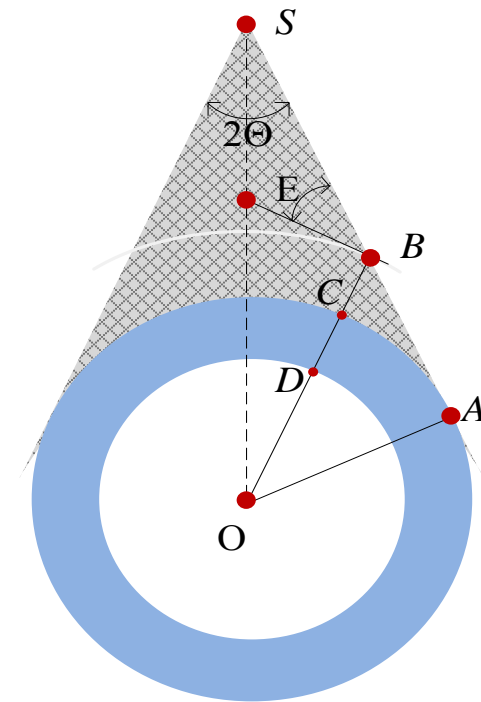
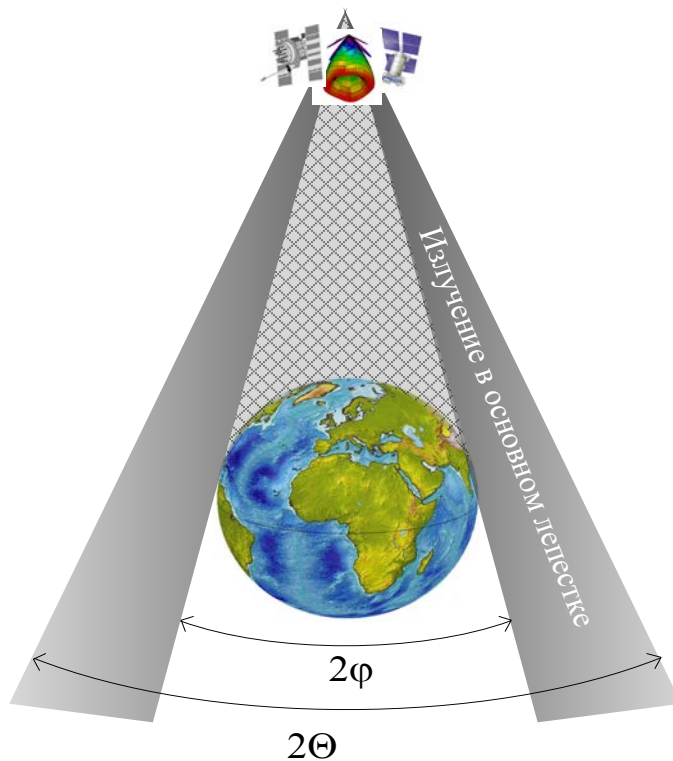
исследование программным комплексом GSSF

produced by  
**GSSF V2.1**

**statistics\_pDop\_Grid\_[1]**  
Statistics of Dilution of Precision (DOP) Data



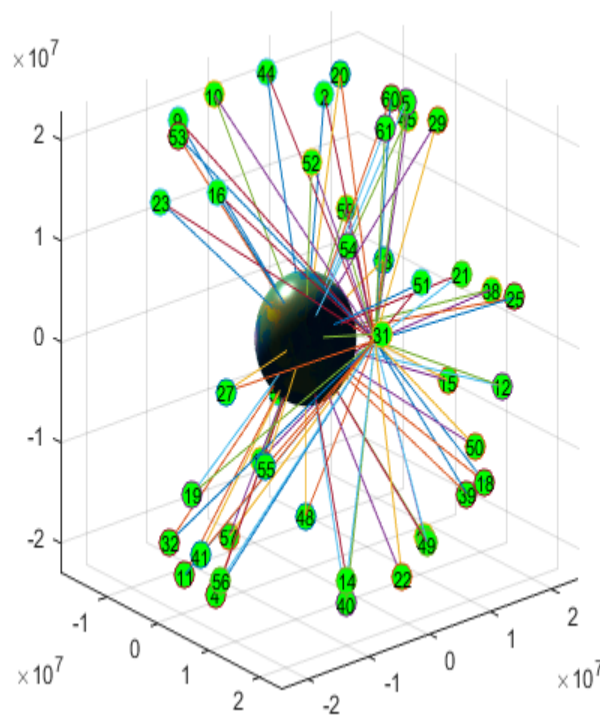
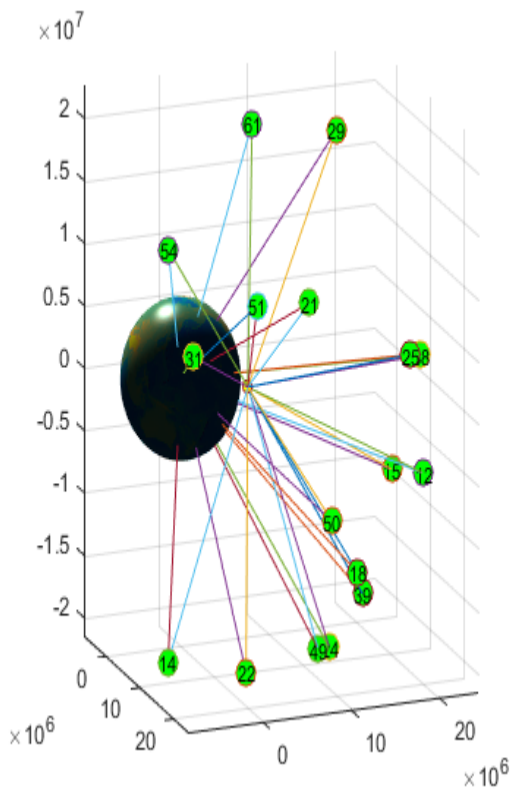
# Излучение антенны навигационного спутника в пределах основного лепестка диаграммы направленности



# Видимость спутников с низкой орбиты

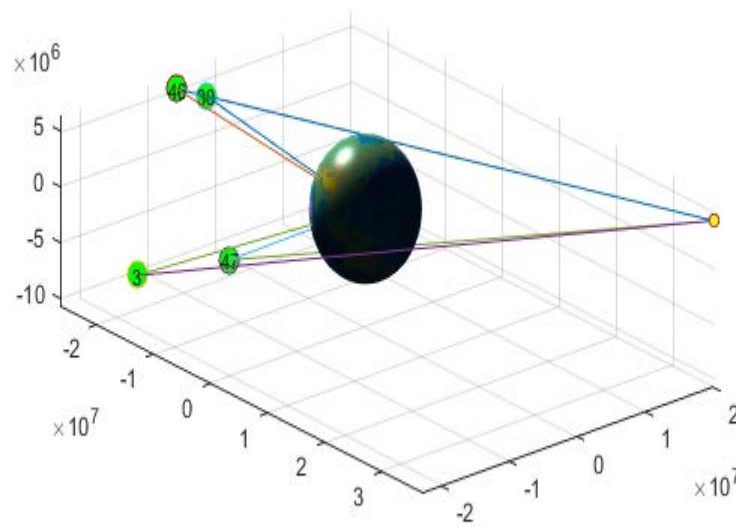
GPS + GLONASS

Загоризонтные спутники



# Видимость спутников с геостационарной орбиты

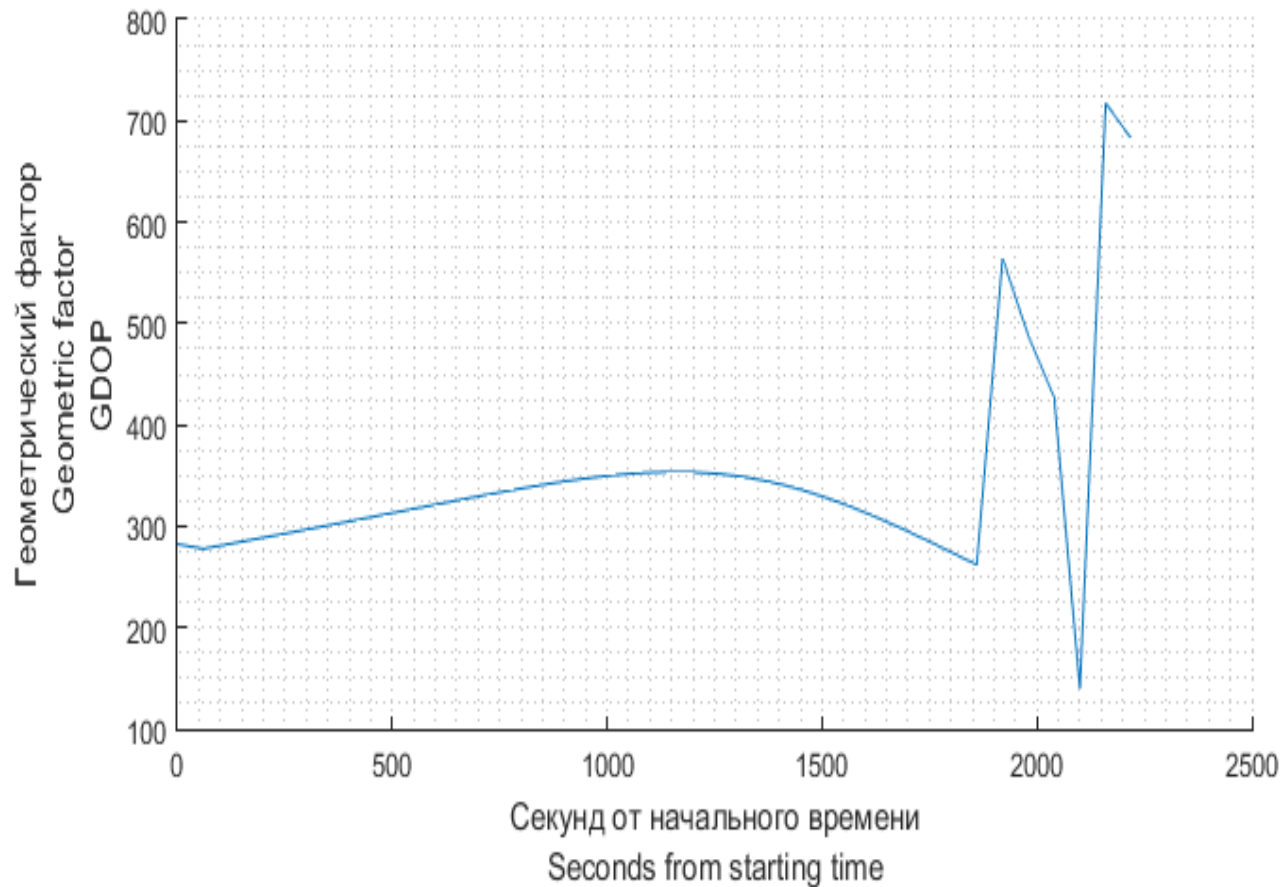
Загоризонтные спутники



**GPS + GLONASS**

# Видимость спутников с геостационарной орбиты

GPS + GLONASS



# Видимость спутников с геостационарной орбиты

	282.379	353.603	
	277.732	353.345	
	282.444	351.698	
	287.174	348.538	
	291.935	343.795	
	296.733	337.469	
Некоторые значения GDOP	301.576	329.635	
с шагом в минуту	306.465	320.436	
	311.394	310.075	<b>GPS + GLONASS</b>
	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	

# Видимость спутников с геостационарной орбиты

GPS + GLONASS

Значения DOP для  
данного момента  
времени

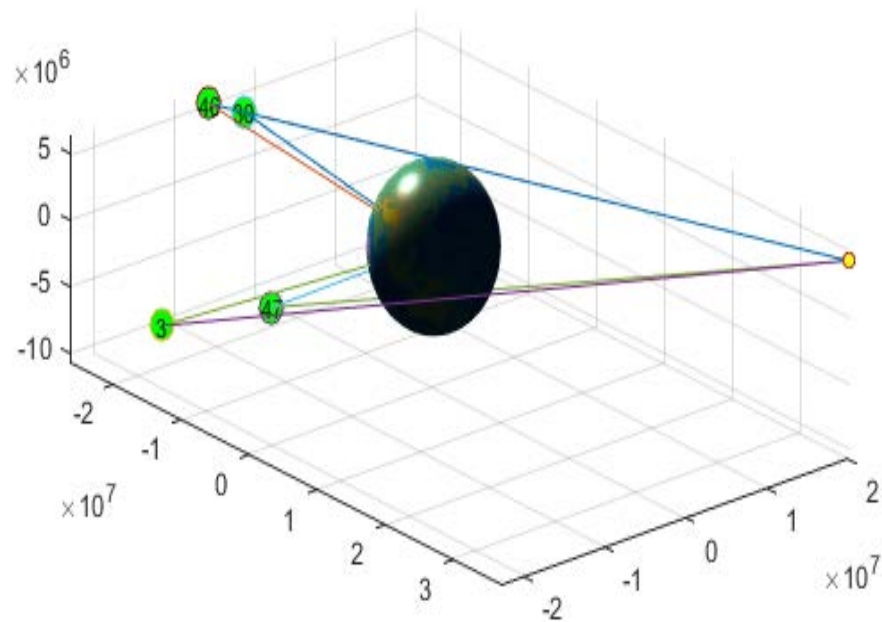
GDOP  
282.379

PDOP  
201.682

HDOP  
9.612

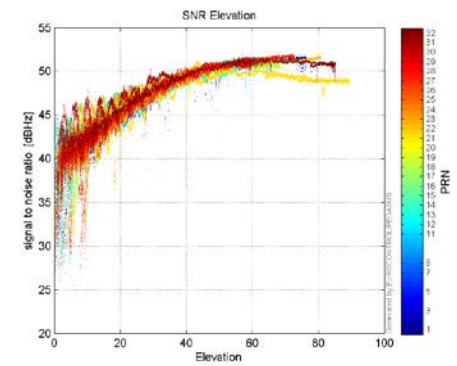
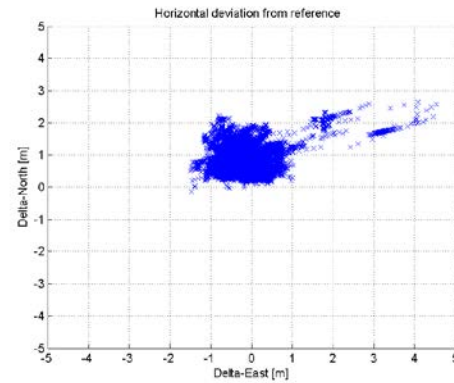
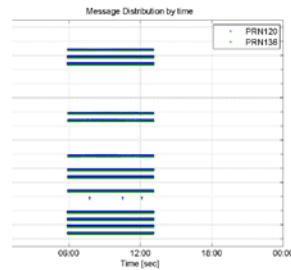
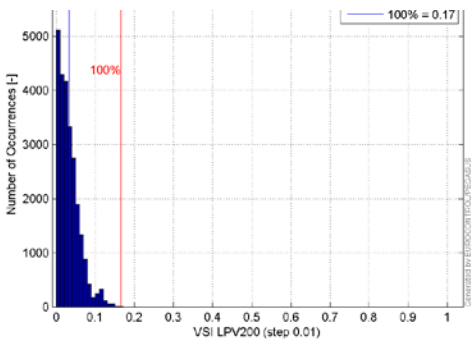
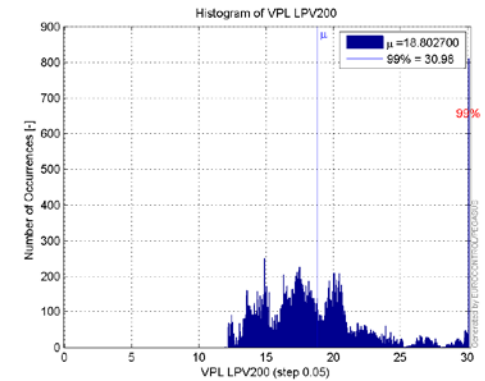
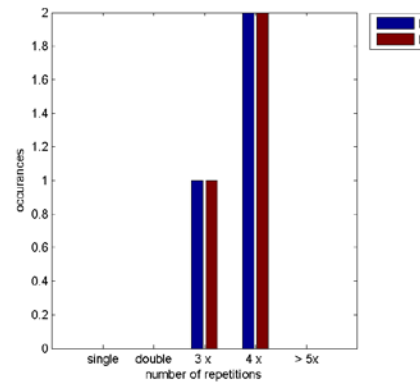
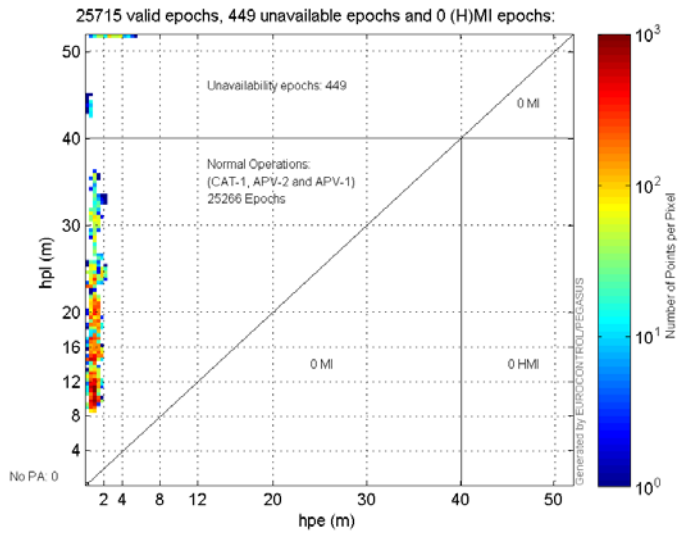
VDOP  
201.453

TDOP  
197.642



# Горизонт 2020 –EGNOS в Украине (мониторинг EGNOS)

## НУЦ «Аэрокосмический центр»-кафедра АНС







ИСПЫТАНИЯ  
ЗИМОЙ И ЛЕТОМ

# ИСПЫТАНИЯ зимой





# ИСПЫТАНИЯ зимой



# Просвещение населения





# TEXTBOOK





УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ФАЗИРОВАННЫХ  
АНТЕННЫХ РЕШЕТОК



Москва 2003

В. П. БАБАК  
В. В. КОНИН  
В. П. ХАРЧЕНКО

*Спутникова*

РАДИО-  
НАВИГАЦІЯ



**СПАСИБО за ВНИМАНИЕ**