



***Особенности СРНС ГЛОНАСС,
GPS, Galileo, Бэйдоу.***

SRNS.RU

Преподаватель:

Шатилов Александр

ShatilovAY@mpei.ru

Информация: **<http://srns.ru>** -> Курс радионавигации



Литература

1. Шатилов А.Ю. Характеристики радиосигналов глобальных спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Beidou и функциональных дополнений SBAS. Учеб. пособие для вузов. – М.: МЭИ, 2016, 36 с.
2. Интерфейсные контрольные документы систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу. (интернет, по ссылкам на странице курса)
3. Википедия, Навипедия.
4. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования/ под ред. А.И.Перова, В.Н.Харисова. – М.:Радиотехника, 2010.

Web-страница курса:

<https://www.srns.ru/wiki/Особенности>

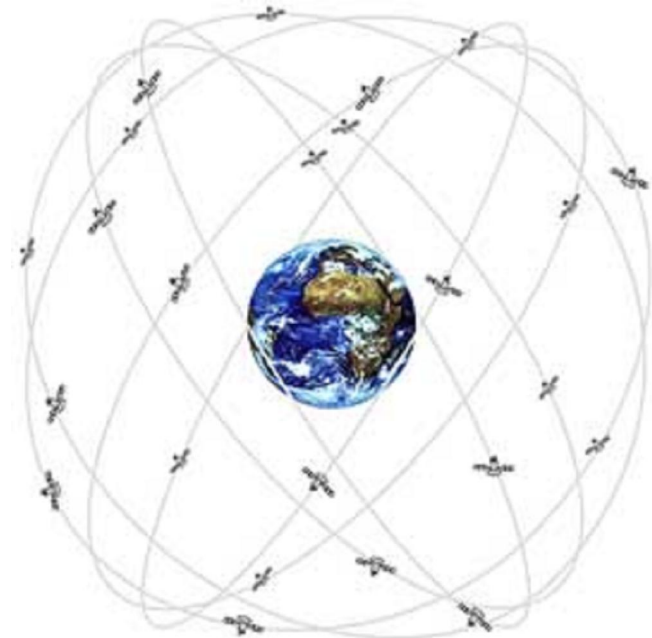
[СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo \(дисциплина\)](#)



Лекция 1.

Особенности построения орбитальных группировок СРНС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу.

- Орбитальной группировкой называют совокупность всех КА СРНС.
- Особенности построения орбитальной группировки – это сведения о количестве НКА, их орбитах и взаимном расположении.



На что влияет построение орбитальной группировки?

- На зону покрытия. В каждой точке земного шара в каждый момент времени должно быть видимо не менее 4-х НКА. (Это необходимое условие для навигации.)
- На точность определения координат (геометрический фактор). Сигналы должны идти со всех направлений. Идеальная ситуация – когда приемник находится внутри сферы из спутников.

Орбитальные параметры группировок ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Бэйдоу

Тип орбиты – круговая для всех НКА всех систем.

| Система/параметр | ГЛОНАСС | GPS | Galileo | Бэйдоу |
|--|-------------|-------------|------------|-------------------------------------|
| Высота орбит НКА | 19100 км | 20145 км | 23230 км | 21528 / 35786 км (MEO/GEO, IGSO) |
| Период обращения спутников | 11 ч 16 мин | 11 ч 57 мин | 14 ч 5 мин | 12 ч 53 мин (MEO) |
| Общее количество НКА | 24 | 32 | 24 + 6 рез | 24 MEO + 3 GEO + 3 IGSO |
| Количество орбитальных плоскостей | 3 | 6 | 3 | 3 (MEO) |
| Количество НКА в орбитальной плоскости | 8 | 4...6 | 8 + 2 рез | 8 (MEO) |
| Наклонение орбит | 64,8±0,3° | 55° | 56° | 55° (MEO, IGSO) |

* MEO – Medium Earth Orbit
 IGSO – Inclined GeoSynchronous Orbit
 GEO – Geostationary Earth Orbit

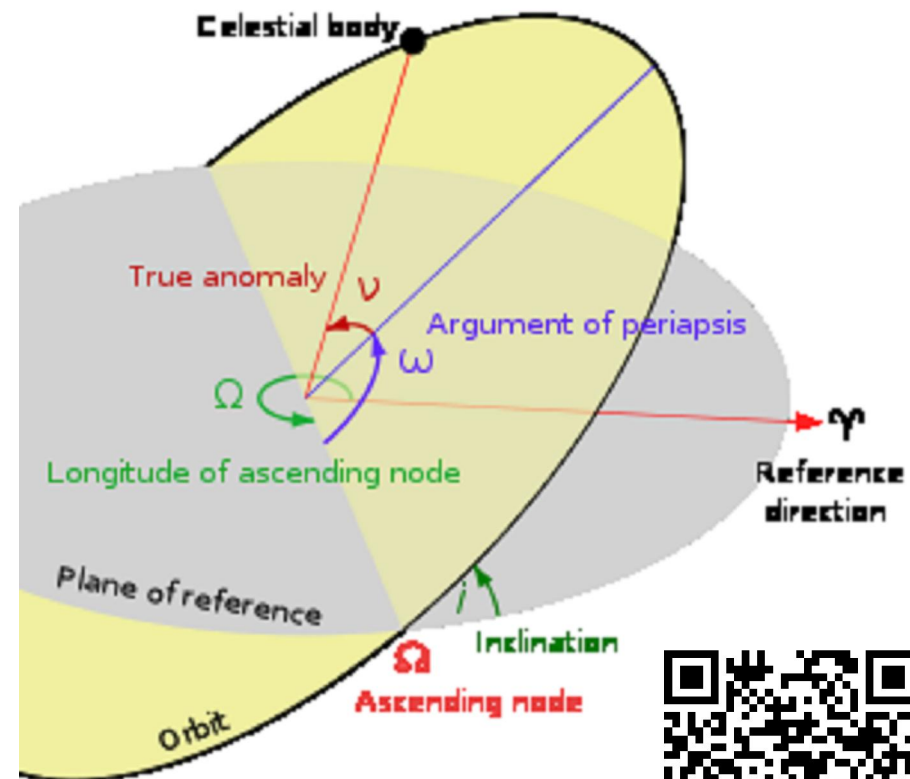
Распределение НКА ГЛОНАСС по орбитальным плоскостям



*В техническом жаргоне «Номер НКА» - это номер рабочей точки

Параметры орбиты НКА (элементы Кеплера)

- Большая полуось (A), или драконический период ($T_{др}$)
- Эксцентриситет (ϵ)
- Наклонение (i)
- Долгота восходящего узла (Ω)
- Аргумент перигея (ω)
- Истинная аномалия (ν)



https://ru.wikipedia.org/wiki/Кеплеровы_элементы_орбиты

Альманах системы

Альманах системы содержит информацию об орбитальных параметрах всех НКА (для грубого расчета положения НКА), а также служебную информацию о исправности НКА и смещении БШВ относительно ШВС.

Альманах обновляется с периодичностью 0,5 дн. ...1 мес.

Источники альманаха:

- радионавигационный сигнал (каждый НКА передает альманах для каждого НКА);
- интернет.

ГЛОНАСС, GPS: <ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/ALMANAC/>

GPS (USCG): <http://www.navcen.uscg.gov/>

Galileo (ESA): <http://www.gsc-europa.eu/system-status/almanac-data>

Параметры альманахов

ГЛОНАСС

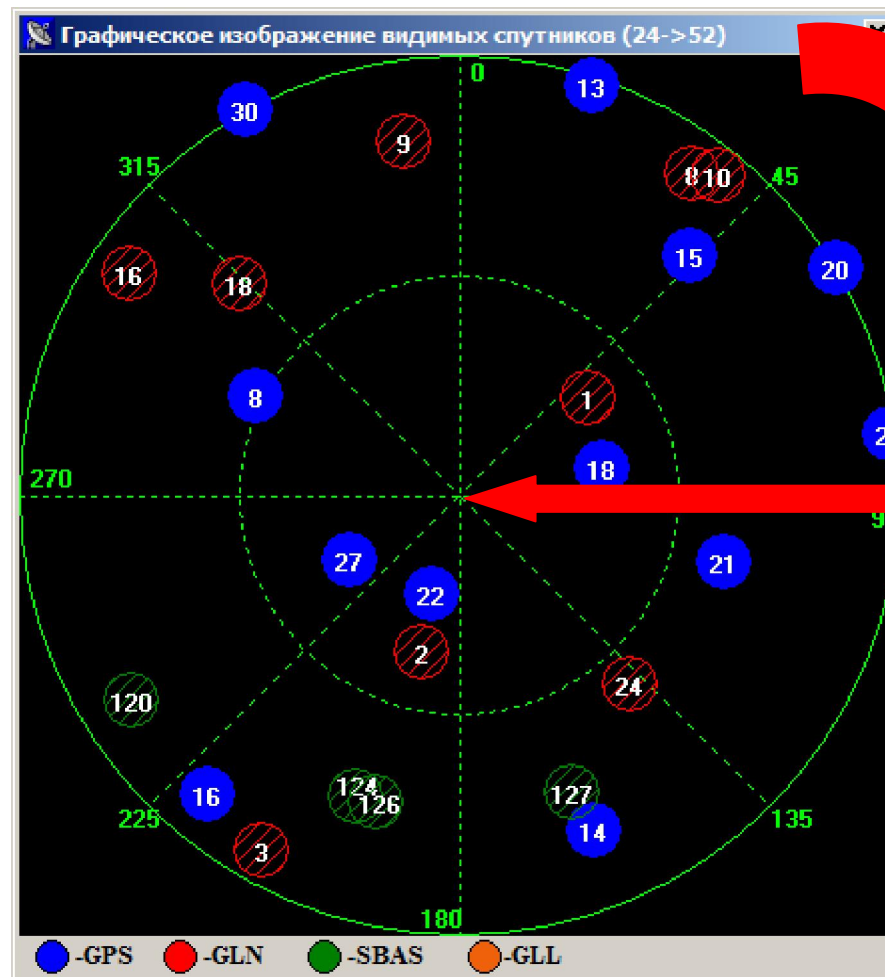
- номер КА (рабочая точка)
- номер частотного слота (-7 - 24);
- опорное время альманаха;
- время прохождения первого восходящего узла орбиты;
- долгота восходящего узла;
- поправка к среднему наклонению орбиты;
- аргумент перигея;
- эксцентриситет;
- поправка к драконическому периоду;
- поправка к скорости изменения драконического периода;
- поправки БШВ;
- признак исправности.

-GPS, Galileo, Бэйдоу

- номер КА (рабочая точка, № ПСП дальномерного кода)
- опорное время альманаха;
- средняя аномалия;
- долгота восходящего узла;
- наклонение орбиты;
- аргумент перигея;
- эксцентриситет;
- корень из большой полуоси орбиты;
- скорость изменения долготы восходящего узла;
- поправки БШВ;
- признак исправности.

Sky View

НАП по данным альманаха рассчитывает положение спутников на небосклоне (азимут – угол места), а клиентская программа их отображает.



Азимут

Угол места

Информационные ресурсы по состоянию группировок



ГЛОНАСС: <https://www.glonass-iac.ru/>



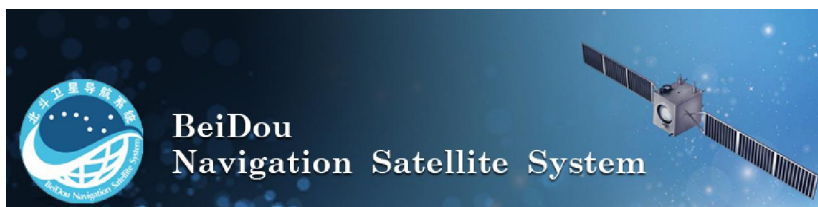
ГЛОНАСС, GPS: <http://www.sdcm.ru/>



GPS: <http://www.navcen.uscg.gov/>



Galileo: <http://www.gsc-europa.eu/>



BeiDou:
<http://en.beidou.gov.cn/>

Непрерывная модернизация СРНС - ГЛОНАСС

| Устаревшие НКА | | Перспективные НКА | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|--------------|----------------|----------|-------------------|------------------------|-------------------|-------|--------|
|  |  |  |  <table border="1"><tr><td>Производство</td></tr><tr><td>Предназначение</td></tr><tr><td>Оператор</td></tr><tr><td>Конструкторское Б</td></tr><tr><td>Система электропитания</td></tr><tr><td>Срок эксплуатации</td></tr><tr><td>Масса</td></tr><tr><td>Орбита</td></tr></table> | Производство | Предназначение | Оператор | Конструкторское Б | Система электропитания | Срок эксплуатации | Масса | Орбита |
| Производство | | | | | | | | | | | |
| Предназначение | | | | | | | | | | | |
| Оператор | | | | | | | | | | | |
| Конструкторское Б | | | | | | | | | | | |
| Система электропитания | | | | | | | | | | | |
| Срок эксплуатации | | | | | | | | | | | |
| Масса | | | | | | | | | | | |
| Орбита | | | | | | | | | | | |
| ГЛОНАСС | ГЛОНАСС-М | ГЛОНАСС-К | ГЛОНАСС-К2 | | | | | | | | |

0

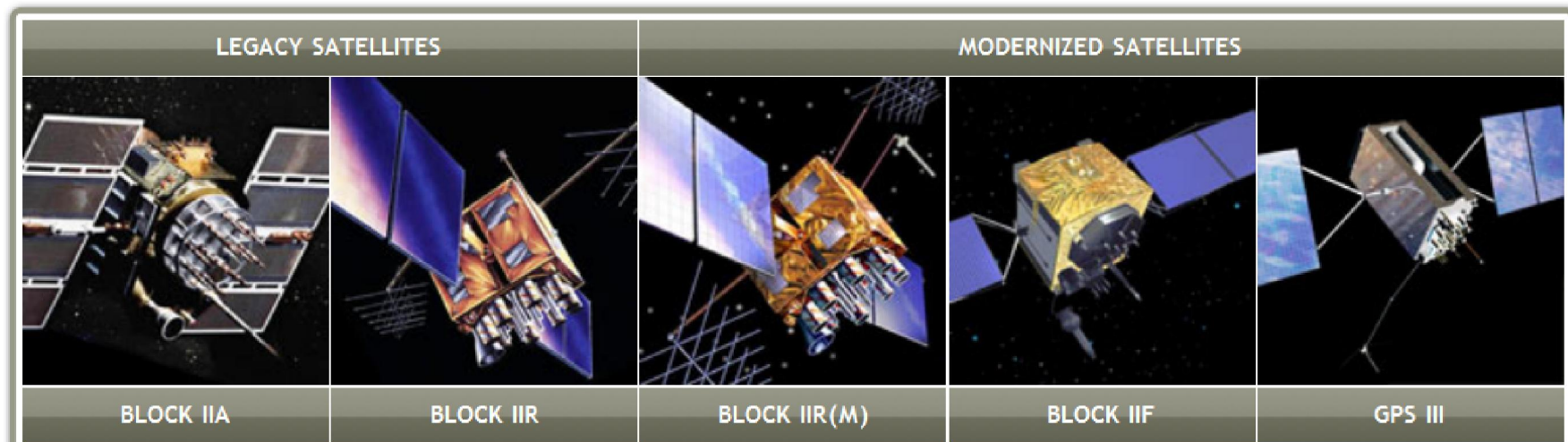
17

5

0

(на февраль 2021 г.)

Непрерывная модернизация СРНС - GPS



0

8

7

12

4

(на февраль 2021 г.)

Непрерывная модернизация СРНС - Galileo



Непрерывная модернизация 北斗卫星导航系统 (Бэйдоу)



**BeiDou-1 (2000-2003 г.г.)
- 3 GEO**

**BeiDou-2 (2004-2012 г.г.)
- 5 GEO + 5 IGSO + 4 MEO**

**BeiDou-3 (2009г + ...)
- 3 GEO + 3 IGSO + 24 MEO**

На февраль 2021 г.:

- 7 GEO (5 BeiDou-2 + 2 BeiDou-3)**
- 10 IGSO (7 BeiDou-2 + 3 BeiDou-3)**
- 27 MEO (3 BeiDou-2 + 24 BeiDou-3)**