

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МЭИ»**

ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

КАФЕДРА РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**АППАРАТУРА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ
СИСТЕМ**

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

ФИО СТУДЕНТА: ПОТРИКЕЕВА А.А.

ГРУППА: _ЭР-15-15_____

ВАРИАНТ №: __ 13_ _____

ДАТА: _____

ПОДПИСЬ: _____

ФИО ПРЕПОДАВАТЕЛЯ: КОРОГОДИН И.В.

ОЦЕНКА: _____

МОСКВА, 2020 Г.

Оглавление

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Техническое задание на курсовой проект | 3 |
| 2 | Этап 1. Использование сторонних средств | 4 |
| 2.1 | Использование программы RTKNAVI из пакета RTKLIB | 5 |
| 2.2 | Использование программы RTKCONV из пакета RTKLIB | 8 |
| 2.3 | Использование ресурса Trimble GNSS Planning Online | 10 |

1 Техническое задание на курсовой проект

Техническая цель - добавление в программное обеспечение приемника функции расчета положения спутника ГЛОНАСС на заданное время по данным его эфемерид.

Для достижения цели выполняется ряд задач:

- обработка данных от приемника ГНСС в RTKLIB для проверки входных данных и формирования проверочных значений;
- обработка данных и моделирование в Matlab/Python для эскизного проектирования модуля;
- реализация программного модуля на C/C++, включая юнит-тестирование в Check.

Требования:

- отсутствие утечек памяти;
- малое время выполнения;
- низкий расход памяти;
- корректное выполнение при аномальных входных данных.

Среда взаимодействия:

- Взаимодействие осуществляется через github .

Курсовой проект разбит на три этапа, отличающиеся осваиваемыми инструментами.

Конечная цель проекта - получить библиотечные функции на Си++, позволяющие рассчитывать положение спутника ГЛОНАСС по эфемеридам.

2 Этап 1. Использование сторонних средств

На крыше корпуса Е МЭИ установлена трехдиапазонная антенна Harxon HX-CSX601A. Она через 50-метровый кабель, сплиттер, bias-tee и усилитель подключена к трем навигационным приемникам:

- Javad Lexon LGDD,
- SwiftNavigation Piksi Multi,
- Clonicus разработки ЛНС МЭИ.

Приемники осуществляют первичную обработку сигналов, выдавая по интерфейсам соответствующие потоки данных - наблюдения псевдодальностей и эфемериды спутников. В этом году вы будете обрабатывать данные от приемника Clonicus, представленные в бинарном виде в формате NVS BINR.

На этом этапе мы получаем входные данные для этой функции - сами эфемериды.

Для этого воспользуемся пакетом RTKLIB, в состав которого входит парсер формата NVS BINR и удобные средства отображения данных.

RTKLIB - это программный пакет с открытым исходным кодом для стандартного и точного позиционирования с ГНСС. RTKLIB состоит из переносимой библиотеки программ и нескольких точек доступа (приложение

программы) с использованием библиотеки. Особенности RTKLIB:

- Он поддерживает стандартные и точные алгоритмы позиционирования с GPS ,ГЛОНАСС , Galileo , QZSS , BeiDou и SBAS ;
- Он поддерживает различные режимы позиционирования с GNSS как в режиме реального времени, так и в режиме пост-обработки.
- Он поддерживает множество стандартных форматов и протоколов для GNSS (RINEX /OBS / NAV / GNAV / HNAV / LNAV / QNAV и т.д.).

Скачиваем RTKLIB с официального сайта <http://www.rtklib.com>.

2.1 Использование программы RTKNAVI из пакета RTKLIB

Используем программу RTKNAVI для того, чтобы вывести таблицу эфемерид. Для этого либо выбираем в `save_dir\rtklib_2.4.2\bin` `rtklaunch.exe`, после чего видим окно показанное на рисунке 1 и выбираем в нем RTKNAVI, или в той же директории сразу выбираем `rtknavi.exe` и сразу видим основное окно RTKNAVI (рис. 2)

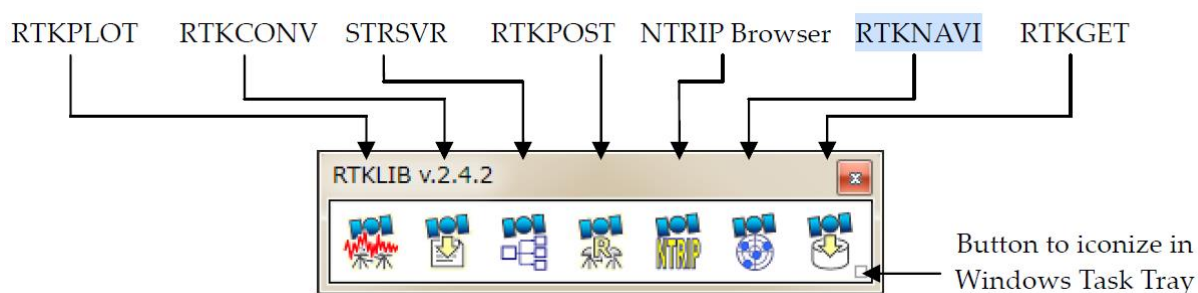


Рисунок 1 – Окно выбора программ из пакета RTKLIB

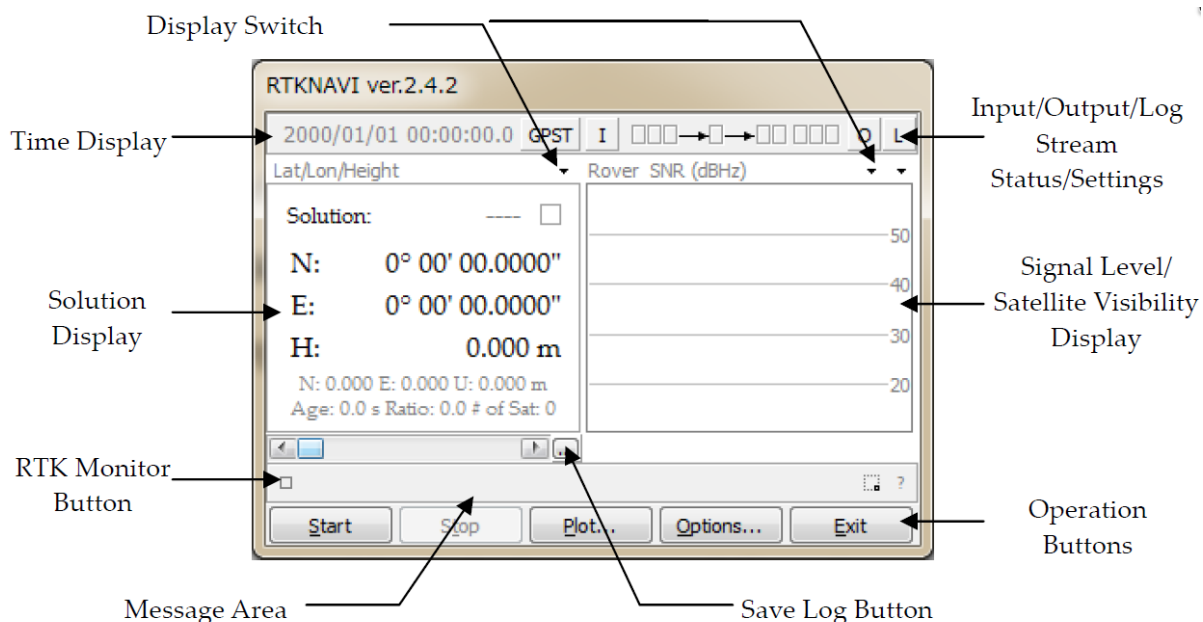


Рисунок 2 – Основное окно программы RTKNAVI

Программа RTKNAVI позволяет вывести таблицу текущих и предыдущих эфемерид. Для этого открываем вкладку RTK Monitor (рис. 3) и

выбираем во всплывающем окне Nav GLONASS. Однако если сразу попытаться это сделать, то все параметры для спутников будут нулевыми (рис. 4). Это обуславливается тем, что мы не задали файл с сырыми измерениями.

| RTK | Value |
|---|---|
| RTK | 2.4.2 |
| Obs Data | 1172 |
| Nav GPS | Stop |
| Nav GLONASS | 10 |
| Nav Galileo | Kinematic |
| Nav QZSS | L1+L2 |
| Nav BeiDou | 15 |
| Nav GEO | 0,0,0,0,0,0,0,0 |
| Time/Iono | 0,0,0,0,0,0,0,0 |
| Streams | 0,0,0,0,0,0,0,0 |
| Sat GPS | 0,0,0,0,0,0,0,0 |
| Sat GLONASS | 0,0,0,0,0,0,0,0 |
| Sat Galileo | 0,0,0,0,0,0,0,0 |
| Sat QZSS | 0,0,0,0,0,0,0,0 |
| Sat BeiDou | OFF,OFF |
| Sat GEO | Broadcast,Saastamoinen |
| States | Broadcast |
| Covariance | GLONASS |
| SBAS Msgs | 00:00:00.0 |
| SBAS Long | 1 |
| SBAS Iono | 0 |
| SBAS Fast | 0,0,0 |
| RTCM Msgs | Obs(0),Nav(11),Gnav(56),Ion(0),Sbs(0),Pos(0),Dgps(0),Ssr(0),Lex(0),Err(0) |
| RTCM DGPS | Obs(0),Nav(0),Gnav(0),Ion(0),Sbs(0),Pos(0),Dgps(0),Ssr(0),Lex(0),Err(0) |
| RTCM SSR | Obs(0),Nav(0),Gnav(0),Ion(0),Sbs(0),Pos(0),Dgps(0),Ssr(0),Lex(0),Err(0) |
| LEX Msgs | - |
| LEX Eph/Clock | - |
| LEX Iono | 0.00000000 |
| Iono Correction | 0.000 |
| (1) Rover | 0.000 |
| (2) Base Station | 0 |
| (3) Correction | 0 |
| (4) Solution1 | 0.0,0.0,0.0,0.0 |
| (5) Solution2 | 3 |
| Error/Warning | 291 |
| Age of Differential (s) | 0.000,0.000,0.000 |
| Ratio for AR Validation | 0.00000000,0.00000000,0.000 |
| # of Satellites Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| # of Satellites Base/NRTK Station | 0.000,0.000,0.000 |
| # of Valid Satellites | 0.000,0.000,0.000 |
| GDOP/PDOP/HDOP/VDOP | 0.000,0.000,0.000 |
| # of Real Estimated States | 0.000,0.000,0.000 |
| # of All Estimated States | 0.000,0.000,0.000 |
| Pos X/Y/Z Single (m) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Lat/Lon/Height Single (deg,m) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Vel E/N/U (m/s) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Pos X/Y/Z Float (m) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Pos X/Y/Z Float Std (m) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Pos X/Y/Z Fixed (m) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Pos X/Y/Z Fixed Std (m) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Pos X/Y/Z (m) Base/NRTK Station | 0.000,0.000,21384.686 |
| Lat/Lon/Height (deg,m) Base/NRTK Station | 90.00000000,0.00000000,-6335367.628 |
| Vel E/N/U (m/s) Base/NRTK Station | 0.000,0.000,0.000 |
| Antenna Type Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Ant Phase Center L1 E/N/U (m) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Ant Phase Center L2 E/N/U (m) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Ant Delta E/N/U (m) Rover | 0.000,0.000,0.000 |
| Antenna Type Base/NRTK Station | 0.000,0.000,0.000 |
| Ant Phase Center L1 E/N/U (m) Base/NRTK S | 0.000,0.000,0.000 |
| Ant Phase Center L2 E/N/U (m) Base/NRTK S | 0.000,0.000,0.000 |
| Ant Delta E/N/U (m) Base/NRTK Station | 0.000,0.000,0.000 |
| Precise Ephemeris Time/# of Epoch | --- (0) |
| Precise Ephemeris Download Time | - |
| Precise Ephemeris Download File | |

Рисунок 3 – Вкладка RTK Monitor

RTKNAVI ver.2.4.2 (7): RTK Monitor

Nav GLONASSAllCurrent

Close

| SAT | PRN | Statu | IOD | Freq | Hea | Age | Toe | Tof | X (m) | Y (m) | Z (m) | VX (m/s) | VY (m/s) | VZ (m/s) | AX (m/s ²) | AY (m/s ²) | AZ (m/s ²) | Tau (ns) | Gamma (ns) |
|-----|-----|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|----------|----------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|------------|
| R01 | 1 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R02 | 2 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R03 | 3 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R04 | 4 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R05 | 5 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R06 | 6 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R07 | 7 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R08 | 8 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R09 | 9 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R10 | 10 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R11 | 11 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R12 | 12 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R13 | 13 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R14 | 14 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R15 | 15 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R16 | 16 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R17 | 17 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R18 | 18 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R19 | 19 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R20 | 20 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R21 | 21 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R22 | 22 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R23 | 23 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |
| R24 | 24 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 |

Рисунок 4 – Текущие эфемериды, файл сырых измерений отсутствует

Для того, что бы задать файл сырых измерений перейдем во вкладку Input Stream (рис. 5), выбираем тип входного файла и указываем к нему путь. После чего вновь вызываем RTK Monitor и видим текущие эфемериды для группировки ГЛОНАСС (рис. 6)

Input Streams

Input Stream

Type

Opt Cmd

Format

Opt

☒ (1) Rover

File

...

NVS BINR

...

☐ (2) Base Station

Serial

...

RTCM 2

...

☐ (3) Correction

Serial

...

RTCM 2

...

Transmit NMEA GPGGA to Base Station

OFF

0.000000000

0.000000000

...

Input File Paths

C:\Project\BINR.bin

...

...

...

☐ Time

x1

+

0

s

OK

Cancel

Рисунок 5 – Вкладка Input Stream

| RTKNAV! ver.2.4.2 (7): RTK Monitor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Close | |
|------------------------------------|-----|---------|-----|------|-----|---------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-------|--|
| Nav | | GLONASS | | All | | Current | | | | | | | | | | | | | | | |
| SAT | PRN | Statu | IOD | Freq | Hea | Age | Toe | Tof | X (m) | Y (m) | Z (m) | VX (m/s) | VY (m/s) | VZ (m/s) | AX (m/s2) | AY (m/s2) | AZ (m/s2) | Tau (ns) | Gamma (ns) | | |
| R01 | 1 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R02 | 2 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R03 | 3 | - | 3 | 5 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | 23036950.68 | -9091173.34 | 6041059.08 | 755.86033 | -358.52718 | -3447.90649 | 0.0000056 | 0.0000000 | -0.0000028 | -9798.4 | 0.0000 | | |
| R04 | 4 | - | 3 | 6 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | 10192674.32 | -12367565.43 | 19866879.39 | 2599.78676 | -789.66141 | -1827.75784 | 0.0000019 | 0.0000009 | -0.0000028 | -38310.0 | 0.0018 | | |
| R05 | 5 | - | 3 | 1 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | -8444572.27 | -8664957.52 | 22466454.10 | 2983.60348 | -743.76965 | 832.83615 | -0.0000028 | 0.0000019 | -0.0000019 | -44762.2 | 0.0009 | | |
| R06 | 6 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R07 | 7 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R08 | 8 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R09 | 9 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R10 | 10 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R11 | 11 | - | 3 | 0 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | -6267326.66 | 24695208.01 | 692546.39 | 104.97284 | 124.88365 | -3559.01241 | -0.0000028 | -0.0000028 | 0.0000009 | 13004.1 | -0.0009 | | |
| R12 | 12 | - | 3 | -1 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | 2656202.15 | 19596105.96 | 16152160.16 | -453.22323 | 2162.42790 | -2549.74461 | -0.0000019 | -0.0000019 | -0.0000019 | -104511.2 | 0.0036 | | |
| R13 | 13 | - | 3 | -2 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | 10584969.24 | 2721713.87 | 23027096.68 | -788.87653 | 3058.68912 | 1.50871 | 0.0000000 | 0.0000000 | -0.0000037 | 34624.7 | 0.0000 | | |
| R14 | 14 | - | 3 | -7 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | 12234925.29 | -15420709.96 | 16234023.93 | -683.95519 | 2115.44323 | 2525.34008 | 0.0000019 | 0.0000009 | -0.0000028 | -47978.9 | 0.0000 | | |
| R15 | 15 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R16 | 16 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R17 | 17 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R18 | 18 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R19 | 19 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R20 | 20 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |
| R21 | 21 | - | 3 | 4 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | -11998338.38 | 2268666.50 | 22399278.81 | -2196.28239 | -2144.76013 | -961.57646 | -0.0000056 | 0.0000009 | -0.0000019 | 103999.9 | -0.0027 | | |
| R22 | 22 | - | 3 | -3 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | 3117619.63 | 15878180.66 | 19685238.77 | -1794.97814 | -2022.21394 | 1927.74677 | -0.0000019 | -0.0000019 | -0.0000019 | 13421.3 | -0.0018 | | |
| R23 | 23 | - | 3 | 3 | 0 | 0 | 2020/02/25 13:45:16 | 2020/02/25 13:45:16 | 16842563.48 | 18972115.23 | 2638998.54 | -81.89297 | -425.68207 | 3583.03833 | 0.0000019 | -0.0000028 | -0.0000009 | -285491.3 | 0.0018 | | |
| R24 | 24 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0000000 | 0.0 | 0.0000 | | |

Рисунок 6 – Текущие эфемериды

2.2 Использование программы RTKCONV из пакета RTKLIB

Программа RTKCONV позволяет конвертировать бинарный файл в текстовый формат RINEX, в частности получить текстовый gnaw-файл с эфемеридами ГЛОНАСС.

Для вызова программы выбираем в `save_dir\rtklib_2.4.2\bin` `rtklaunch.exe`, после чего видим окно показанное на рисунке 1 и выбираем в нем RTKCONV, или в той же директории сразу выбираем `rtkconv.exe` и сразу видим основное окно RTKCONV (рис. 7).

При желании можно установить время начала или окончания, проверив и установив «Time Start (GPST)» или «Time End (GPST)» (поле вверху в главном окне). Если навести на вопросительный знак, то можно подробнее узнать о конкретном времени и конкретной временной шкале (рис. 8).

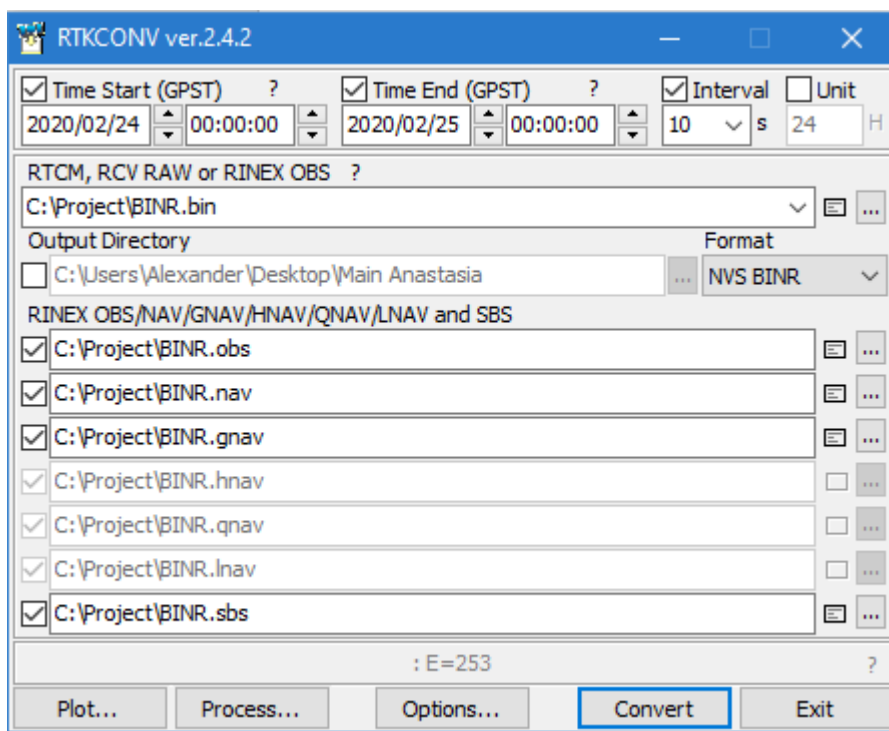


Рисунок 7 – Основное окно RTKCONV

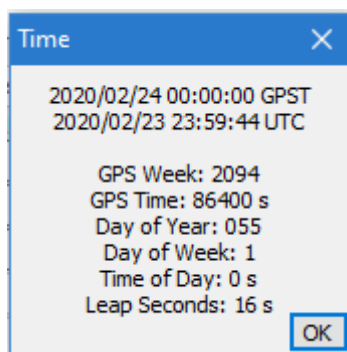


Рисунок 8 – Дополнительная информация о времени в программе RTKCONV

Для конвертирования исходного файла, необходимо указать к нему путь, его формат и, по желанию, установить дополнительные настройки во вкладке Options (рис. 10). После завершения настройки необходимо нажать кнопку Convert. После завершения конвертирования откроем файл с расширением .gnav , рисунок 9.

C:\Project\BINRR.gnav

2.10 GLONASS NAV DATA RINEX VERSION / TYPE
 RTKCONV 2.4.3 b33 20200304 192529 UTC PGM / RUN BY / DATE
 log: C:\Project\BINRR.bin COMMENT
 format: NVS BINR COMMENT
 END OF HEADER

3 20 2 10 13 45 0.0 .979844480753E-05 .000000000000E+00 .495000000000E+05
 .230369506836E+05 .755860328674E+00 .558793544769E-08 .000000000000E+00
 -.909117333984E+04 -.358527193533E+00 .000000000000E+00 .500000000000E+01
 .604105908203E+04 -.344796649414E+01 -.279396772385E-08 .000000000000E+00
 4 20 2 10 13 45 0.0 .383099541068E-04 .181898940355E-11 .495000000000E+05
 .101926743164E+05 .259978675842E+01 .186264514923E-08 .000000000000E+00
 -.123675654297E+05 -.789661407471E+00 .931322574615E-09 .600000000000E+01
 .198668793945E+05 -.182775783539E+01 -.279396772385E-08 .000000000000E+00
 5 20 2 10 13 45 0.0 .447621569037E-04 .909494701773E-12 .495000000000E+05
 -.844457226562E+04 .298360347748E+01 -.279396772385E-08 .000000000000E+00
 -.866495751953E+04 -.743769645691E+00 .186264514923E-08 .100000000000E+01
 .224664541016E+05 .832836151123E+00 .186264514923E-08 .000000000000E+00
 11 20 2 10 13 45 0.0 -.130040571094E-04 -.909494701773E-12 .495000000000E+05
 -.626732666016E+04 .104972839355E+00 -.279396772385E-08 .000000000000E+00
 .246952000078E+05 .124883651733E+00 -.279396772385E-08 .000000000000E+00
 .652946386719E+03 -.355901241302E+01 .931322574615E-09 .000000000000E+00
 12 20 2 10 13 45 0.0 .104511156678E-03 .363797880709E-11 .495000000000E+05
 .265620214844E+04 -.453223228455E+00 .186264514923E-08 .000000000000E+00
 .195961059570E+05 .216242790222E+01 .186264514923E-08 -.100000000000E+01
 .161521601562E+05 -.254974460602E+01 .186264514923E-08 .000000000000E+00
 13 20 2 10 13 45 0.0 -.346247106791E-04 .000000000000E+00 .495000000000E+05
 .105849692383E+05 -.788876533508E+00 .000000000000E+00 .000000000000E+00
 .272171386719E+04 .305868911743E+01 .000000000000E+00 -.200000000000E+01
 .230270966797E+05 .150871276855E-02 .372529029846E-08 .000000000000E+00
 14 20 2 10 13 45 0.0 .479789450765E-04 .000000000000E+00 .495000000000E+05
 .122349252930E+05 -.683955192566E+00 .186264514923E-08 .000000000000E+00
 -.154207099609E+05 .211544322968E+01 .931322574615E-09 -.700000000000E+01
 .162340239258E+05 .252534008026E+01 .279396772385E-08 .000000000000E+00
 21 20 2 10 13 45 0.0 -.103999605858E-03 -.272848410532E-11 .495000000000E+05
 -.119983383789E+05 -.215628238678E+01 -.558793544769E-08 .000000000000E+00
 .226866650391E+04 -.214476013184E+01 .931322574615E-09 .400000000000E+01
 .223992788086E+05 .961576461792E+00 .186264514923E-08 .000000000000E+00
 22 20 2 10 13 45 0.0 -.134212896228E-04 -.181898940355E-11 .495000000000E+05
 .311761962891E+04 -.179497814178E+01 .186264514923E-08 .000000000000E+00

Рисунок 9 – Текстовый файл с эфемеридами ГЛОНАСС

Options

RINEX Version 2.10 Station ID 0000 ☐ RINEX Name

RunBy/Obsv/Agency

Comment

Maker Name/#/Type

Rec #/Type/Vers

Ant #/Type

Approx Pos XYZ ☐ 0.0000 0.0000 0.0000

Ant Delta H/E/N 0.0000 0.0000 0.0000

☐ Scan Obs Types ☐ Iono Corr ☐ Time Corr ☐ Leap Sec

Satellite Systems ☐ GPS ☒ GLO ☐ Galileo ☐ QZSS ☐ SBAS ☐ BeiDou Excluded Satellites

Observation Types ☒ C ☒ L ☒ D ☒ S Frequencies ☒ L1 ☒ L2 ☐ L5/L3 ☐ L6 ☐ L7 ☐ L8 Mask...

Option Debug OFF OK Cancel

Рисунок 10 – Вкладка Options программы RTKCONV

2.3 Использование ресурса Trimble GNSS Planning Online

Trimble GNSS Planning Online это онлайн программа предназначенная для определения основных характеристик спутникового GNSS покрытия. Пользователю нужно ввести координ.аты места (вручную или графически),

маску угла возвышения, дату и промежуток времени, а также указать интересные созвездия (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou и QZSS) или спутники. Устанавливаем необходимые параметры (рис. 11), нажимаем Apply и видим что настройки приняты (рис. 12).

Рисунок 11 – Страница Settings онлайн сервиса Trimble GNSS Planning Online

| Satellite Selection | | | |
|---------------------|---|------------|---------|
| Satellites: 22/137 | | | |
| System: active | | Satellites | |
| | | Selected | Healthy |
| GPS | ✗ | 0 | 31 |
| GLONASS | ✓ | 22 | 22 |
| Galileo | ✗ | 0 | 22 |
| BeiDou | ✗ | 0 | 48 |
| QZSS | ✗ | 0 | 4 |
| IRNSS | ✗ | 0 | 6 |

| My Settings | |
|-------------------|-------------------------------------|
| | Change settings |
| Time of almanac: | 2020-02-10 |
| Time zone: | UTC +00:00 |
| Visible period: | 2020-02-10 12:00 - 2020-02-11 00:00 |
| Latitude: | N 55° 45' 23.5896" |
| Longitude: | E 37° 42' 11.5028" |
| Height: | 500 m |
| Elevation cutoff: | 10 ° |

Рисунок 12 – Установленные настройки

Далее переходим на страницу Satellite Library и выбираем спутник указанный для своего варианта (13 КА системы ГЛОНАСС), рисунок 13.

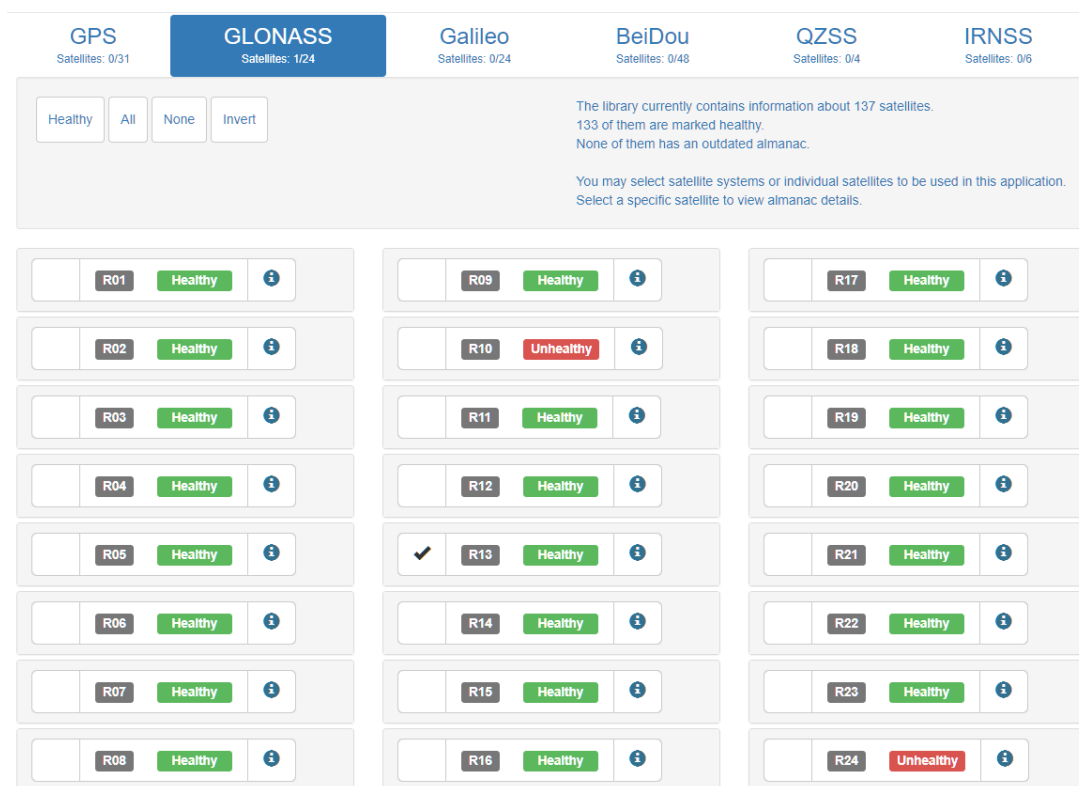


Рисунок 13 – Выбор исследуемого космического аппарата системы ГЛОНАСС

Переходим во вкладку Charts и снимаем график угла места, рисунок 14.

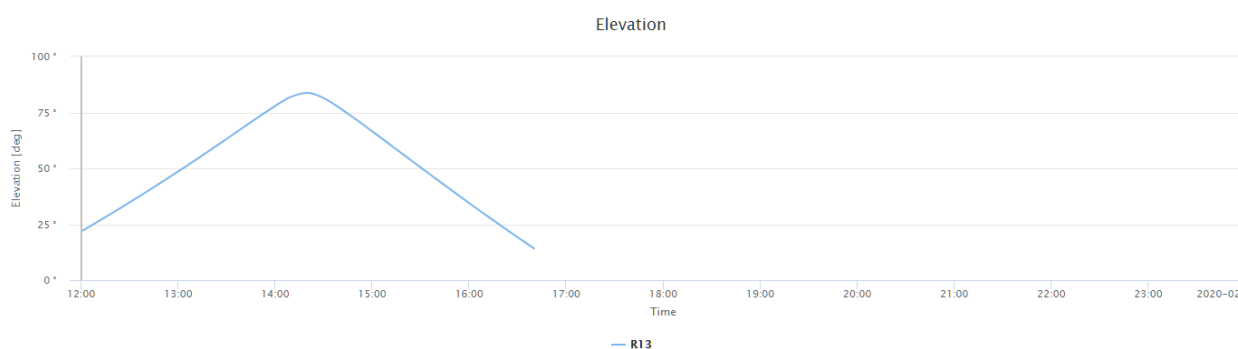


Рисунок 14 – График угла места 13-го космического аппарата системы ГЛОНАСС

Далее необходимо зафиксировать Sky View, для этого переходим во вкладку Sky Plot, рисунки 15- 16

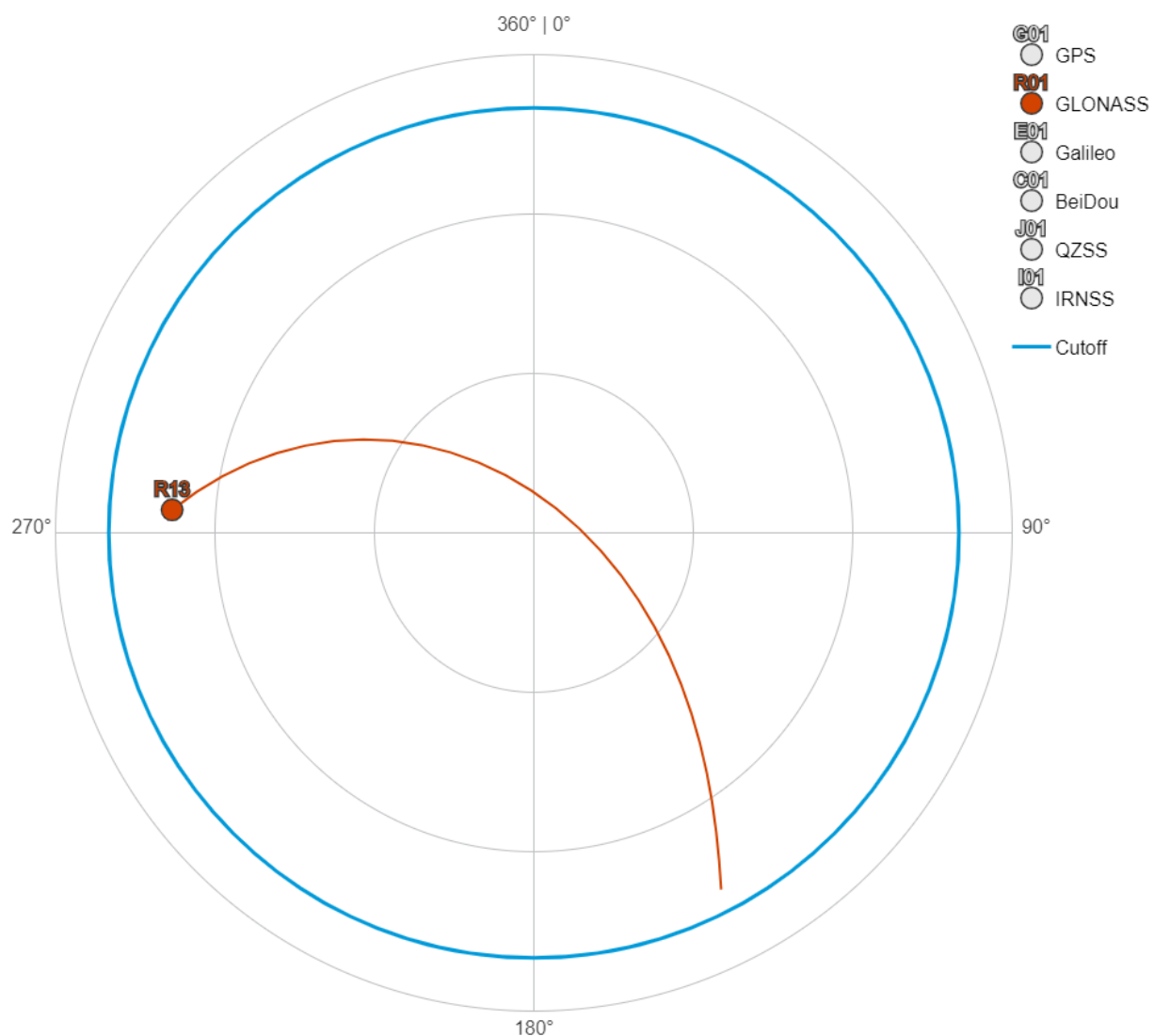


Рисунок 15 – Sky Plot для 13 космического аппарата системы ГЛОНАСС

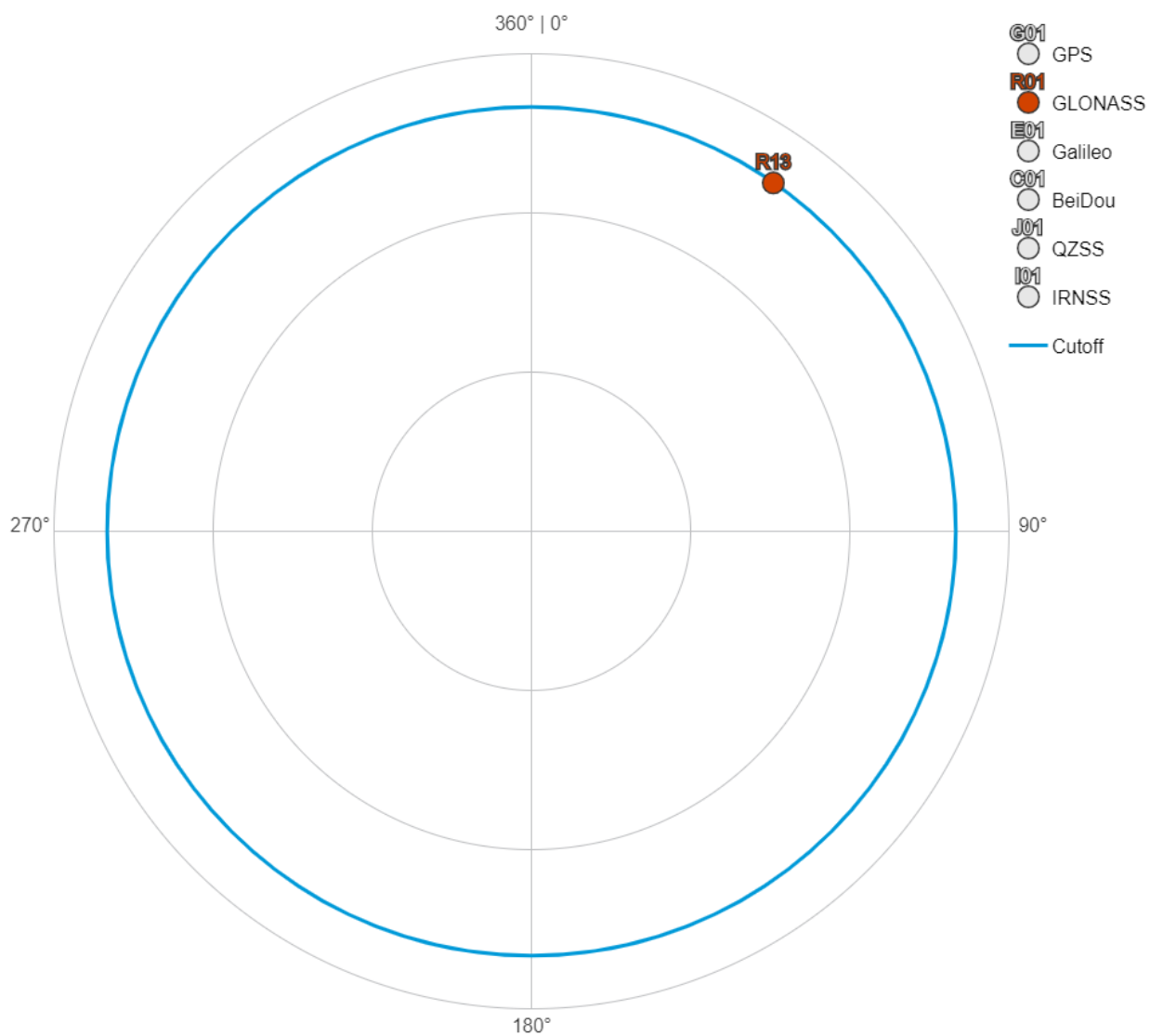


Рисунок 16 – Sky Plot для 13 космического аппарата системы ГЛОНАСС