

Национальный исследовательский университет
«МЭИ»
Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова
Кафедра радиотехнических систем
Аппаратура потребителей СРНС

Лабораторная работа №2
«Прогнозирование спутникового созвездия»

Группа: ЭР-15-17

ФИО студента: Цымбал Г.Р.

ФИО преподавателя: Корогодин И.В.

Оценка: _____

Дата: _____

Подпись: _____

Москва

2021

1. Задание

- 1) Научиться предсказывать состав видимых КА и их положения с помощью программы Trimble GNSS Planning Online;
- 2) Оценить состояние спутниковых группировок различных ГНСС;
- 3) Оценить возможности собственного телефона по приему сигналов разных ГНСС.

2. Ход работы

Пункт 1

За сутки до проведения эксперимента выберем точку, координаты которой найдены с помощью приложения Google Maps. Выберем открытую местность с хорошей видимостью небосвода:

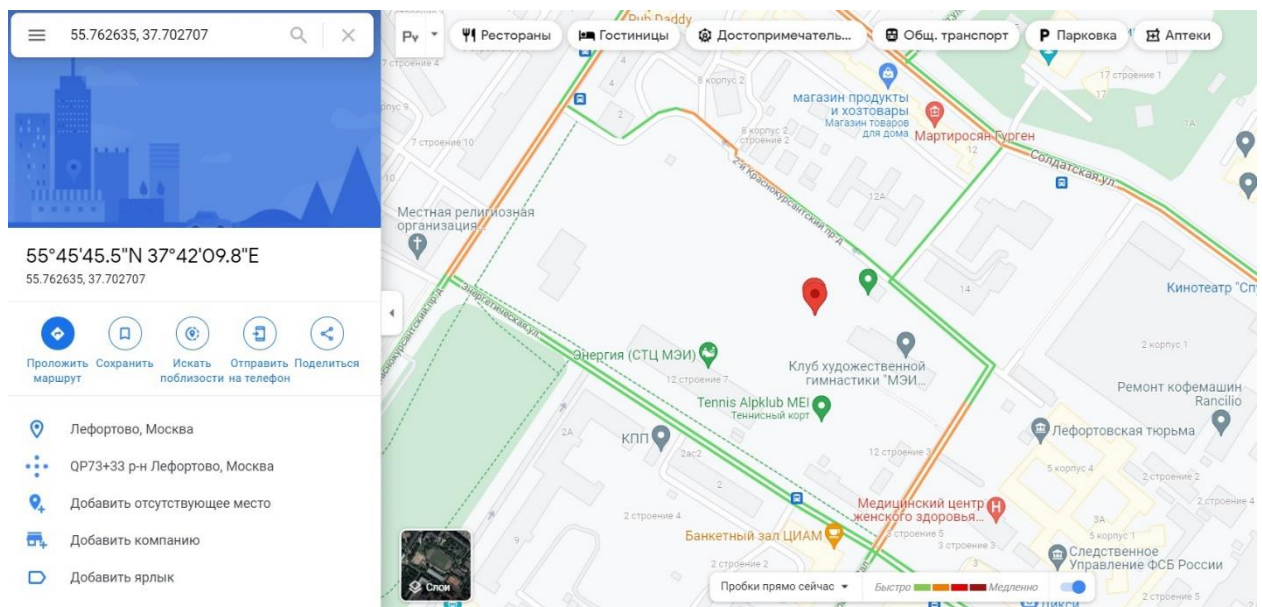


Рисунок 1 – Референсные координаты точки в условиях хорошей видимости небосвода

Пункт 2

С помощью сервиса Trimble GNSS Planning Online получим карту небосвода (SkyView) для выбранной нами локации. Для этого установим параметры моделирования:

- 1) координаты выбранной точки;
- 2) дата проведения эксперимента;
- 3) часовой пояс;
- 4) время проведения эксперимента.

Занесём параметры в SkyView:

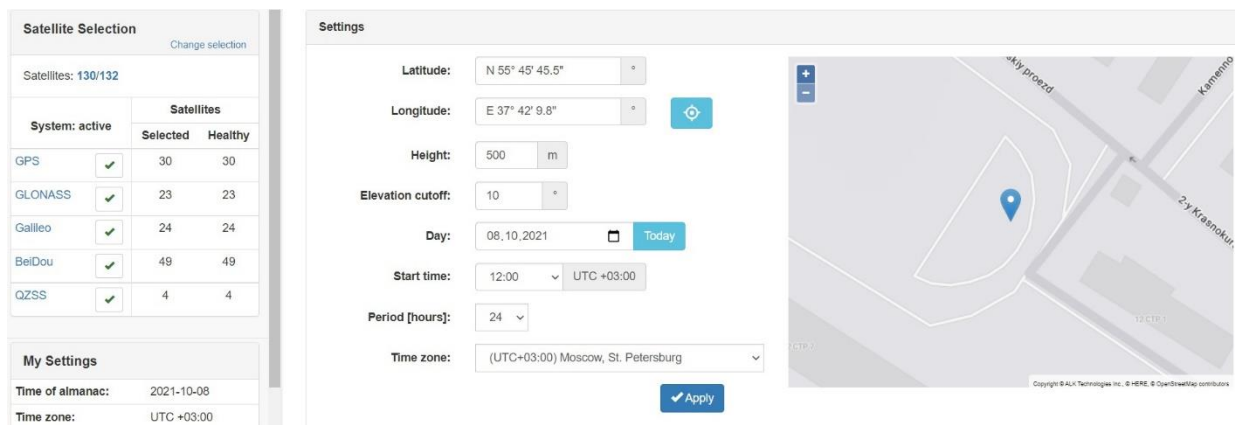


Рисунок 2 – Параметры моделирования карты небосвода SkyView

Проведём моделирование, в результате которого получим карту прогнозируемого спутникового созвездия:

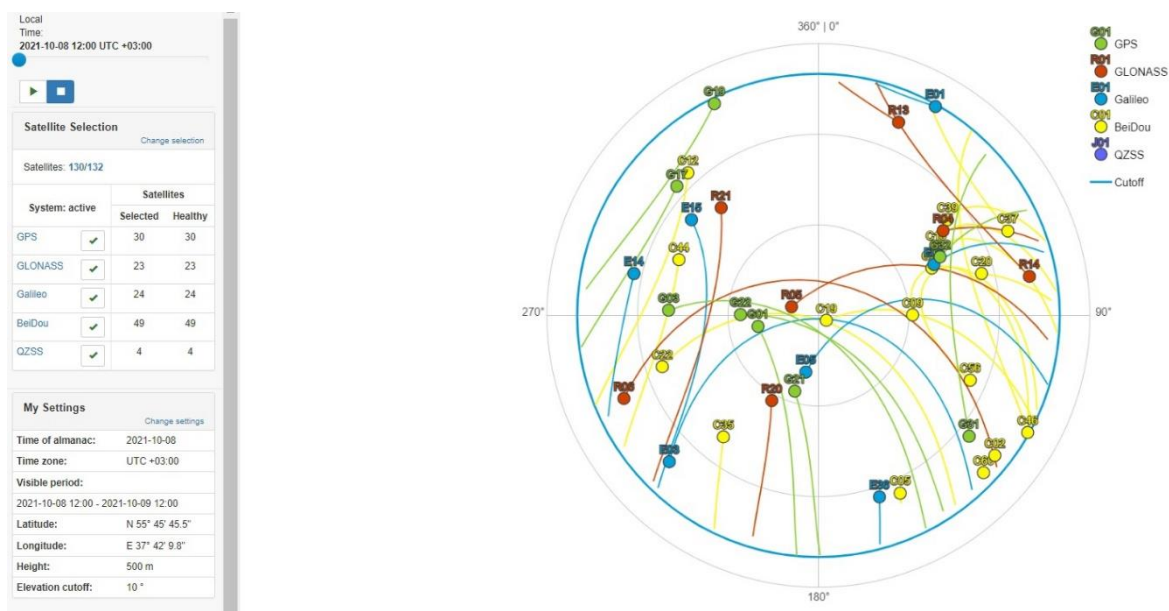


Рисунок 3 – Прогнозируемое спутниковое созвездие

Комментарий к рис. 3:

На карте прогнозируемого спутникового созвездия определим количество видимых спутников для различных СРНС. Результат сведём в табл. 1:

Таблица 1 – Количество прогнозируемых спутников для различных СРНС

СРНС	Количество прогнозируемых спутников
GPS	8
ГЛОНАСС	7
Galileo	7
BeiDou	16

Для проведения эксперимента использовался телефон Xiaomi Mi Note 10 Lite с ядром Qualcomm Snapdragon 730G, на который была установлена программа GPS Test, позволяющая строить SkyView (изображение небесной полусферы со спутниками на ней), выдающая список спутников и отношения сигнал/шум для них. Используемый телефон поддерживает все СРНС, фигурирующие в лабораторной работе.

Пункт 3

По прибытию в указанное время в п.2 на выбранную точку с помощью GPS Test получим спутниковое созвездие:



Рисунок 4 – Спутниковое созвездие и координаты экспериментальной точки в момент проведения эксперимента

Комментарий к рис. 4:

Количество спутников системы GPS – 8;

Количество спутников системы ГЛОНАСС – 7;

Количество спутников системы Galileo – 5;

Количество спутников системы BeiDou – 8;

Сравним с прогнозируемым количеством спутников и получим, что у систем GPS и ГЛОНАСС количество ожидаемых спутников и полученных в ходе эксперимента совпадает.

У систем Galileo и BeiDou наблюдается меньше спутников в ходе эксперимента, причём у BeiDou в 2 раза.

Получим список видимых спутников с указанием ОСШ для каждого спутника:

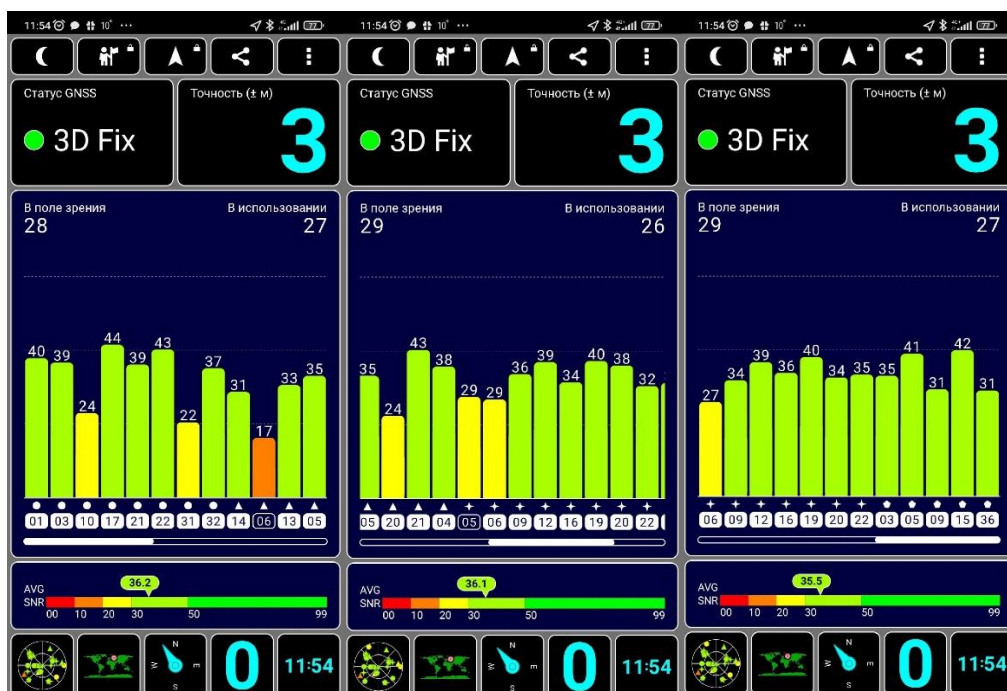


Рисунок 5 – ОСШ для всех видимых спутников

Комментарий к рис. 5:

Максимальное ОСШ составляет 44 у спутника GPS;

Минимальное ОСШ составляет 17 у спутника ГЛОНАСС.

Получим ОСШ для каждого спутника отдельной СРНС:

- 1) GPS: 40, 39, 24, 44, 39, 43, 22, 37;
- 2) ГЛОНАСС: 31, 17, 33, 35, 24, 43, 38;
- 3) Galileo: 35, 41, 31, 42, 31;
- 4) BeiDou: 29, 29, 36, 39, 34, 40, 38, 32.



Рисунок 6 – Фотография членов команды

Вывод: в ходе лабораторной работы было произведено сравнение прогнозируемого спутникового созвездия с экспериментальным для различных СРНС. Смартфон в ходе эксперимента был способен принимать сигналы от всех доступных СРНС.

При сравнении количества спутников в ходе эксперимента с ожидаемым можно отметить, что не все спутники было возможно увидеть в ходе эксперимента, однако их положения на карте спутникового созвездия точно соответствовали ожидаемым. Несоответствие количества спутников в ходе эксперимента обусловлено тем, что эксперимент в выбранной точке проводился во время отличное от расчётного, а именно, разница составила 7 минут. Этого времени достаточно, чтобы спутники на краях карты спутникового созвездия вышли за её пределы или ещё не появились на небосводе, т.к. даже в условиях хорошей видимости существуют минимально

допустимые углы места, приблизительно равные 10 градусов ниже которых спутник находится вне зоны видимости.

Было вычислено ОСШ для всех спутников отдельных СРНС, наблюдаемых в ходе эксперимента. Различия в уровнях ОСШ обусловлены только различием наклонной дальности до каждого спутника, т.к. условия приёма были одинаковыми для каждого спутника (Внутренние шумы приёмника одинаковы для каждого принятого сигнала). При увеличении наклонной дальности увеличиваются потери в свободном пространстве, которые, в свою очередь, влияют на ОСШ. Таким образом, по величине ОСШ можно сказать, какой спутник находился дальше всего от наблюдателя в ходе эксперимента: спутник СРНС ГЛОНАСС с ОСШ – 17. Ближе всего находился спутник СРНС GPS с ОСШ – 44.