



Дата: 20.06.2022

ПРОТОКОЛ № 04/2022
испытаний с использованием
мобильной измерительно-диагностической лаборатории
по определению локальных потребительских характеристик ГНСС

1	Цель испытаний	3
2	Объект испытаний.....	3
3	Средства проведения испытаний	3
4	Время и место проведения испытаний.....	3
5	Условия проведения испытаний.....	3
6	Результаты испытаний.....	6
6.1	Условия навигации по сигналам ГНСС	6
6.2	Погрешности позиционирования по сигналам ГНСС.....	8
7	Выводы	10

1 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

1.1 Целью испытаний являлась оценка локальных потребительских характеристик глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS, Beidou, Galileo (далее – ГНСС) в городских условиях.

2 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

2.1 Локальные потребительские характеристики ГНСС:

- количество видимых навигационных космических аппаратов (НКА) каждой ГНСС;
- геометрический фактор точности определения местоположения потребителя ГНСС в пространстве (PDOP) для каждой ГНСС;
- доступность навигации по сигналам ГНСС;
- расчетные погрешности местоопределений по сигналам ГНСС.

2.2 Характеристики определялись для маски угла места 5° .

3 СРЕДСТВА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

3.1 Мобильная измерительно-диагностическая лаборатория (МИДЛ) ГЮИД.464979.001, заводской номер 073-2003004-01, свидетельство о поверке № С-Т/11-08-2021/95826327 действительно до 10.08.2022.

3.2 Испытания проводились лабораторией 030042 Информационно-аналитического центра координатно-временного обеспечения (ИАЦ КВНО) АО «ЦНИИмаш».

Контактная информация:

ИАЦ КВНО АО «ЦНИИмаш»:

Адрес: Московская область, г. Королев, ул. Пионерская, д. 4

Телефон: (495) 513-58-33

E-mail: midl@glonass-iac.ru

4 ВРЕМЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

4.1 Испытания проводились 02.06.2022.

4.2 Место проведения испытаний: г. Королев Московской области.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

5.1 Испытания проводились на маршруте: ул. Пионерская – ул. Калининградская – ул. Коммунальная – разворот под эстакадой у ст. Болшево – пр. Королева – ул. Циолковского – ул. Ленина – ул. Пионерская (рисунок 1).



Рисунок 1 Маршрут испытаний

5.2 Маршрут обеспечивает характерные для городской среды траектории движения, условия затенения и переотражения спутниковых сигналов. На маршруте имеются участки с умеренным и сильным затенением спутниковых сигналов, прямолинейные участки, повороты, движение под эстакадой. Протяженность маршрута - 10 км.

5.3 Для накопления необходимого объема данных маршрут проходил последовательно два раза.

5.4 Фотографии отдельных участков маршрута представлены на рисунках 2÷5.

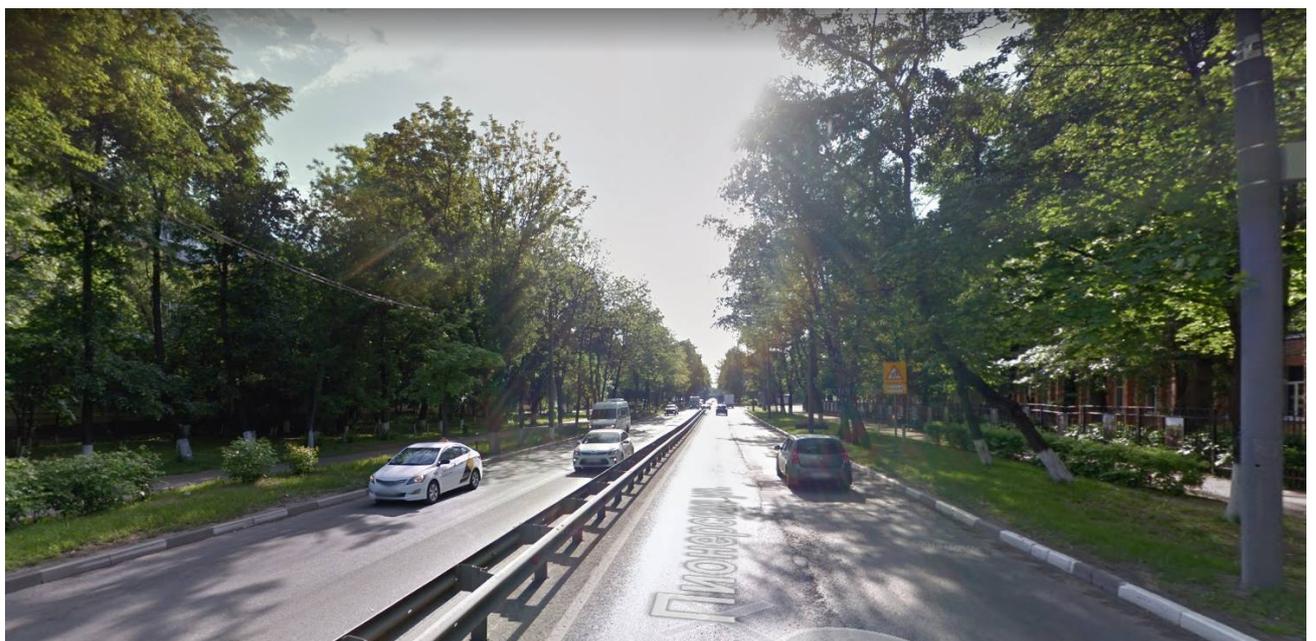


Рисунок 2 Маршрут испытаний, ул. Пионерская



Рисунок 3 Маршрут испытаний, ул. Коммунальная



Рисунок 4 Маршрут испытаний, разворот под эстакадой



Рисунок 5 Маршрут испытаний, ул. Ленина

5.5 Состав орбитальных группировок ГНСС в период проведения испытаний приведен в таблице 1 (по данным сайта ИАЦ КВНО - <https://glonass-iac.ru>).

Таблица 1. Состав орбитальных группировок ГНСС

Количество НКА	GPS	ГЛОНАСС	Beidou	Galileo
Всего	32	25	49	27
Используется по целевому назначению	31	23	44	22
Не используется по целевому назначению, в т.ч.	1	2	5	5
На этапе ввода в систему	0	0	н/д	н/д
Временно выведен	1	2	н/д	н/д

5.6 Характеристики условий навигации по сигналам ГНСС на маршруте испытаний определялись по показаниям приемника SigmaQM из состава МИДЛ.

6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

6.1 Условия навигации по сигналам ГНСС

6.1.1 Графики количества видимых НКА и PDOP приведены на рисунках 6 и 7 соответственно.

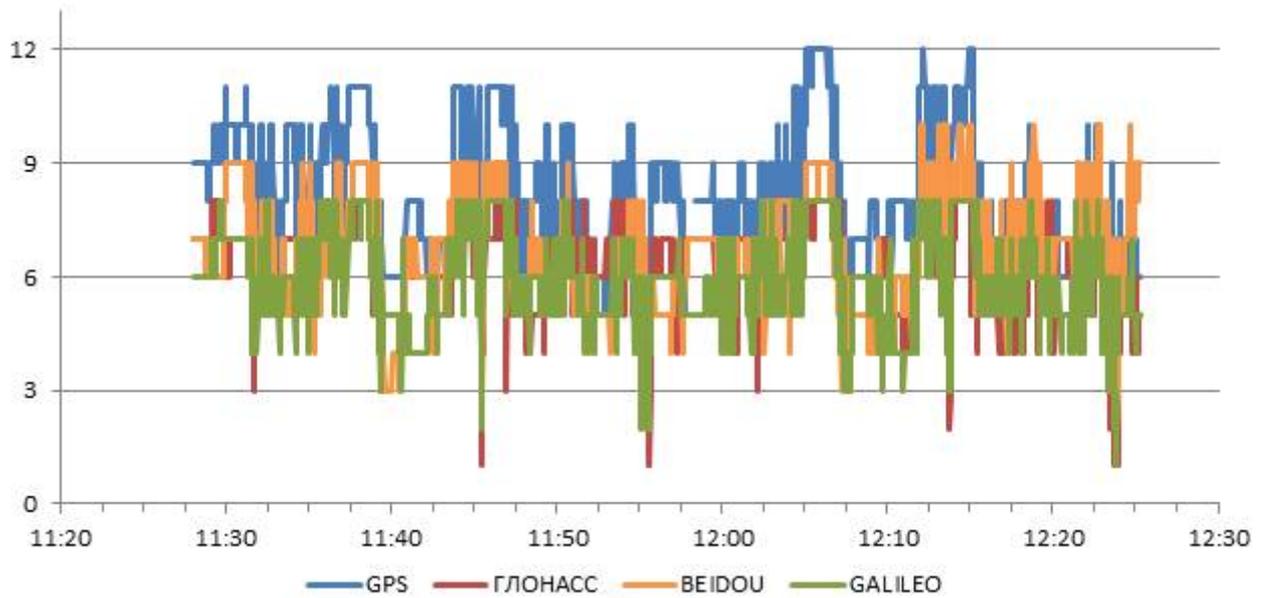


Рисунок 6 Количество видимых НКА

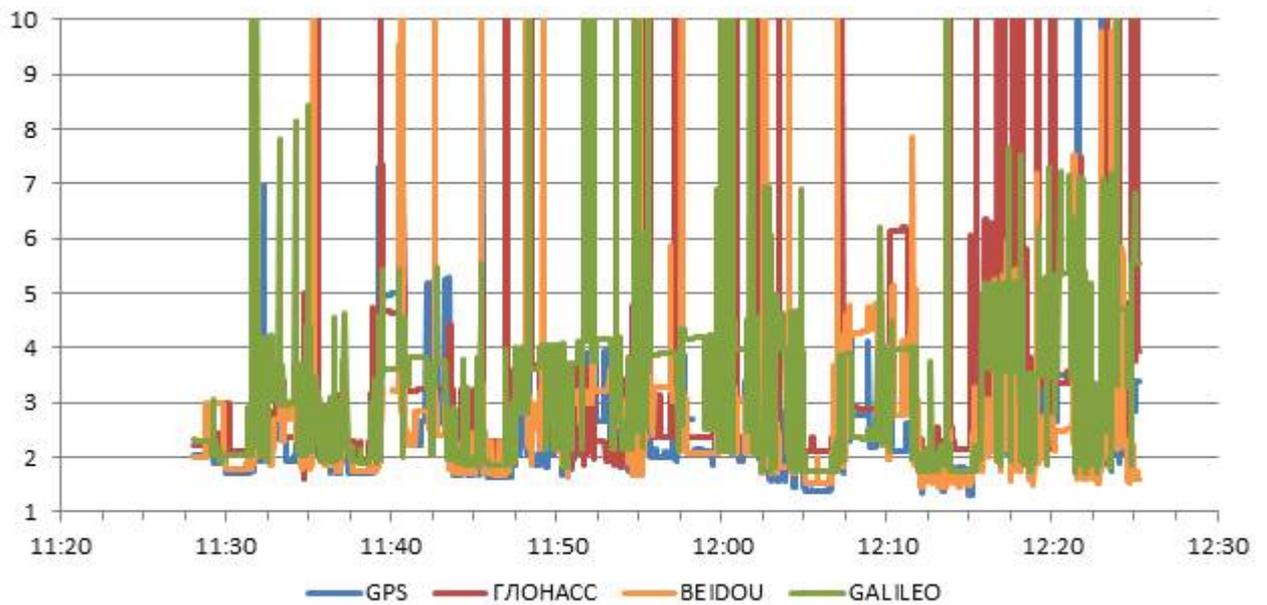


Рисунок 7 Геометрический фактор PDOP (значения выше 10 не показаны)

6.1.2 Интегральные характеристики условий навигации на маршруте приведены в таблице 2.

Таблица 2. Интегральные характеристики условий навигации на маршруте

ГНСС	Среднее кол-во видимых НКА	Медиана PDOP	Доступность ¹
GPS	8.1	2.2	98.2%
ГЛОНАСС	6.3	2.5	91.3%
Beidou	6.6	2.5	96.7%
Galileo	6.0	3.3	95.6%
ГЛОНАСС+Beidou	14.4	1.6	99.6%

6.2 Погрешности позиционирования по сигналам ГНСС

6.2.1 Оценка расчетной погрешности позиционирования по сигналам ГНСС проводилась на основе анализа треков, построенных программой RTKPOST (библиотека RTKLIB v.2.4.3 b34) отдельно по каждой ГНСС.

6.2.2 В качестве исходных данных использованы навигационные измерения, полученные на маршруте испытаний с помощью приемника SigmaQM.

6.2.3 При построении треков были использованы следующие настройки программы RTKPOST:

- режим позиционирования – Single;
- маска угла возвышения – 5°.
- ионосферная коррекция – Broadcast;
- тропосферная коррекция – Saastamoinen;
- эфемериды, поправки к часам – Broadcast.

6.2.4 Итоговые погрешности позиционирования по отдельным ГНСС приведены в таблице 3.

¹ Определялась как доля отсчетов с PDOP<6 от общего числа отсчетов

Таблица 3. Расчетные погрешности позиционирования по сигналам ГНСС (треки ПО RTKLIB)

ГНСС	Погрешности по высоте, м					Погрешности в плане, м					Кол-во место- определений
	СКП	по уровню				СКП	по уровню				
		P=0.5	P=0.68	P=0.95	P=0.997		P=0.5	P=0.68	P=0.95	P=0.997	
GPS	4.7	1.9	2.5	5.1	25.3	2.7	0.8	1.0	2.6	12.5	3 167
ГЛОНАСС	8.7	3.2	5.5	12.4	51.9	7.1	2.9	3.9	9.5	40.9	3 201
Beidou	5.5	2.3	3.1	7.3	27.3	4.7	1.5	2.0	5.2	32.3	3 042
Galileo	6.5	1.2	1.8	6.8	34.7	7.0	1.2	1.7	6.7	51.2	2 791
ГЛОНАСС+Beidou	3.9	2.5	3.4	6.6	18.9	2.7	1.3	1.8	4.5	19.5	3 084

7 ВЫВОДЫ

7.1 Локальные потребительские характеристики ГНСС оценивались на маршруте в городских условиях. Зафиксированное количество наблюдаемых НКА и их расположение достаточны для уверенной навигации в совмещенном режиме и в большинстве случаев достаточны для навигации отдельно по каждой из ГНСС. При ограничении по углу места в 5° навигация отдельно по каждой из ГНСС была доступна в 91-98% случаев. Доступность навигации по совместным сигналам ГЛОНАСС+Beidou – 99.6%.

7.2 Источников помех сигналам ГНСС во время испытаний не зафиксировано.

7.3 Расчетная погрешность позиционирования в плане по сигналам ГНСС в одночастотном кодовом режиме ($p=0.68$) на маршруте составила:

- GPS..... 1.0 м.
- ГЛОНАСС 3.9 м
- Beidou..... 2.0 м
- Galileo 1.7 м
- ГЛОНАСС+Beidou 1.8 м.

Начальник лаборатории отд. 03004
АО «ЦНИИмаш»



В.Л. Лапшин

Инженер 1-й категории отд. 03004
АО «ЦНИИмаш»



Д.В. Виндерских