



Дата: 13.07.2017

ПРОТОКОЛ № 1/2017
проведения испытаний с использованием
Мобильной измерительно-диагностической лаборатории (МИДЛ)

Содержание

	Лист
1 Цель испытаний.....	3
2 Время и место проведения испытаний.....	3
3 Средства проведения испытаний.....	4
4 Испытываемые образцы НАП.....	5
5 Определяемые показатели.....	5
6 Режимы испытаний.....	5
7 Последовательность испытаний.....	5
8 Результаты испытаний.....	6
8.1 Потребительские характеристики условий навигации по сигналам ГНСС.....	6
8.2 Оценка точности позиционирования НАП.....	7
9 Выводы.....	13

1 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

1.1 Натурные испытания навигационной аппаратуры потребителя (НАП) и сервисов высокоточного позиционирования, предоставляемых действующими функциональными дополнениями ГНСС ГЛОНАСС/GPS, используемых в системах управления движением поездов на железнодорожном транспорте. Для испытаний применяются образцы НАП, предназначенные для работы в режимах абсолютной и относительной высокоточной навигации с применением широкозонных функциональных дополнений ГНСС - Российской Системы Дифференциальной Коррекции и Мониторинга (СДКМ) и EGNOS, а также от одиночно стоящих и объединенных в сеть базовых станций, предоставляющих поправки для работы в режиме Real Time Kinematic (RTK).

1.2 Тип испытаний – плановый рейд по свободному маршруту.

2 ВРЕМЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

2.1 Дата проведения испытаний 13.07.2017.

2.2 Место проведения испытаний:

Испытания проводились на улицах Москвы, идущих вдоль железнодорожных путей Московского центрального кольца (МЦК).

Протяженность маршрута – 58 км.

2.3 Маршрут эксперимента показан на рисунке 1.

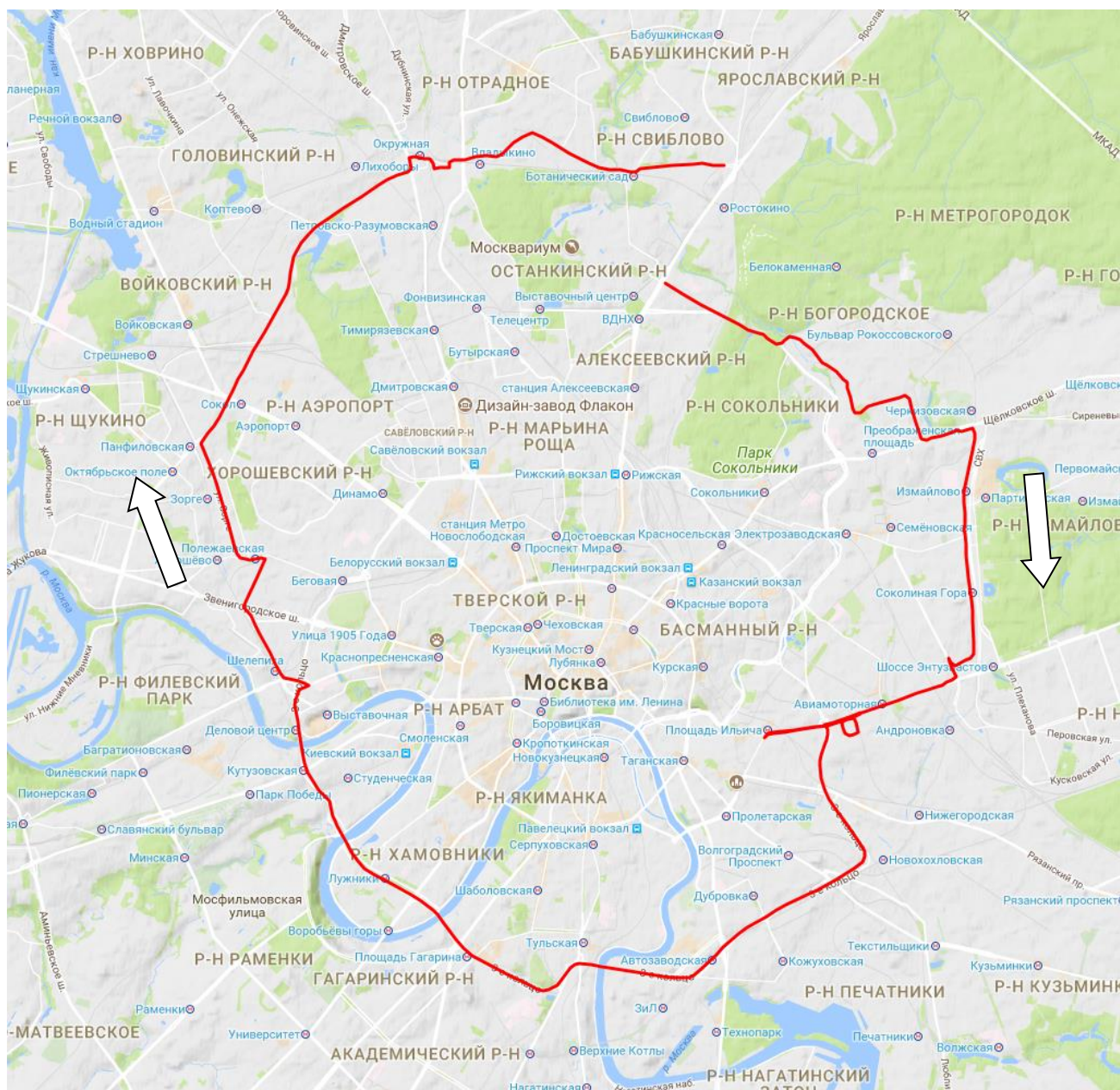


Рисунок 1 Маршрут испытаний

3 СРЕДСТВА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

3.1 Лаборатория мобильная измерительно-диагностическая (МИДЛ), заводской номер 01, свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.E.27.018.A № 43388, свидетельство о поверке № 8/832-09016-16 (действительно до 25 сентября 2017 г.).

3.2 Испытания проводились Лабораторией развития прикладных потребительских центров отдела 3041 Информационно-аналитического центра координатно-временного обеспечения ФГУП ЦНИИмаш (ИАЦ КВНО).

Контактная информация:

ИАЦ КВНО ФГУП ЦНИИмаш

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

Телефон: (495) 513-58-33, факс (495) 513-40-38

E-mail: midl@glonass-iac.ru

4 ИСПЫТЫВАЕМЫЕ ОБРАЗЦЫ НАП

- Навигационный приемник NV08C-CSM (АО «КБ Навис», г. Москва), версия ПО - CSM24 04.09 28/06/16, далее - NV08C.
- Навигационный приемник NV08C-CSM (АО «КБ Навис», г. Москва) с активированной функцией СДКМ, версия ПО - NVS RTK PR28 CSM24 P314, далее - NV08C-СДКМ.
- Навигационный приемник NV08C-CSM (АО «КБ Навис», г. Москва) с дополнительным программным фильтром, далее - NV08C-Filtr.
- Навигационный приемник NV08C-RTK, версия ПО - NVS RTK 0029 CSM24 P314, (АО «КБ Навис», г. Москва), далее - NV08C-RTK.

5 ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

5.1 Потребительские характеристики ГНСС ГЛОНАСС / GPS:

- количество видимых навигационных космических аппаратов (НКА) каждой ГНСС при угле места не менее 15°;
- геометрический фактор точности определения местоположения потребителя ГНСС в пространстве (PDOP) для каждой ГНСС при угле места не менее 15°.

5.2 Характеристики погрешности определения местоположения НАП по сигналам различных ГНСС и ФД ГНСС: по высоте и в плане – среднеквадратическая погрешность (СКП), предельная погрешность по уровню вероятности 0.5, 0.95, 0.997.

6 РЕЖИМЫ ИСПЫТАНИЙ

6.1 НАП NV08C работала в режиме абсолютных местоопределений по ГЛОНАСС+GPS.

6.2 НАП NV08C-СДКМ работала по ГЛОНАСС+GPS и принимала корректирующую информацию (КИ) СДКМ (спутники RPN-125, RPN-140, RPN-141).

6.3 НАП NV08C-RTK работала по ГЛОНАСС+GPS+SBAS и принимала по сотовому каналу связи поправки RTK от сети станций Навгеоком – SmartNet Russia (<http://smartnet-ru.com>) в режиме виртуальной базовой станции (VRS).

7 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИСПЫТАНИЙ

7.1 Перемещение МИДЛ по маршруту вдоль линии МЦК с регистрацией:

- первичных навигационных параметров с использованием контрольного навигационного приемника,
- данных гироскопа-одометра МИДЛ,
- данных местоопределений испытываемых НАП в формате NMEA.

7.2 Расчет локальных потребительских характеристик ГНСС на маршруте.

7.3 Расчет контрольных траекторий.

7.4 Расчет характеристик погрешности определения местоположения НАП по сигналам различных ГНСС и ФД.

8 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

8.1 Потребительские характеристики условий навигации по сигналам ГНСС

8.1.1 В качестве характеристик условий навигации по сигналам ГНСС приняты количество видимых НКА ГНСС ГЛОНАСС/GPS и PDOP для каждой из систем. Обе характеристики определялись при ограничении угла места выше 15° .

8.1.2 Диаграммы, иллюстрирующие условия навигации по ГЛОНАСС/GPS показаны на рисунках 2-3.

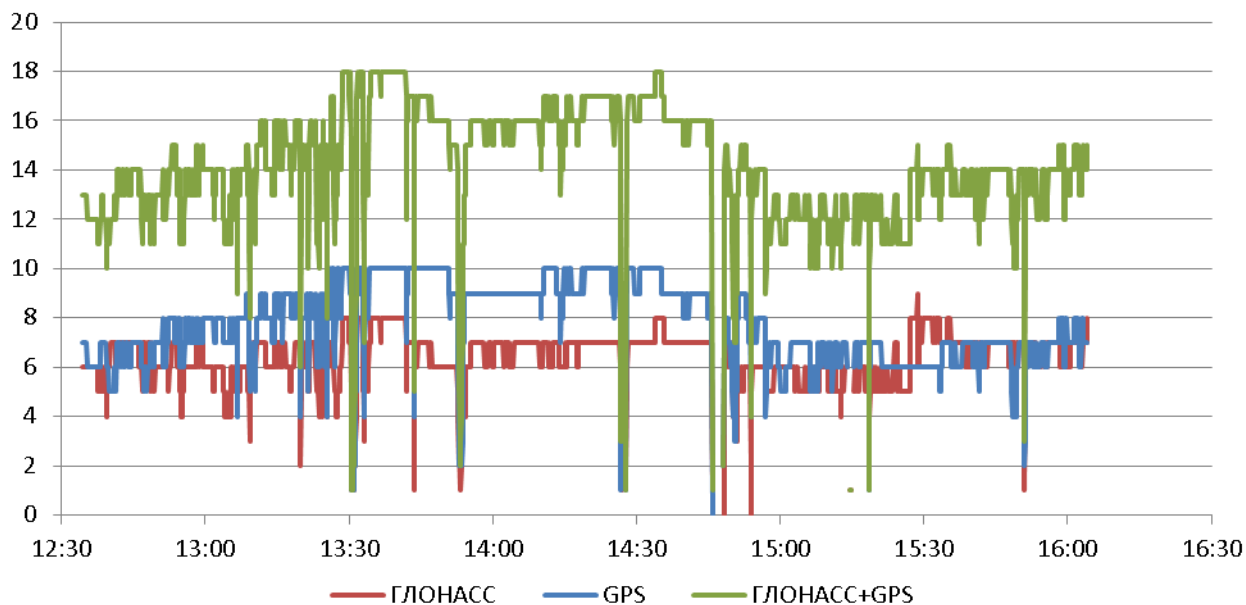


Рисунок 2 Количество видимых НКА ГЛОНАСС/GPS на маршруте

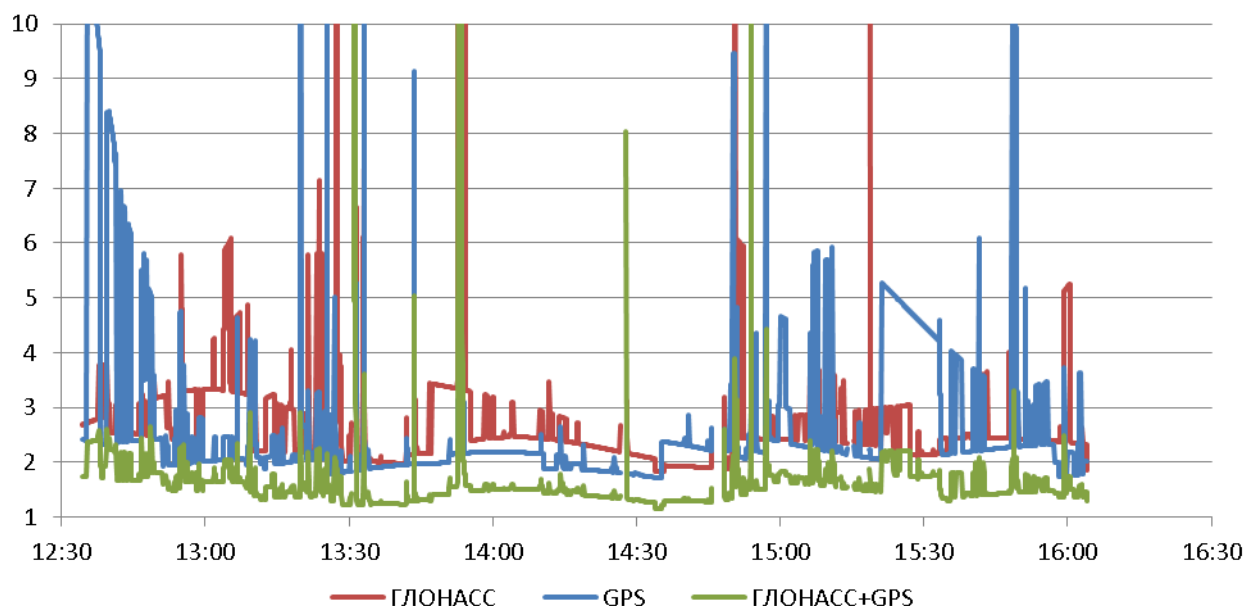


Рисунок 3 PDOP для ГЛОНАСС/GPS на маршруте (значения больше 10 не показаны)

8.1.3 В качестве интегральных характеристик условий навигации приняты среднее количество видимых НКА ГЛОНАСС/GPS и доля отсчетов, в которых значение PDOP не превышало 6. Указанные интегральные характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 Характеристики условий навигации на маршруте испытаний

Характеристика \ ГНСС	ГЛОНАСС	GPS	ГЛОНАСС+GPS
Среднее кол-во видимых НКА	6.4	7.8	14.2
Доля отсчетов с PDOP<6	96.9%	94.6%	98.7%

8.2 Оценка точности позиционирования НАП

8.2.1 Оценка точности позиционирования НАП проводилась путем сравнения показаний испытываемых образцов НАП с контрольной траекторией, построенной при постобработке относительным методом по данным пункта сбора навигационных измерений ИАЦ КВНО - MDL1.

8.2.2 Количественные характеристики точности позиционирования испытанных на маршруте образцов НАП приведены в таблице 2.

Таблица 2 Характеристики точности позиционирования НАП

Режим	По высоте, м			В плане, м			Кол-во местопределений	Средний PDOP		
	СКП	Предельная погрешность		СКП	Предельная погрешность					
		P=0.5	P=0.95		P=0.997	P=0.5			P=0.95	P=0.997
NV08C	1.38	0.80	2.66	5.17	3.19	1.17	5.74	17.22	12 037	1.08
NV08C-СДКМ	2.57	1.15	5.24	12.48	3.42	1.08	4.44	20.25	11 916	1.19
NV08C-RTK	3.69	2.64	6.22	14.40	6.20	1.19	3.65	22.16	12 015	1.19
NV08C-Filtr	2.16	1.17	3.26	10.25	17.59	1.20	11.58	18.59	11 842	1.36

8.2.3 На рисунках 4-7 приведены графики ошибок испытываемых НАП в плане и по высоте от времени. Отдельные пиковые выбросы ошибки в плане, превышающие 35 м, обрезаны.

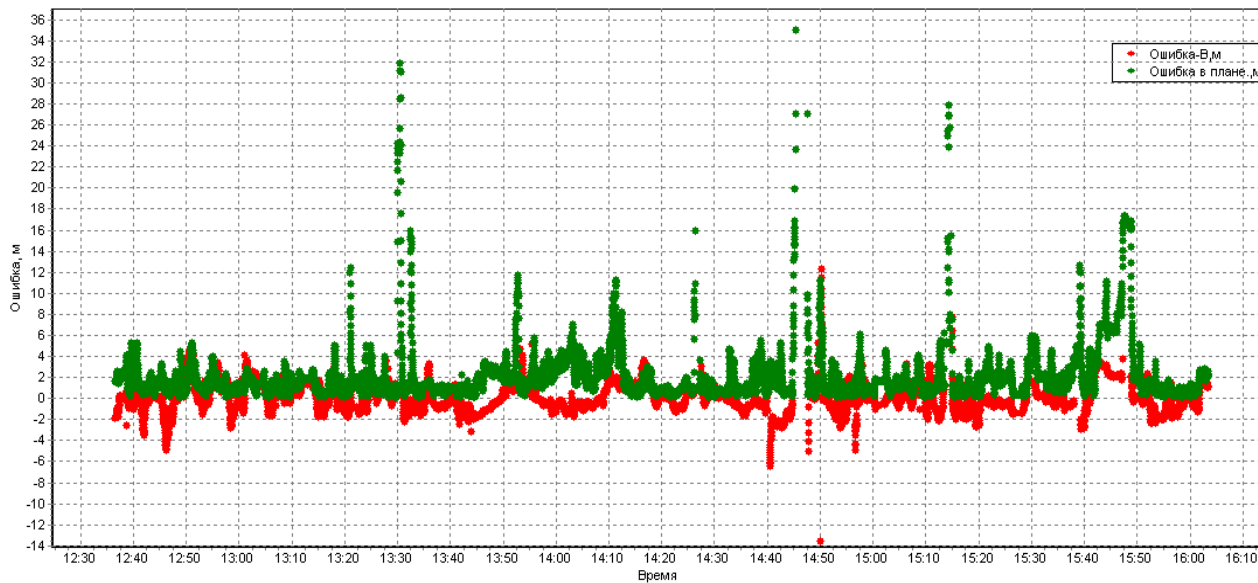


Рисунок 4 График ошибок в плане и по высоте НАП NV08C

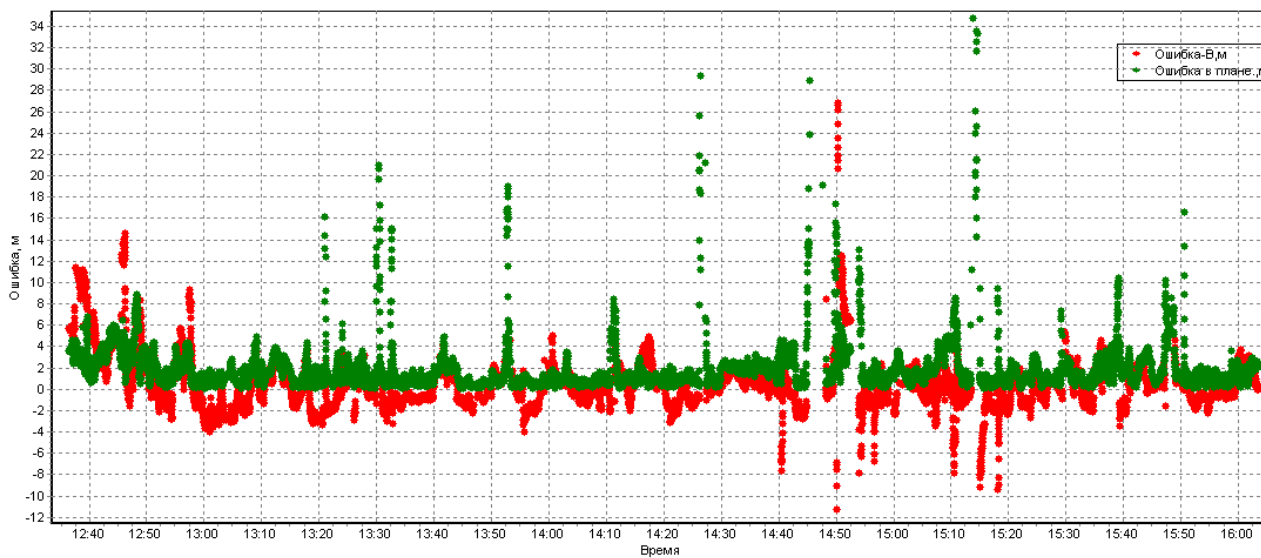


Рисунок 5 График ошибок в плане и по высоте НАП NV08C-СДКМ

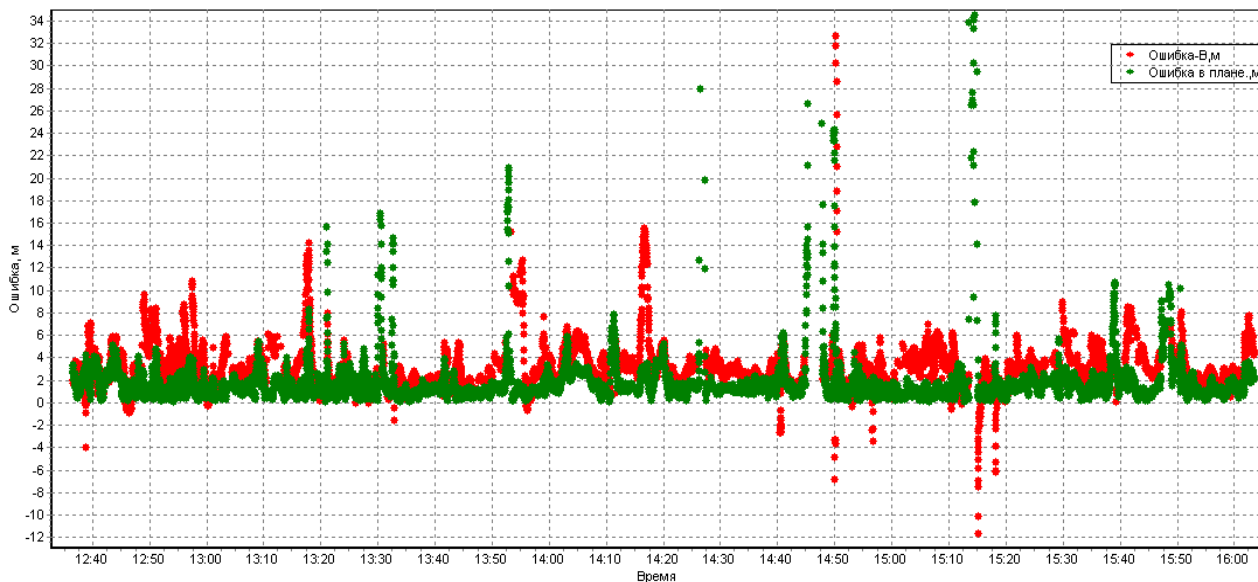


Рисунок 6 График ошибок в плане и по высоте НАП NV08C-RTK (значения выше 35м обрезаны)

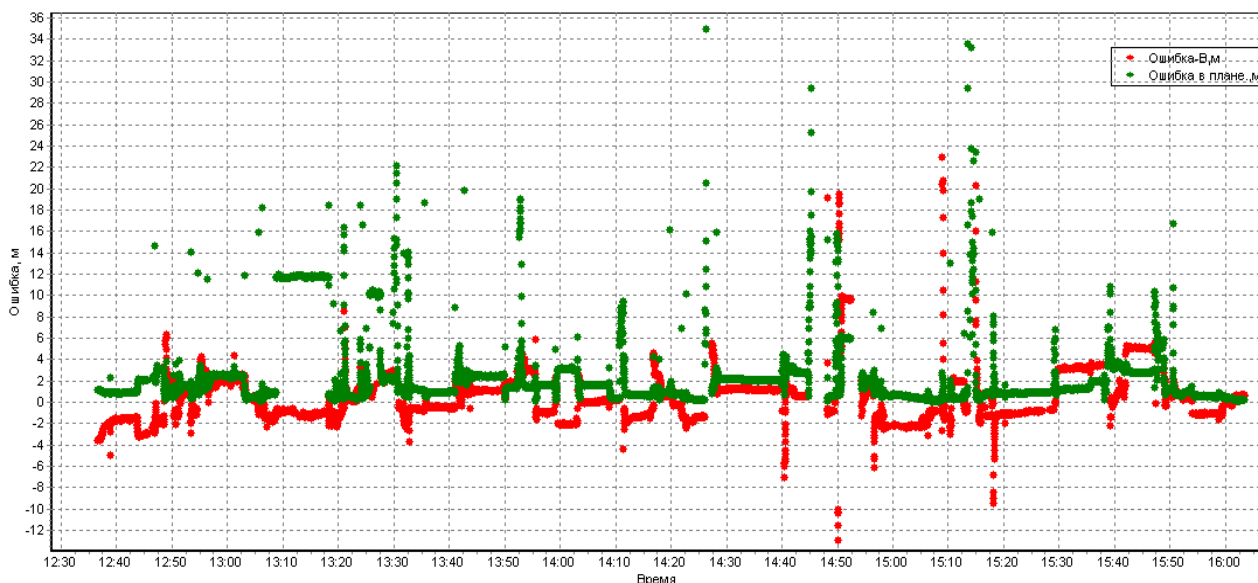


Рисунок 7 График ошибок в плане и по высоте НАП NV08C-Filtr (значения выше 35м обрезаны)

8.2.4 При расчете точностных характеристик NV08C-СДКМ показания данной НАП были сдвинуты по времени на -1с. Необходимость такого сдвига иллюстрируют рисунки 8 и 9, на которых показаны графики изменения широты и долготы контрольной траектории и NV08C-СДКМ на минутных интервалах.

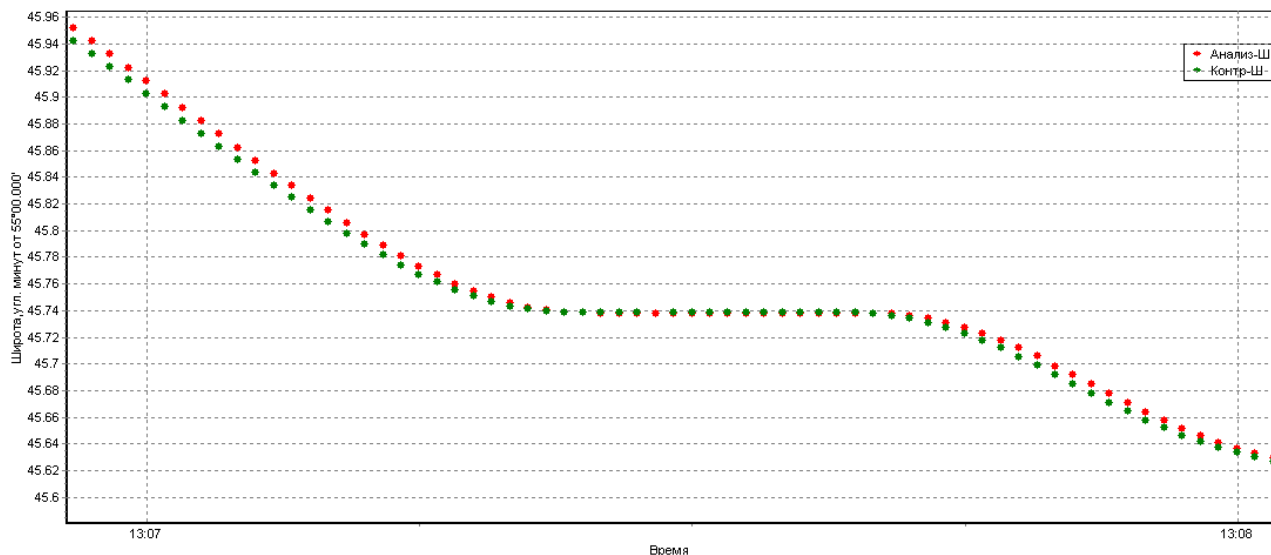


Рисунок 8 Графики изменения широты контрольной траектории (зеленая линия) и широты NV08С-СДКМ (красная линия) на минутном интервале

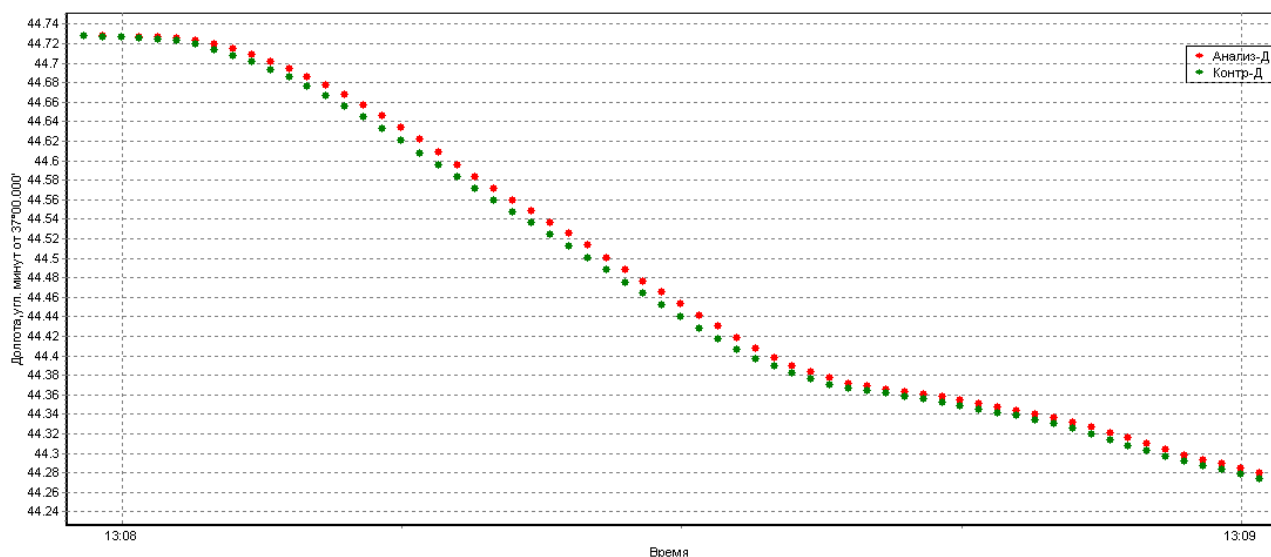


Рисунок 9 Графики изменения долготы контрольной траектории (зеленая линия) и широты NV08С-СДКМ (красная линия) на минутном интервале

8.2.5 Доли навигационных определений в различных режимах для НАП, принимавших корректирующую информацию (КИ), показаны в таблице 3

Таблица 3 Доли навигационных определений в различных режимах НАП, принимавших КИ

НАП	Абсолютный	DGPS
NV08С-СДКМ	31%	69%
NV08С-RTK	40%	60%

8.2.6 Итоговые предельные погрешности местоопределений НАП в плане и по высоте по уровню вероятности 0.5 и 0.95 приведены в виде диаграмм на рисунках 10 и 11.

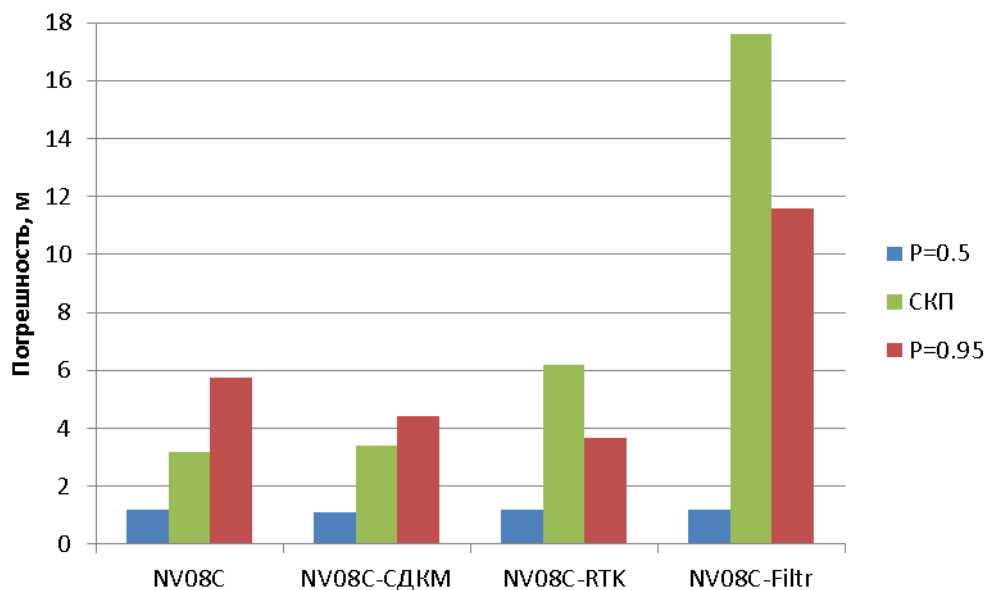


Рисунок 10 Итоговые предельные погрешности и СКП в плане испытанных НАП

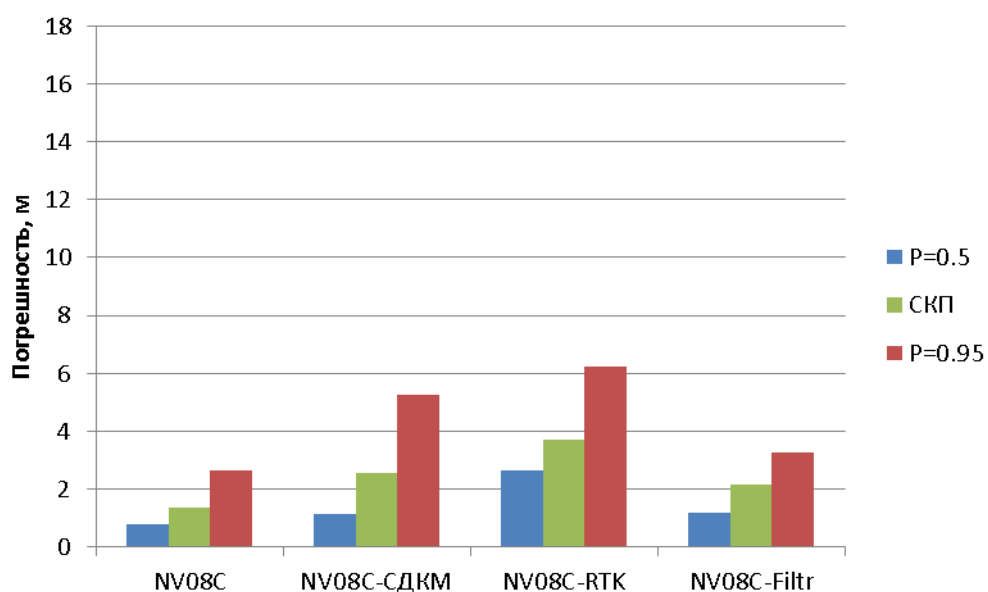


Рисунок 11 Итоговые предельные погрешности и СКП по высоте испытанных НАП

9 ВЫВОДЫ

9.1 Испытания проводились в условиях плотной и часто высотной городской застройки. С точки зрения спутниковой навигации данные условия можно охарактеризовать как достаточно сложные. При ограничении по углу места – больше 15° среднее количество видимых НКА для ГЛОНАСС составило 6.4, для GPS – 7.8. Доля местопределений, когда условия навигации были хорошими ($PDOP < 6$): по ГЛОНАСС - 96.9%, по GPS - 94.6%, по совмещенной системе – 98.7%.

9.2 В этих условиях НАП NV08C, работающая в абсолютном режиме, показала достаточно хорошие результаты – погрешность позиционирования: 1.2м по уровню вероятности 0.5 и 5.7м по уровню вероятности 0.95 (здесь и далее говорится об ошибке в плане).

9.3 В тех же условиях аналогичная НАП, использующая корректирующую информацию от СДКМ, показала несколько лучшие результаты – 1.1м и 4.4м соответственно. Однако ее показания потребовали корректировки – сдвига на -1с по времени.

9.4 НАП, использующая RTK-поправки от сети станций Навгеоком, продемонстрировала заметное улучшение точности позиционирования по уровню вероятности 0.95 по сравнению с абсолютным режимом (с 5.7м до 3.7м). При этом точность по уровню вероятности 0.5 существенно не изменилась, а СКП увеличилась.

9.5 Использование дополнительного программного фильтра не изменило точность позиционирования по уровню вероятности 0.5. При этом наблюдались отдельные пиковые выбросы ошибок, в результате чего погрешность по уровню 0.95 возросла почти в два раза, а СКП - в пять раз.

И.о. начальника лаборатории отд. 3041

В.Л.Лапшин