



Дата: 03.10.2013

ПРОТОКОЛ № 10

проведения испытаний с использованием Мобильной измерительно-диагностической лаборатории (МИДЛ)

1 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

- 1.1 Оценка потребительских характеристик ГНСС, контроль условий приема навигационных сигналов в Калужском регионе.
- 1.2 Проверка работоспособности технического оборудования.
- 1.3 Тип испытаний – плановый рейд по свободным маршрутам.

2 ВРЕМЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

- 2.1 Испытания проводились с 6:00:00 3.10.2013 по 23:00:00 4.10.2013 МСК.
- 2.2 Место проведения испытаний – р-н а/п Внуково, Калужская область, г.Калуга, МКАД.

3 СРЕДСТВА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

- 3.1 Стационарный контрольный навигационный приемник - TRIMBLE NetR5 серийный номер 4711K05226, антенна Trimble - Zephyr II Geo серийный номер TRM41249.
- 3.2 Мобильный контрольный навигационный приемник – Javad Sigma (TRE_G3TH) серийный номер 00745, антенна GrAnt-G3T, серийный номер 01992.
- 3.3 Мобильный контрольный навигационный приемник – Javad Legacy (EGGDT), идентификатор 8RS1XI28A9S, антенна MagAnt.
- 3.4 Навигационная аппаратура потребителя (НАП): Навигационный приемник МНП-М7 зав. № 10479, антенна АУУ-1МТ, зав. № 62042022.
- 3.5 Навигационная аппаратура потребителя (НАП): Навигационный приемник _____ производства КБ «Навис» (далее – НАП Навис).
- 3.6 Гироскоп датчик CRS09-12
- 3.7 Одометрический датчик угловых перемещений E6C2-CWZ6C.
- 3.8 Данные наблюдений с референчных пунктов ex5e, zwe2.
- 3.9 Методика проведения испытаний – в соответствии с эксплуатационной документацией МИДЛ (ГЮИД 469339.000)

4 ПРОВЕРЯЕМЫЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГНСС

- Количество видимых навигационных космических аппаратов (НКА) различных ГНСС
- Геометрические факторы ухудшения точности

5 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИСПЫТАНИЙ

- 5.1 Перемещение по маршруту: а/п Внуково – до г.Калуга (по Киевскому шоссе - М3) – по г.Калуге и пригородной зоне – г.Серпухов – г.Москва (по М2), МКАД (юг-северовосток) с записью:
 - сырых измерений контрольных навигационных приемников,

- показаний НАП.

5.2 Расчет контрольных траекторий.

5.3 Определение локальных потребительских характеристик ГНСС.

5.4 Сравнительный анализ точностных характеристик образцов НАП.

6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ.

6.1 Испытания в районе аэропорта Внуково

6.1.1 Маршрут движения при проведении испытаний

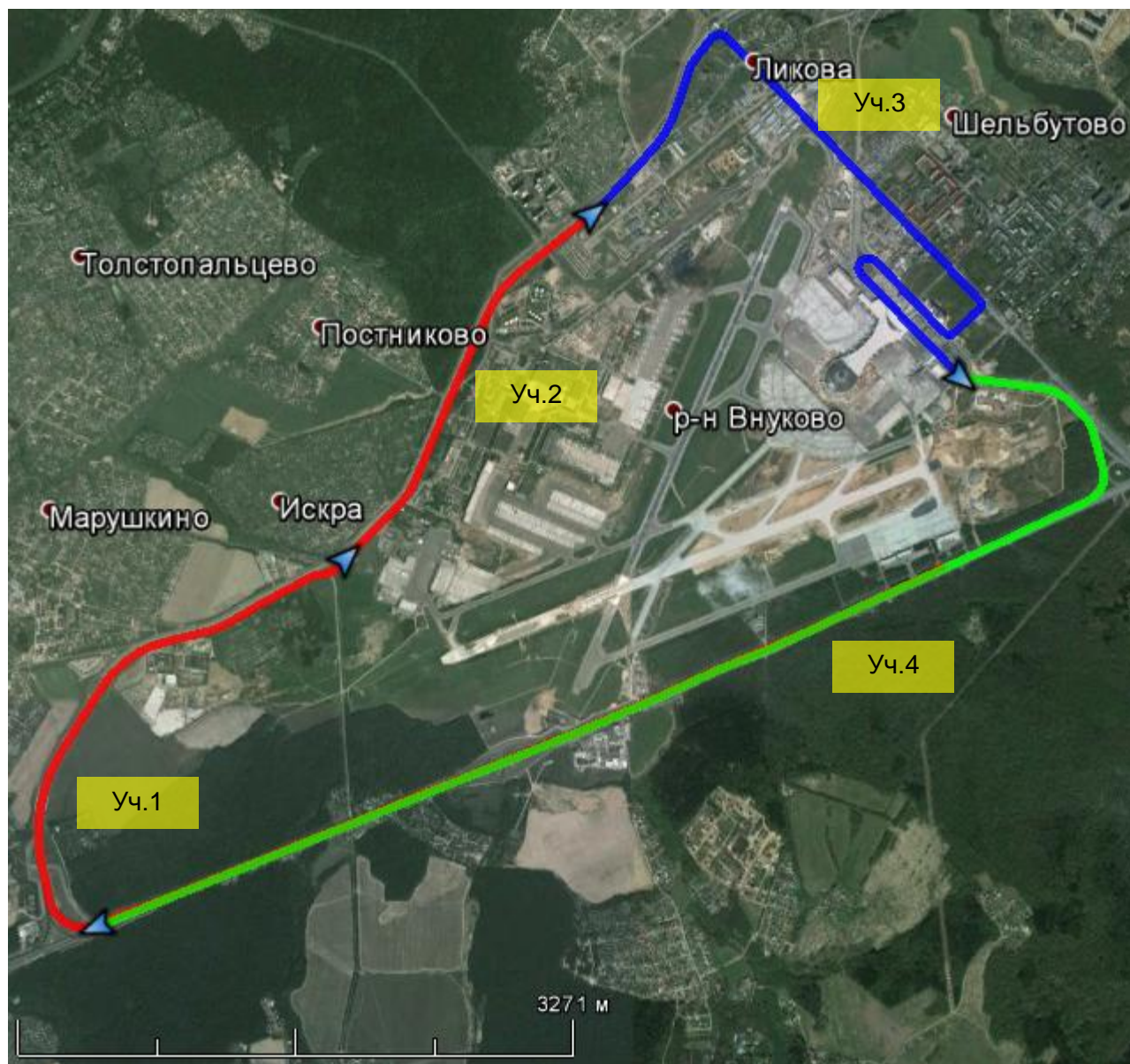


Рисунок 1 Маршрут движения при испытаниях в районе аэропорта Внуково

6.1.2 Количество видимых НКА различных ГНСС при проведении испытаний

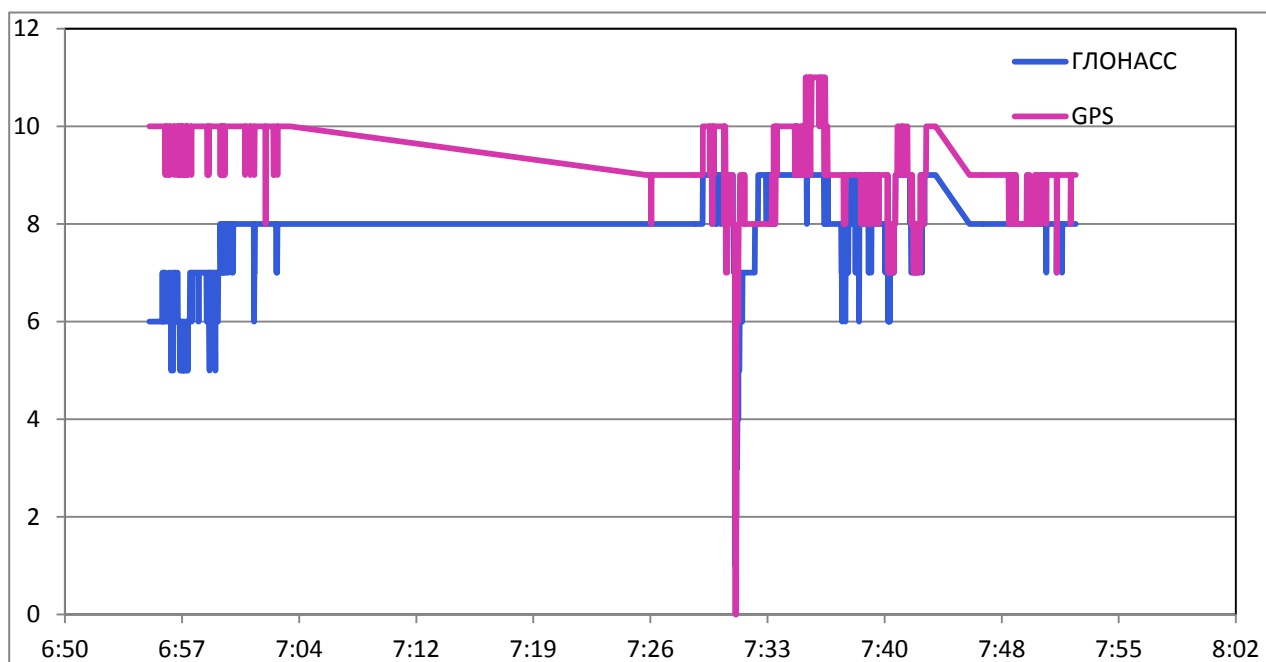


Рисунок 2 Количество видимых НКА при испытаниях в районе аэропорта Внуково, мобильный сегмент

Таблица 1. Среднее количество видимых НКА, Внуково, мобильный сегмент

	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
ГЛОНАСС	7.1	8.0	8.4	8.0
GPS	9.9	8.9	9.2	8.8

6.1.3 Геометрические факторы ухудшения точности.

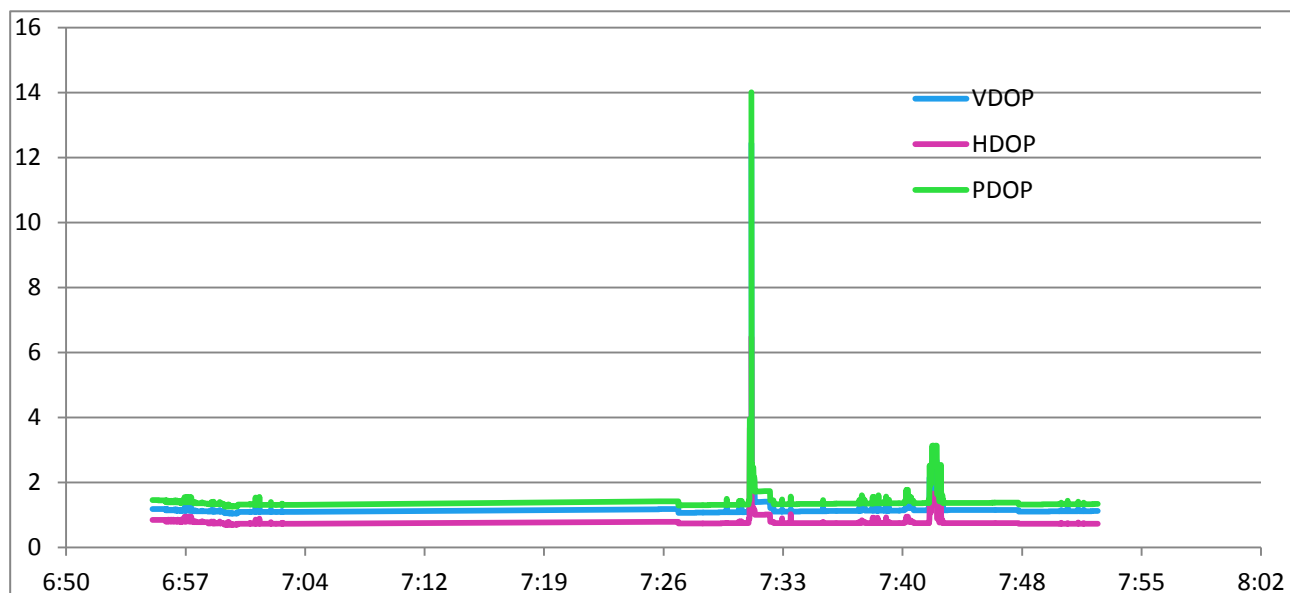


Рисунок 3 Геометрические факторы при испытаниях в районе аэропорта Внуково, мобильный сегмент

Таблица 2. Средние значения геометрических факторов ухудшения точности, Внуково, мобильный сегмент

	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
PDOP	1.35	2.33	1.44	1.34
HDOP	0.76	1.25	0.79	0.73
VDOP	1.11	1.97	1.20	1.12

6.1.4 Статистические характеристики точности позиционирования НАП МНП-М7 по сигналам ГНСС

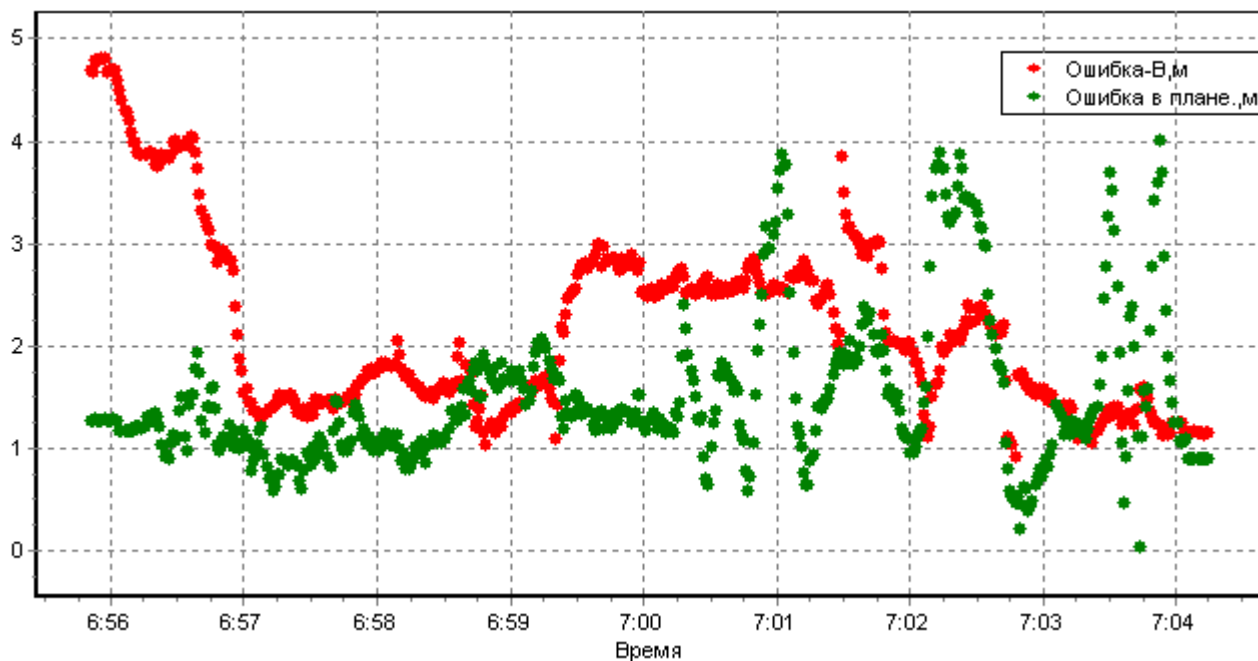


Рисунок 4 Ошибки позиционирования НАП при испытаниях в районе аэропорта Внуково – участок 1, режим GPS

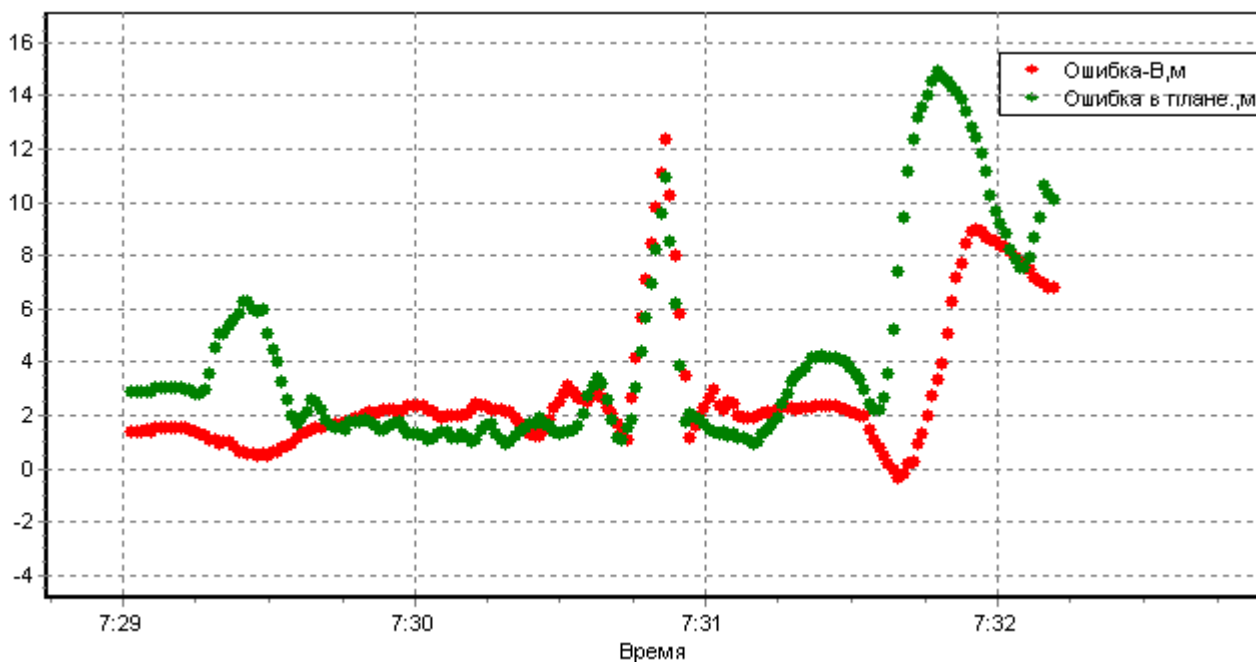


Рисунок 5 Ошибки позиционирования НАП при испытаниях в районе аэропорта Внуково – участок 2, режим GPS

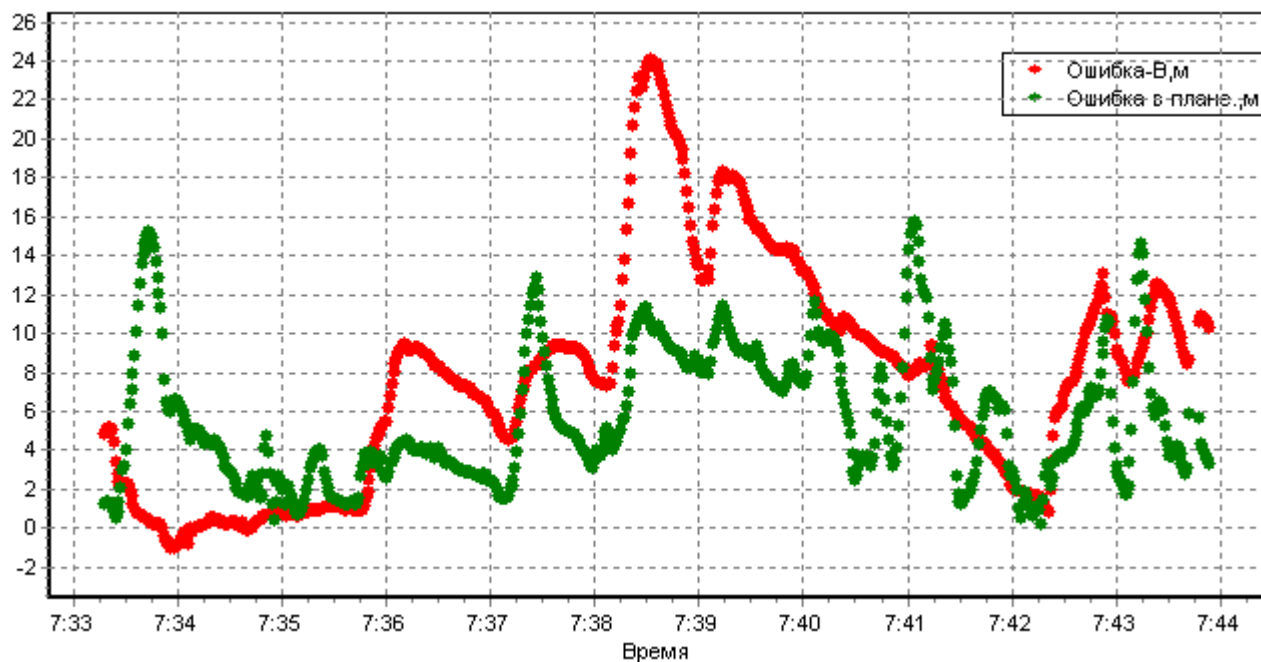


Рисунок 6 Ошибки позиционирования НАП при испытаниях в районе аэропорта Внуково – участок 3, режим ГЛОНАСС

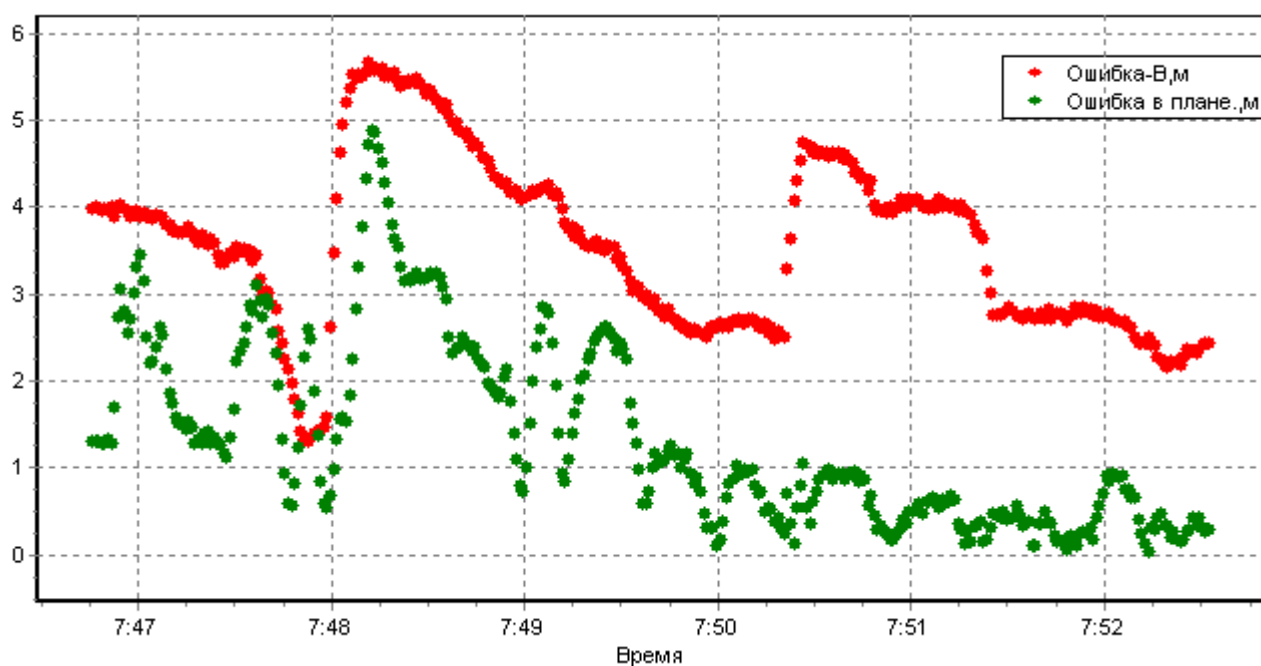


Рисунок 7 Ошибки позиционирования НАП при испытаниях в районе аэропорта Внуково – участок 4, режим ГЛОНАСС+GPS

Количественные характеристики ошибок позиционирования НАП при испытаниях в районе аэропорта Внуково приведены в Приложении 1.

6.2 Испытания в Калужской области

6.2.1 Маршрут движения при проведении испытаний

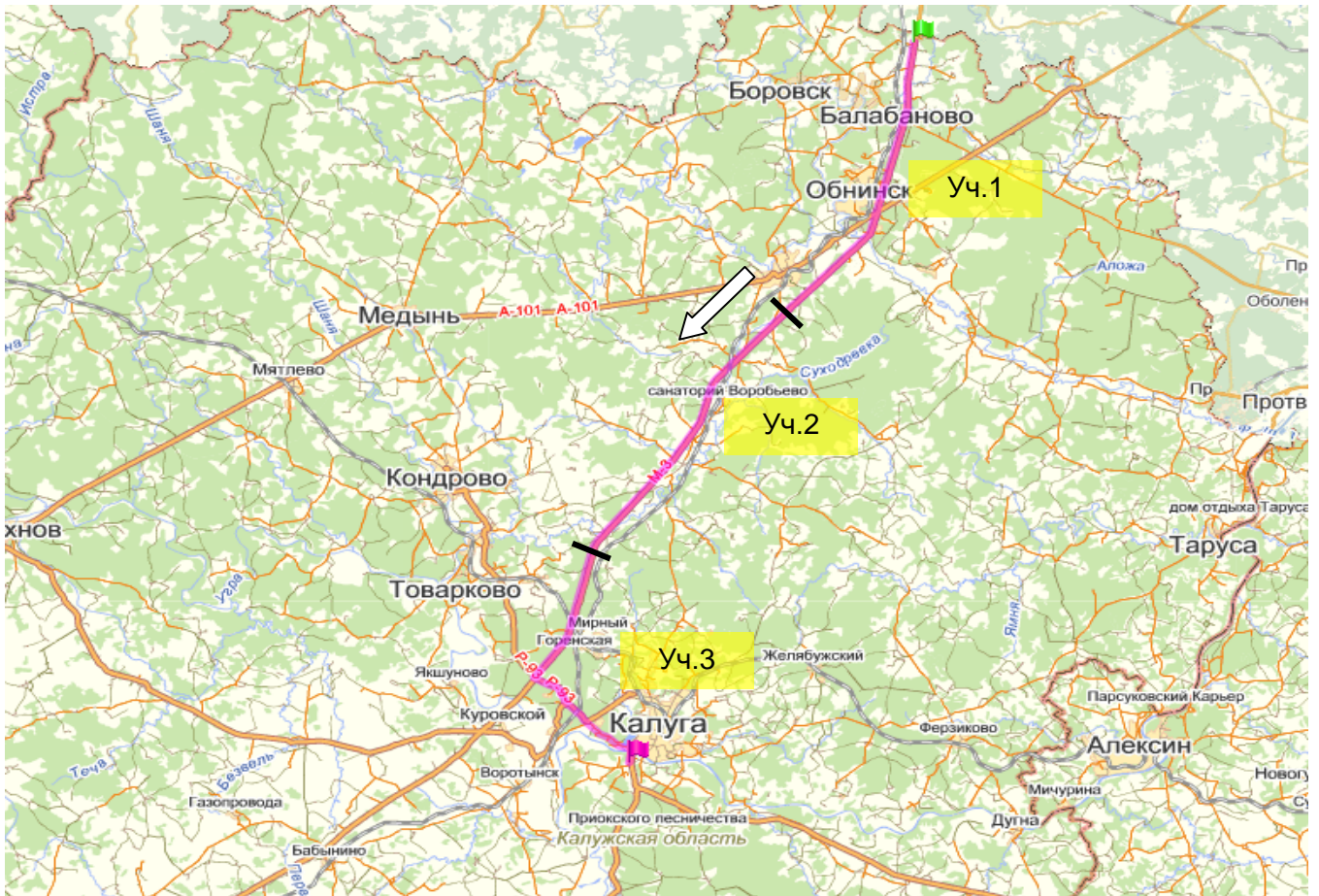


Рисунок 8 Маршрут движения по Калужской области - участки 1,2,3

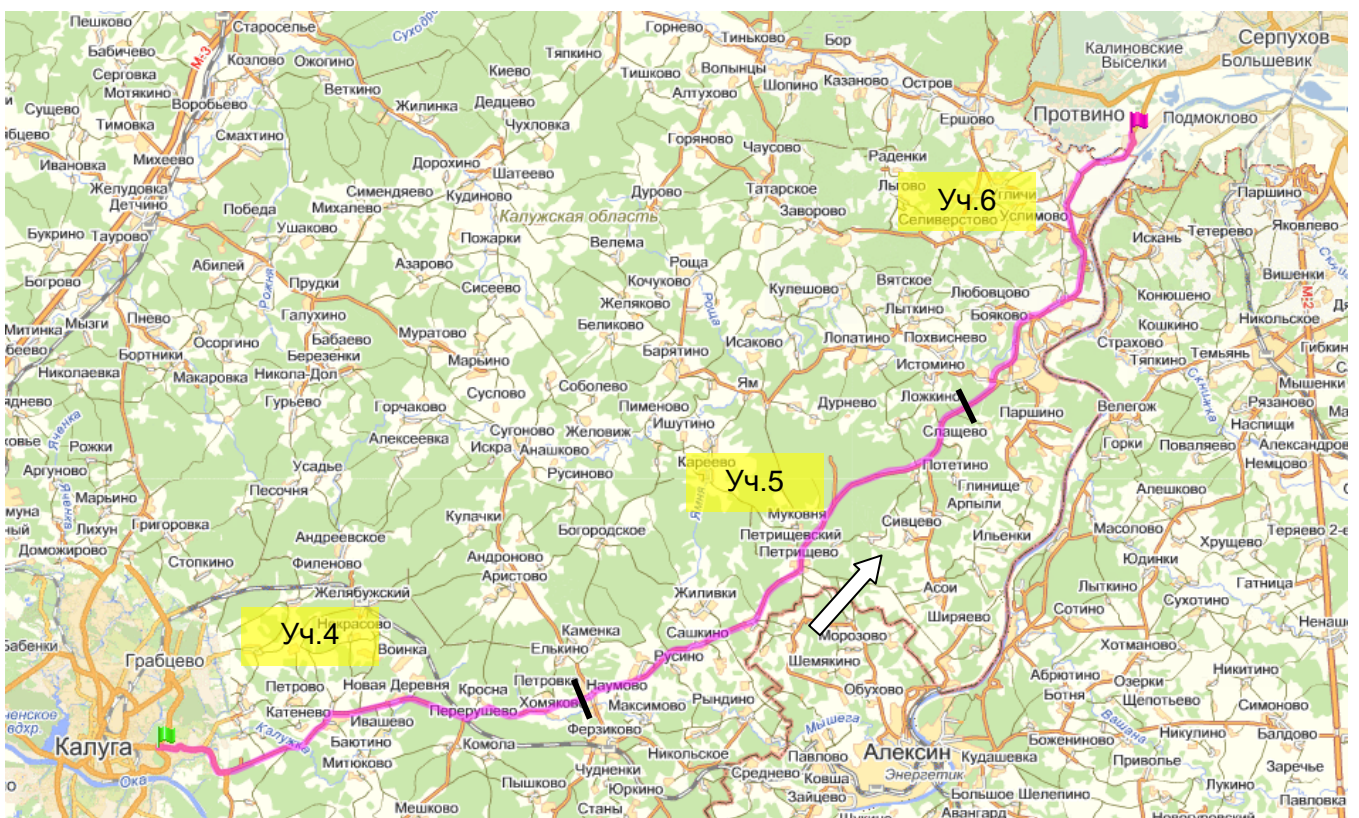


Рисунок 9 Маршрут движения по Калужской области – участки 4,5,6

6.2.2 Количество видимых НКА различных ГНСС

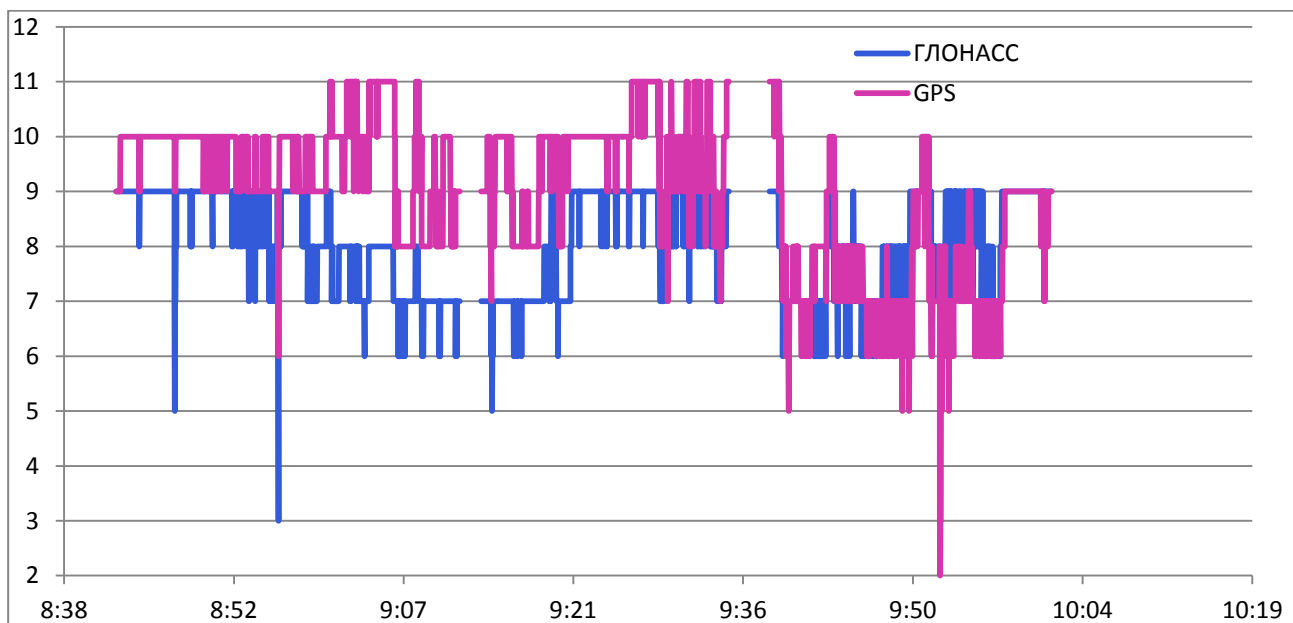


Рисунок 10 Количество видимых НКА - Калужская обл., участки 1,2,3, мобильный сегмент

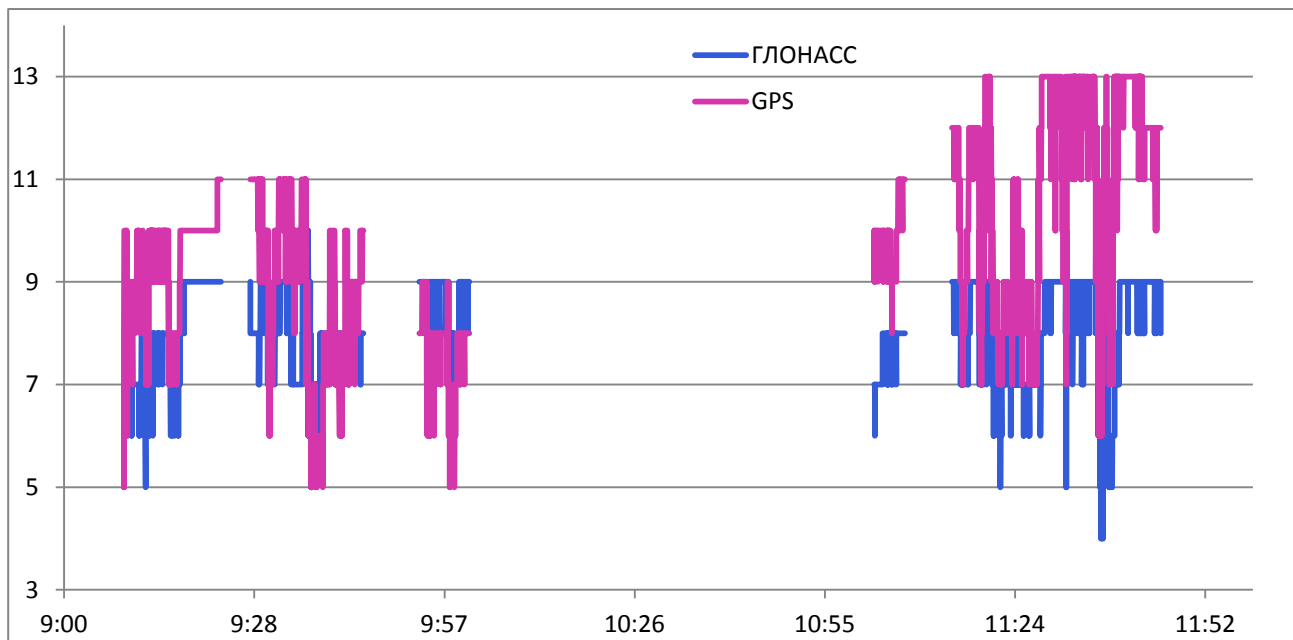


Рисунок 11 Количество видимых НКА - Калужская обл., участки 4,5,6, мобильный сегмент

Таблица 3. Среднее количество видимых НКА - Калужская обл.

	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5	Участок 6
ГЛОНАСС	8.2	8.2	7.9	7.9	8.1	8.4
GPS	9.7	9.6	7.8	9.2	9.1	11.6

6.2.3 Геометрические факторы ухудшения точности

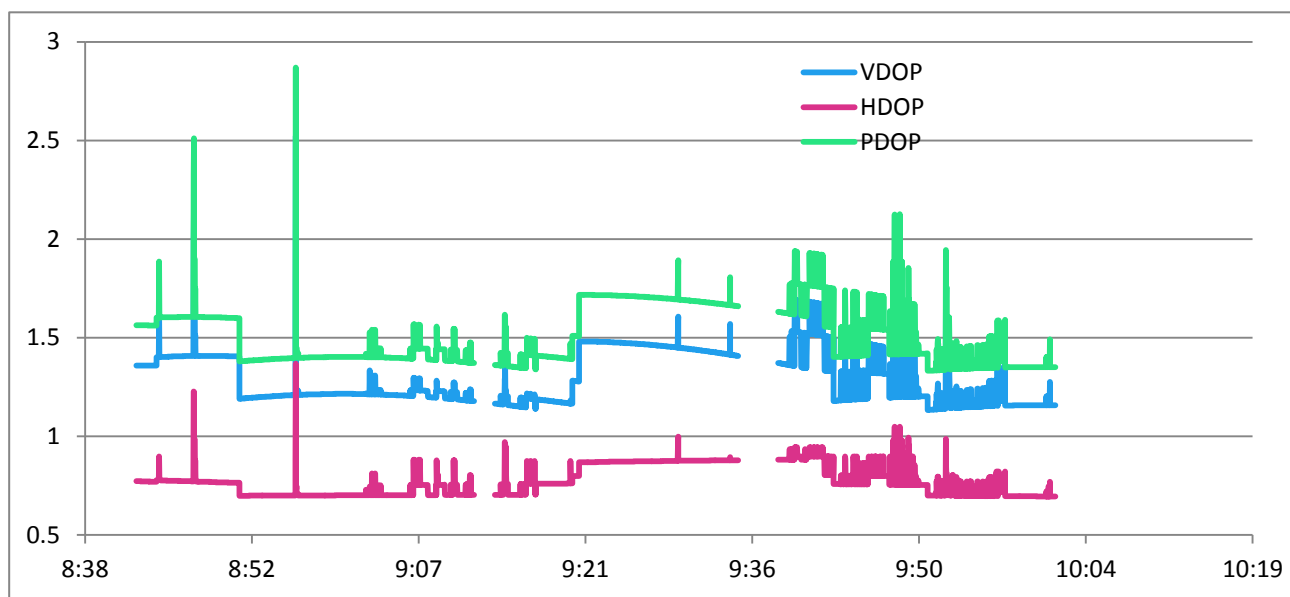


Рисунок 12 Геометрические факторы ухудшения точности - Калужская обл., участки 1,2,3, мобильный сегмент

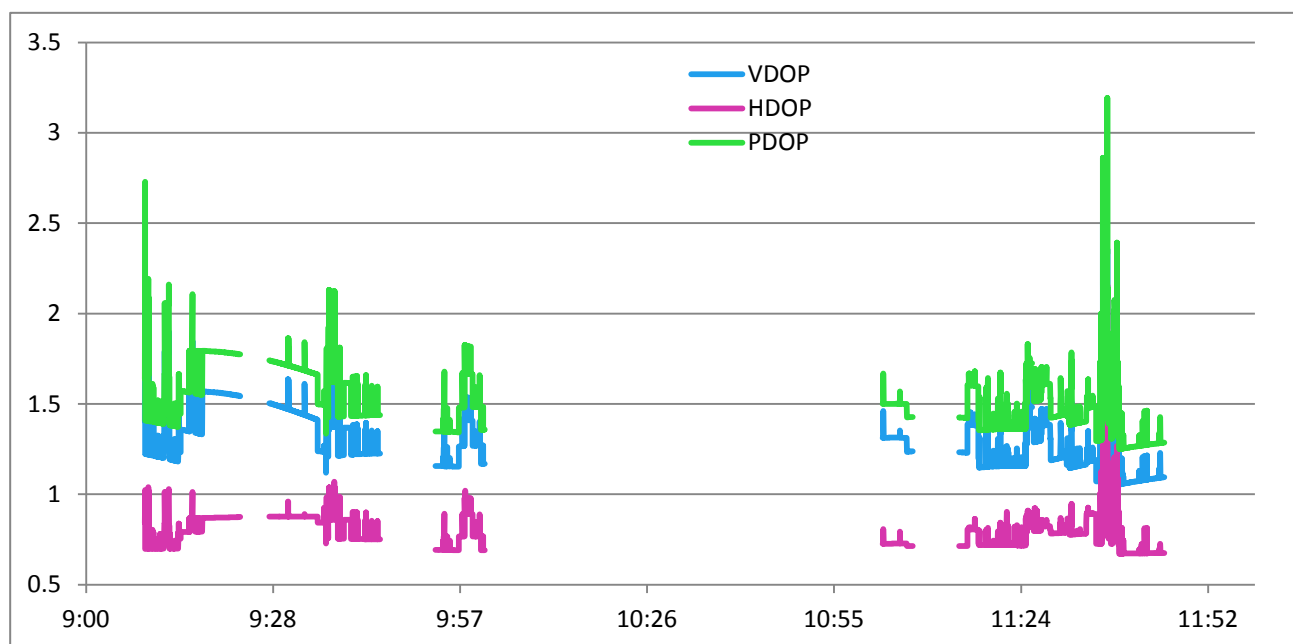


Рисунок 13 Геометрические факторы ухудшения точности - Калужская обл., участки 4,5,6, мобильный сегмент

Таблица 4. Средние значения геометрических факторов ухудшения точности - Калужская обл.

	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5	Участок 6
PDOP	1.46	1.59	1.48	1.62	1.46	1.44
HDOP	0.73	0.83	0.78	0.83	0.74	0.79
VDOP	1.27	1.36	1.27	1.39	1.26	1.20

6.2.4 Статистические характеристики точности позиционирования НАП

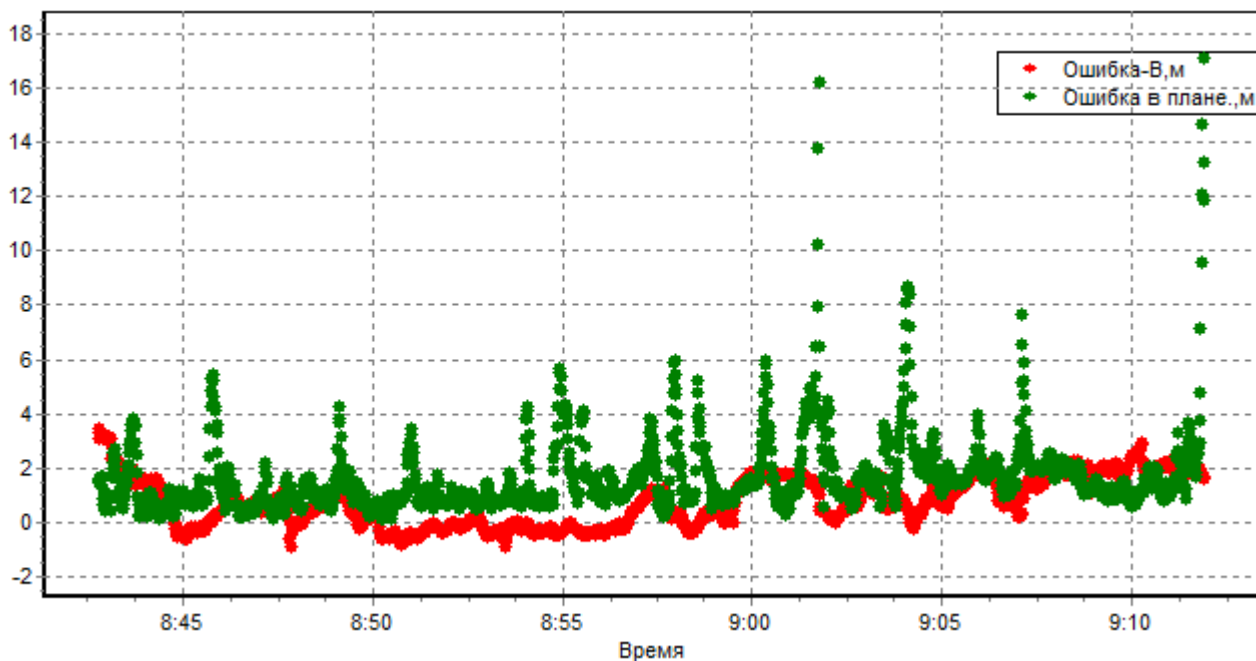


Рисунок 14 Ошибки позиционирования НАП - Калужская обл.,
участок 1, режим GPS

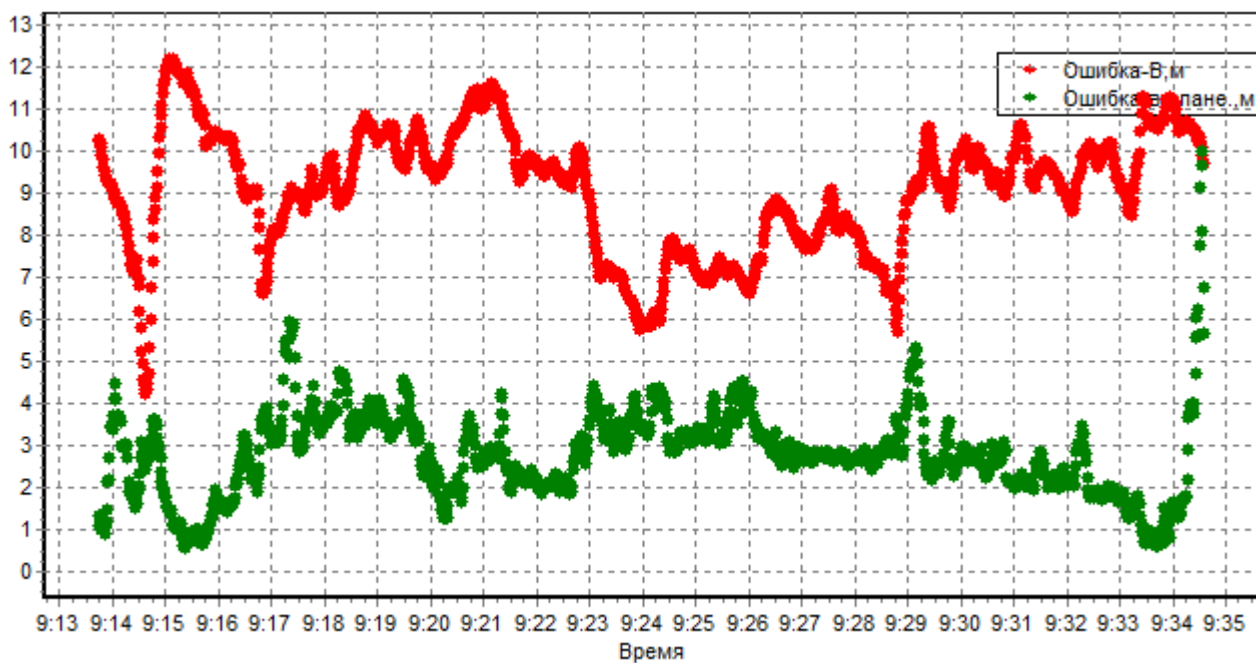


Рисунок 15 Ошибки позиционирования НАП - Калужская обл.,
участок 2, режим ГЛОНАСС

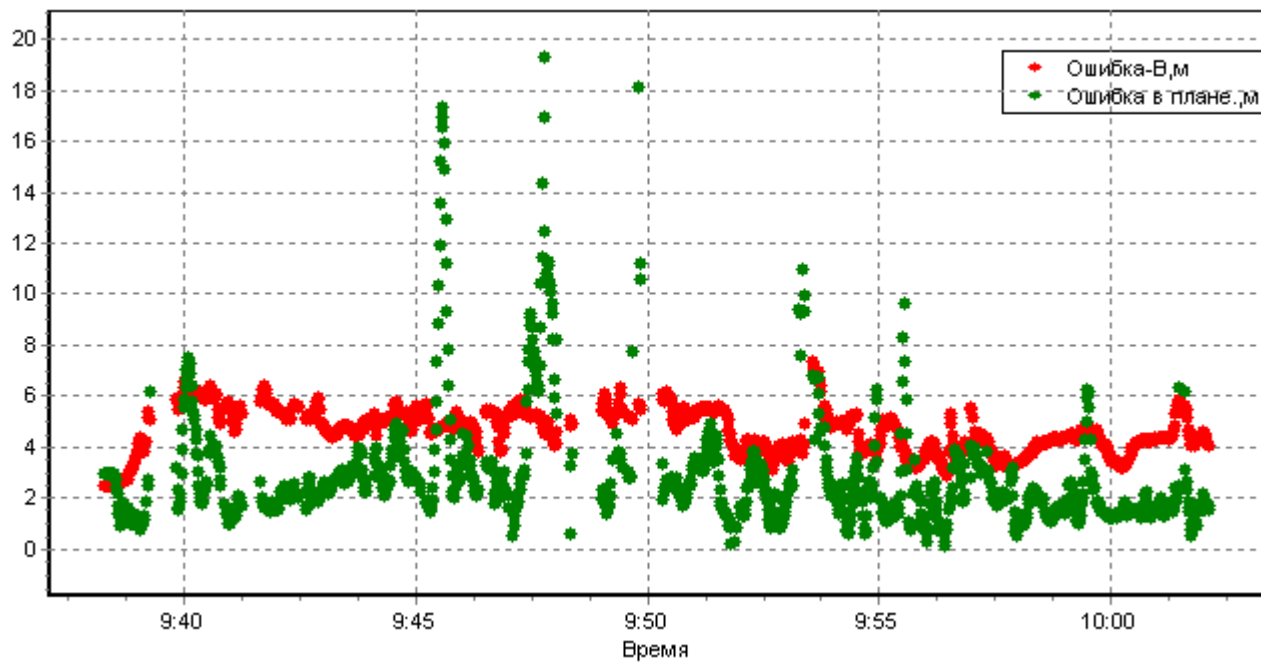


Рисунок 16 Ошибки позиционирования НАП - Калужская обл.,
участок 3, режим ГЛОНАСС+GPS

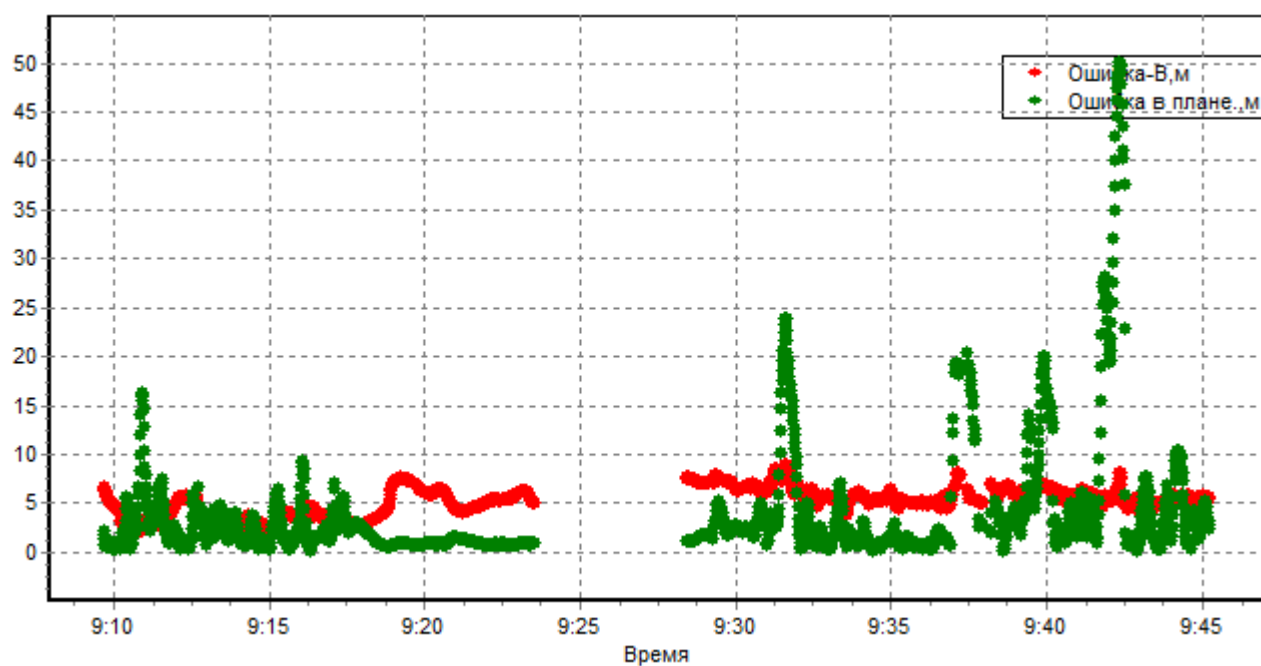


Рисунок 17 Ошибки позиционирования НАП - Калужская обл.,
участок 4, режим GPS

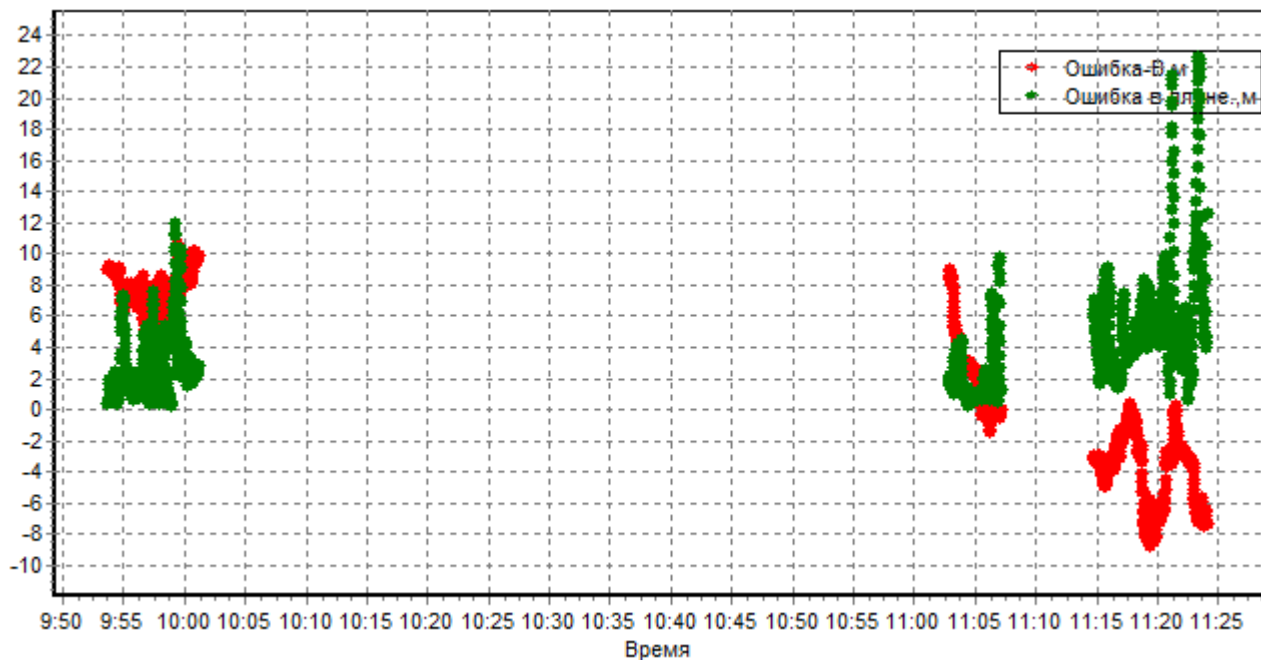


Рисунок 18 Ошибки позиционирования НАП - Калужская обл.,
участок 5, режим ГЛОНАСС

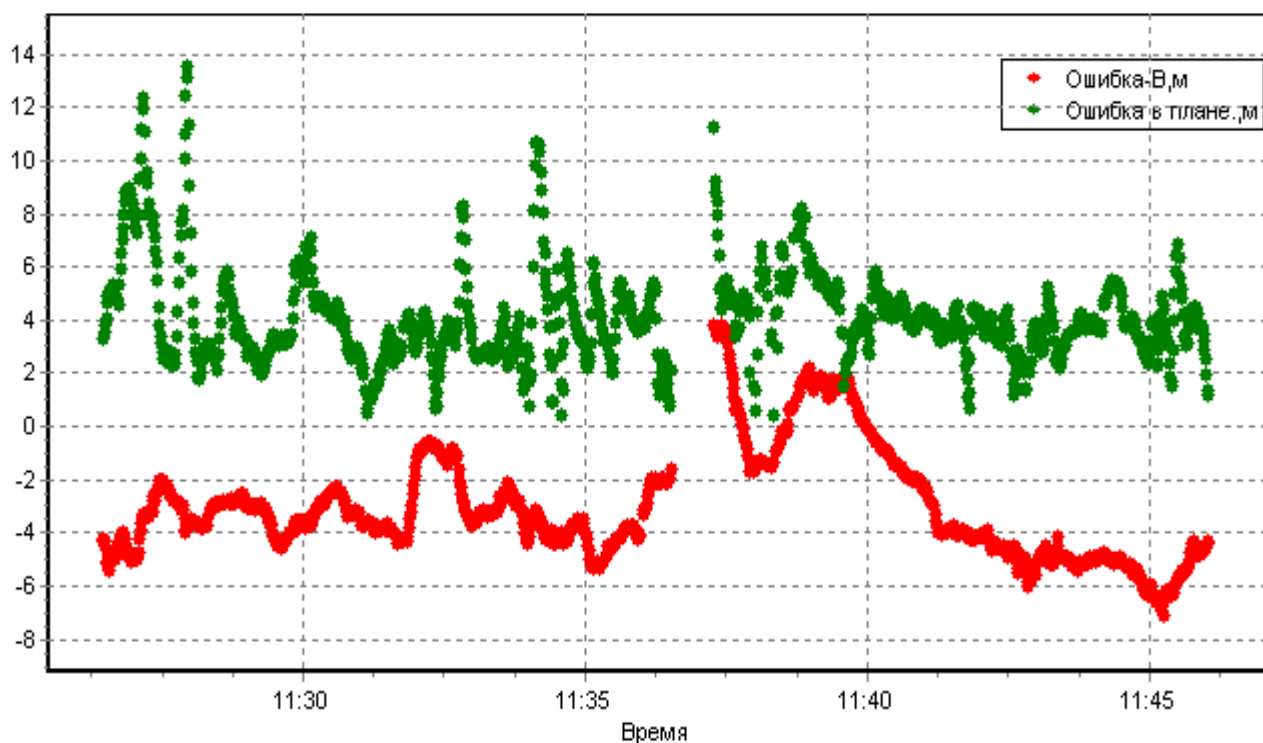


Рисунок 19 Ошибки позиционирования НАП - Калужская обл.,
участок 6, режим ГЛОНАСС+GPS

Количественные характеристики ошибок позиционирования НАП МНП-М7 в Калужской обл. для различных ГНСС приведены в Приложении 1

6.3 Испытания на МКАД

6.3.1 Маршрут движения при проведении испытаний



Рисунок 20 Маршрут движения по МКАД

6.3.2 Количество видимых НКА различных ГНСС при проведении испытаний на МКАД.

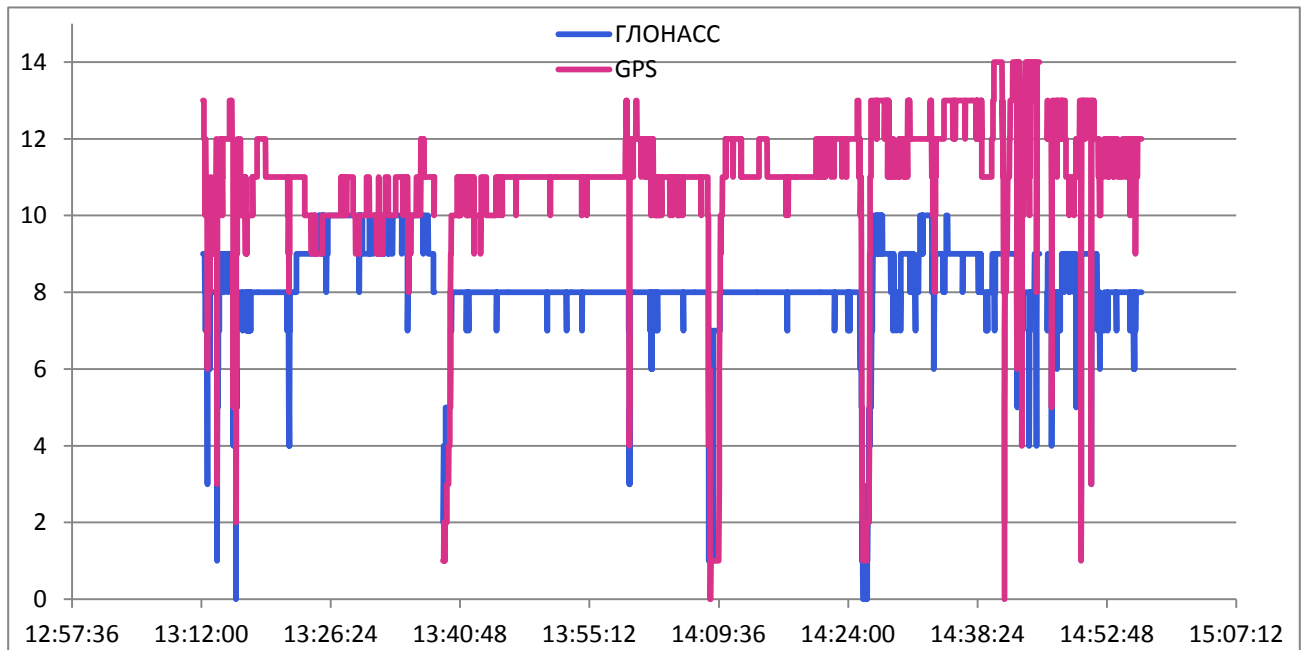


Рисунок 21 Количество видимых НКА – МКАД, мобильный сегмент

Таблица 5. Среднее количество видимых НКА, МКАД, мобильный сегмент

	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
ГЛОНАСС	8.9	8.3	8.4	8.1
GPS	10.5	11.4	12.5	11.9

6.3.1 Геометрические факторы ухудшения точности.

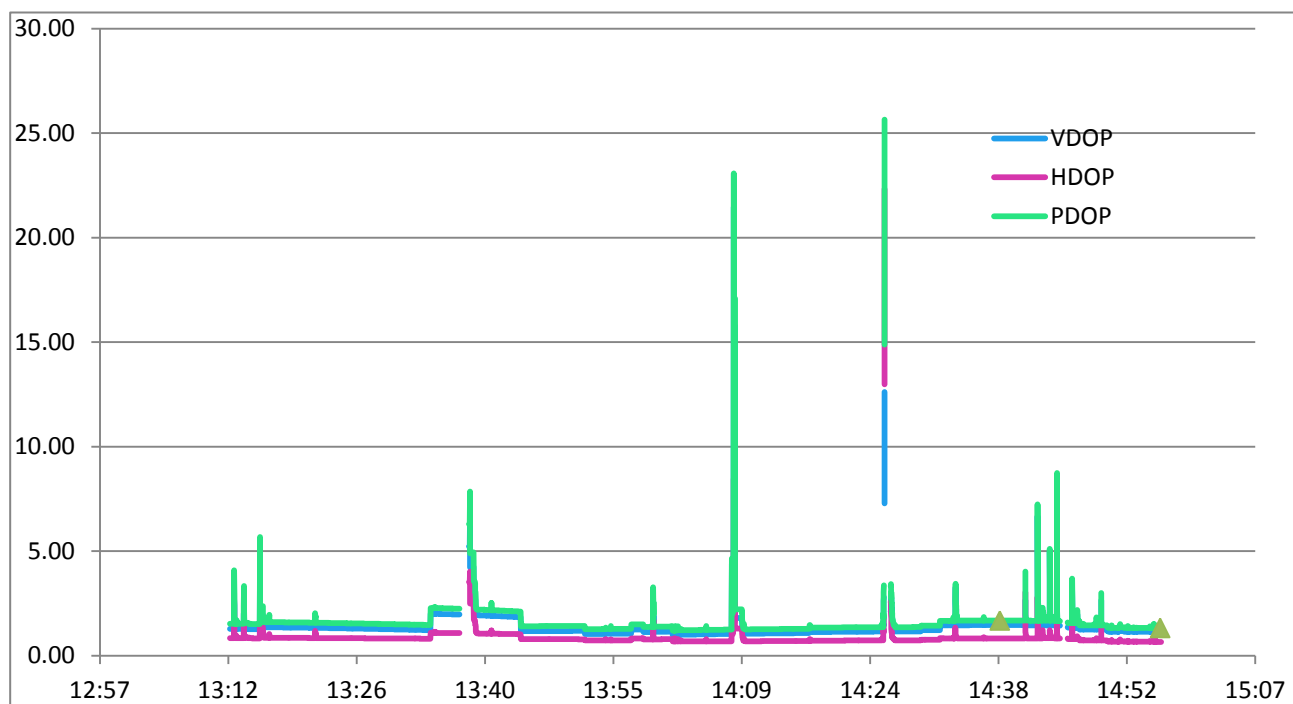


Рисунок 22 Геометрические факторы ухудшения точности – МКАД, мобильный сегмент

Таблица 6. Средние значения геометрических факторов ухудшения точности - МКАД, мобильный сегмент

	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
PDOP	1.65	1.48	1.81	1.33
HDOP	0.87	0.78	0.88	0.67
VDOP	1.40	1.26	1.58	1.15

6.3.1 Статистические характеристики точности позиционирования НАП

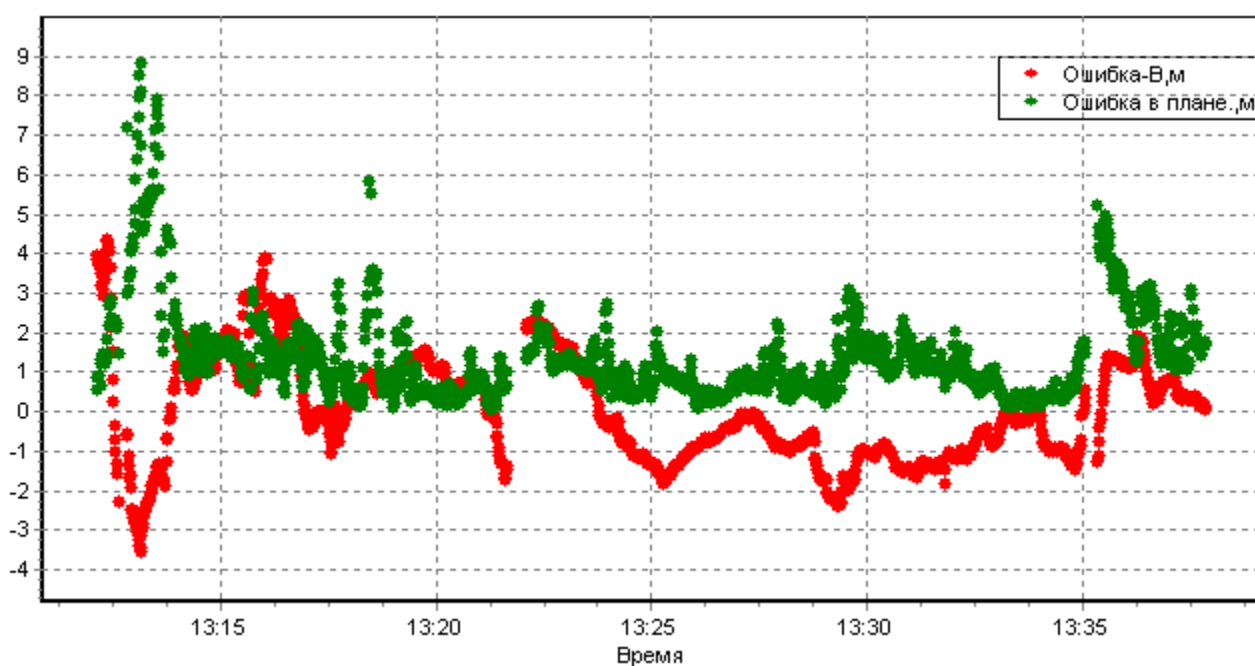


Рисунок 23 Ошибки позиционирования НАП - МКАД, участок 1, режим ГЛОНАСС+GPS

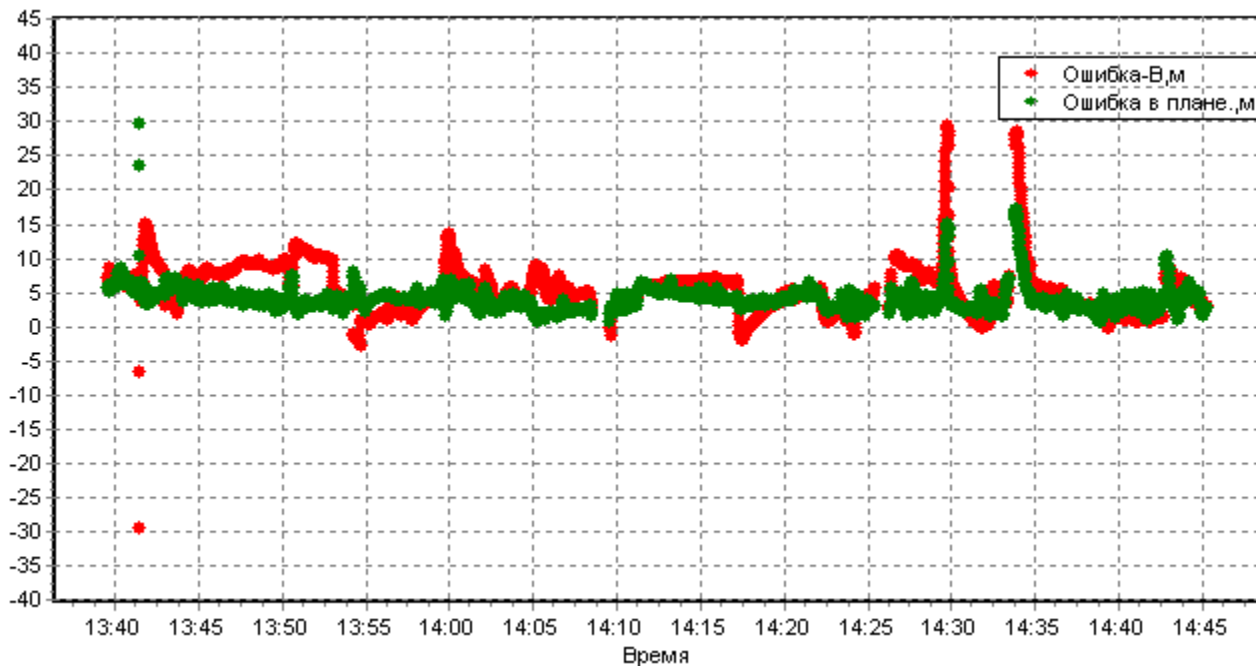


Рисунок 24 Ошибки позиционирования НАП - МКАД, участок 2, режим ГЛОНАСС

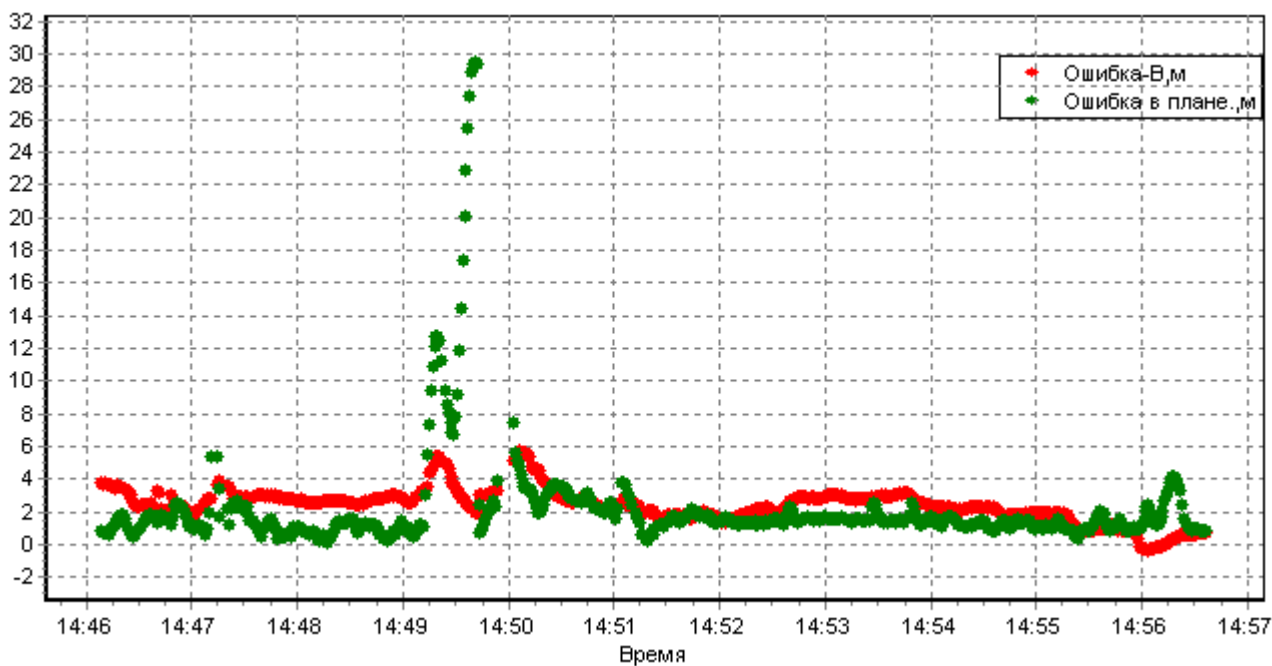


Рисунок 25 Ошибки позиционирования НАП - МКАД, участок 3, режим ГЛОНАСС+GPS

Количественные характеристики ошибок позиционирования НАП на МКАД при работе по различным ГНСС приведены в Приложении 1.

6.4 Испытания в Калуге

6.4.1 Маршрут движения при проведении испытаний

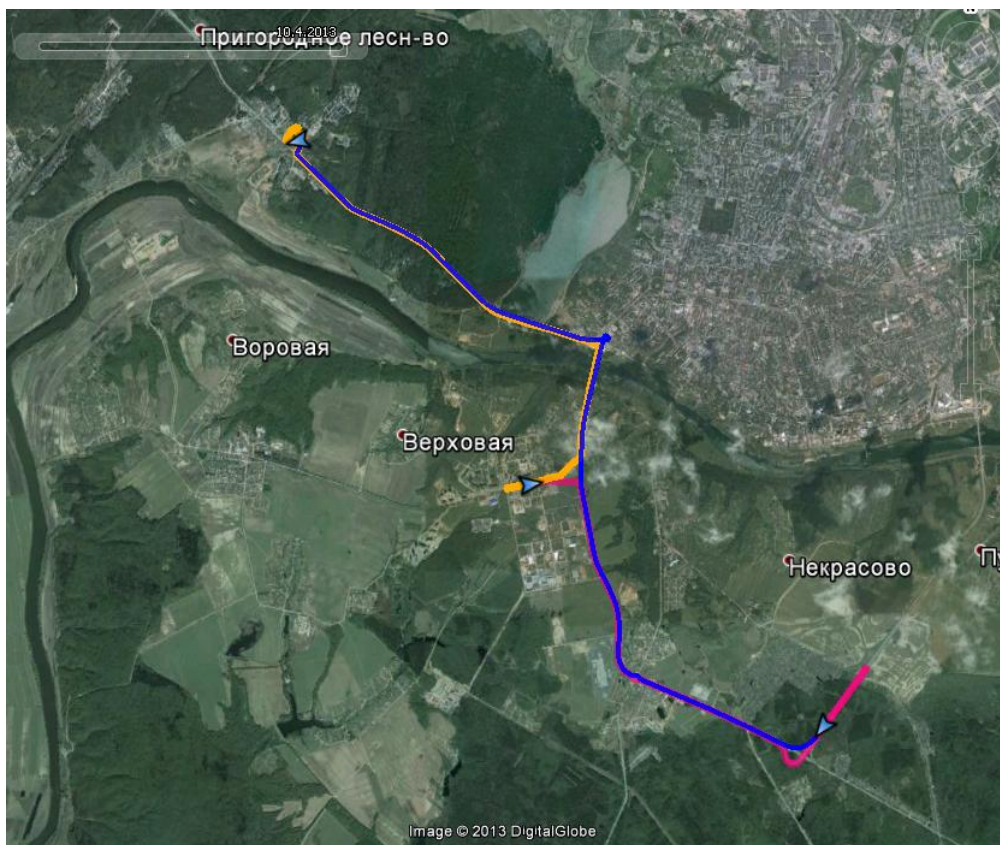


Рисунок 26 Маршрут движения по г.Калуга

6.4.2 Количество видимых НКА различных ГНСС при проведении испытаний в г.Калуга.

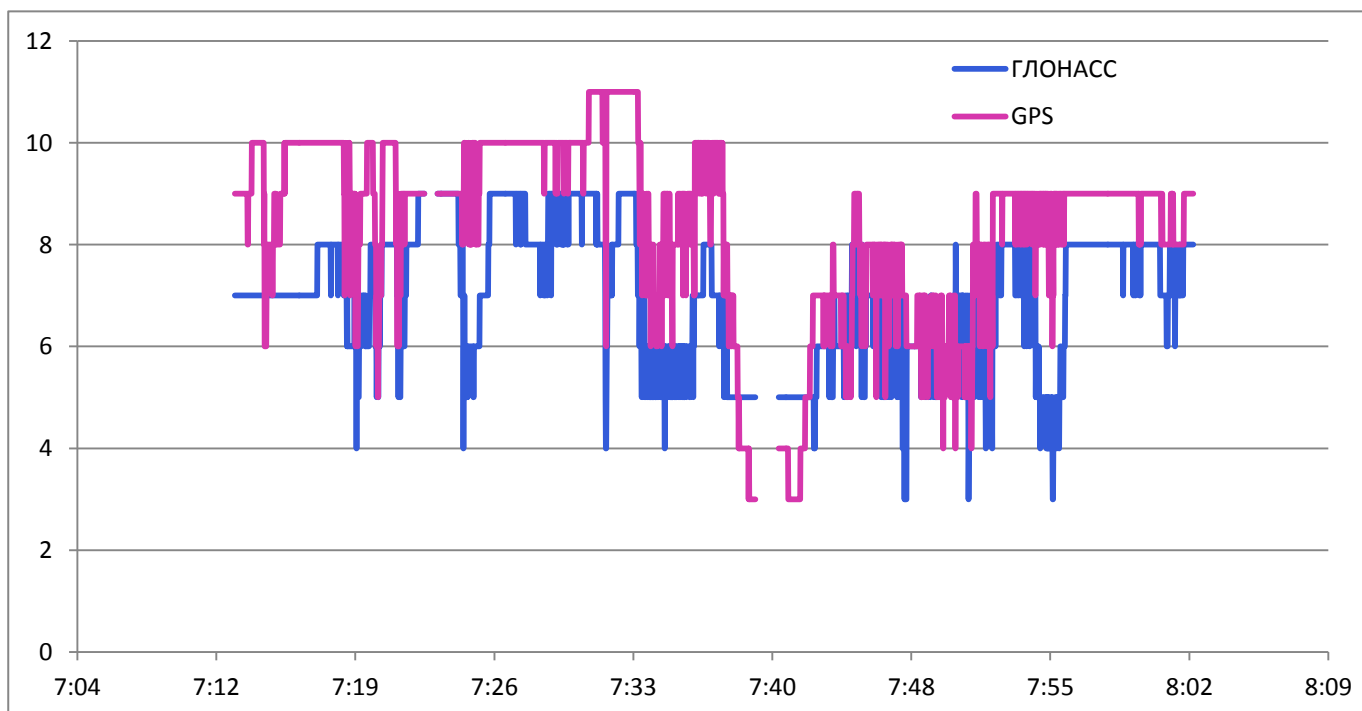


Рисунок 27 Количество видимых НКА – г.Калуга, мобильный сегмент

Таблица 7. Среднее количество видимых НКА, г.Калуга, мобильный сегмент

	Участок 1	Участок 2	Участок 3
--	-----------	-----------	-----------

ГЛОНАСС	7.2	7.4	6.6
GPS	9.2	9.1	7.5

6.4.3 Геометрические факторы ухудшения точности.

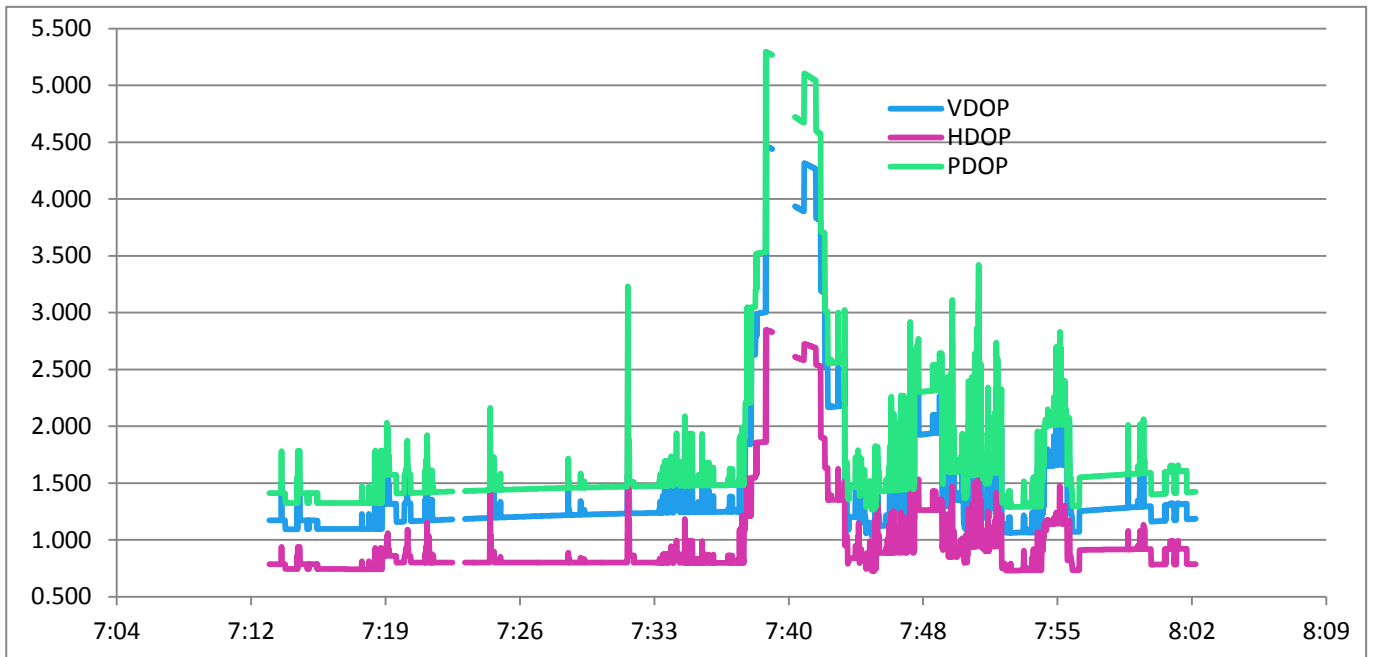


Рисунок 28 Геометрические факторы ухудшения точности – г.Калуга, мобильный сегмент

Таблица 8. Средние значения геометрических факторов ухудшения точности - г.Калуга, мобильный сегмент

	Участок 1	Участок 2	Участок 3
PDOP	1.42	1.68	1.94
HDOP	0.79	0.92	1.09
VDOP	1.17	1.41	1.60

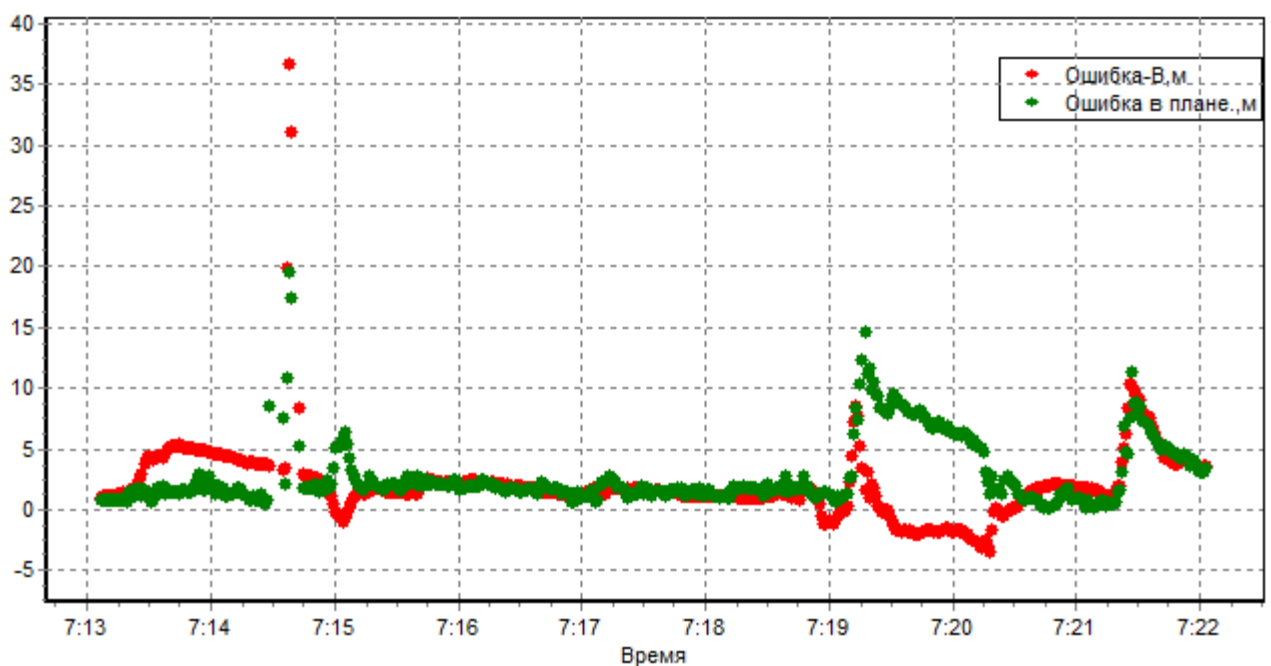


Рисунок 29 Ошибки позиционирования НАП Навис, г.Калуга участок 1, режим ГЛОНАСС+GPS

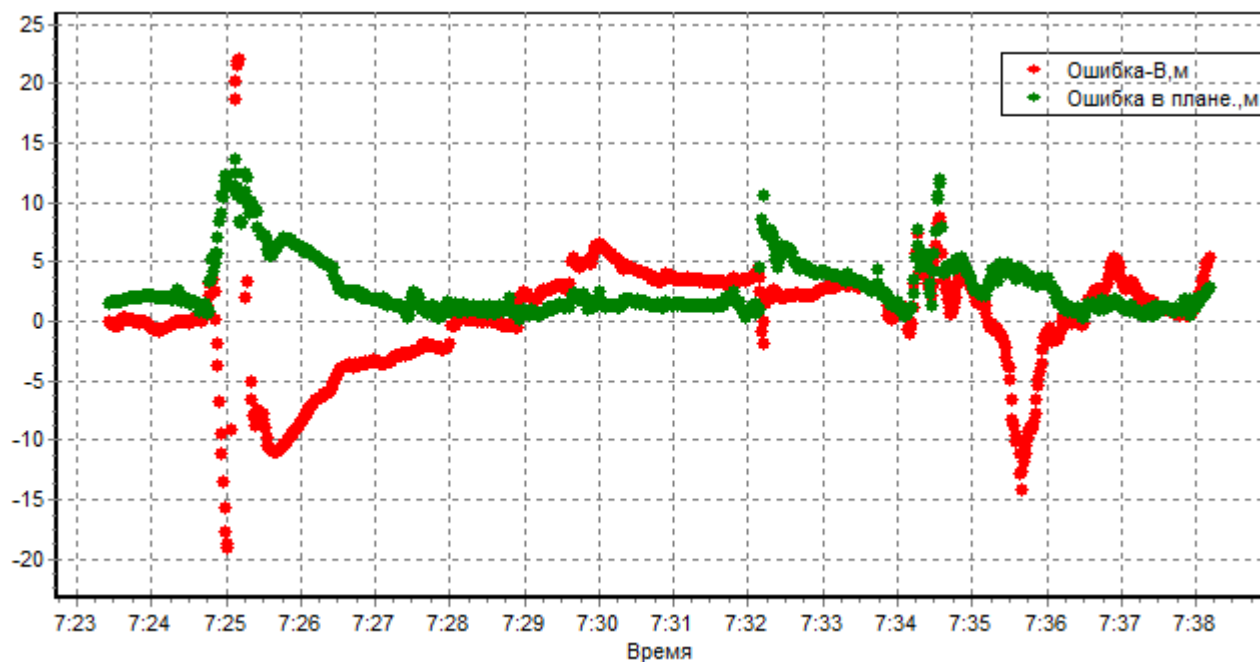


Рисунок 30 Ошибки позиционирования НАП Навис, г.Калуга участок 2, режим ГЛОНАСС+GPS

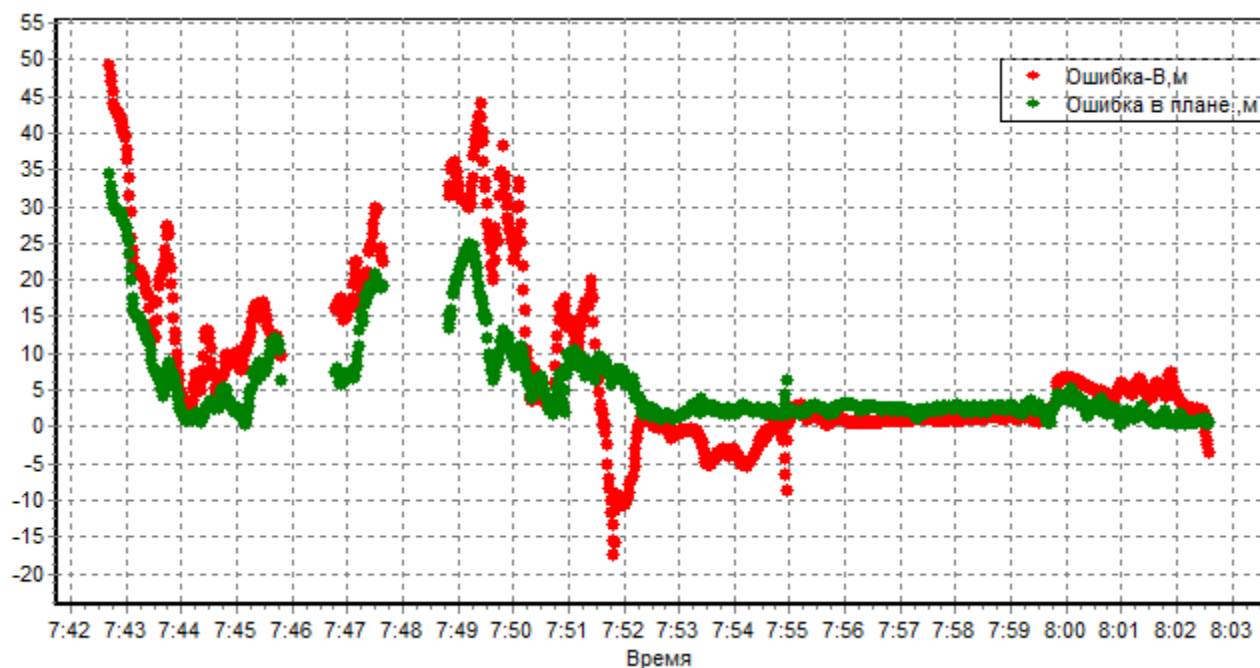


Рисунок 31 Ошибки позиционирования НАП Навис, г.Калуга участок 3, режим ГЛОНАСС+GPS

Сравнительные количественные характеристики ошибок позиционирования НАП МНП-М7 и Навис при испытаниях в г.Калуга приведены в Приложении 2.

Работа НАП Навис в городских условиях проиллюстрирована на рисунках 32, 33 на примере двух фрагментов участка 3. Оба рисунка – в одном масштабе. На рисунке 32 показана работа НАП на относительно открытом прямолинейном участке с хорошей видимостью навигационных спутников. Наблюдается хорошее совпадение местоопределений тестируемой НАП (синие точки) с контрольной траекторией (красная линия).



Рисунок 32 Работа НАП Навис на открытом участке

На рисунке 33 показана работа НАП на участке трассы, проходящей вблизи многоэтажных домов и лесного массива. Наблюдается существенно большее отклонение местопределений тестируемой НАП от контрольной траектории. Максимальное отклонение составило порядка 35 м. При этом следует отметить, что в этих сложных условиях НАП показал устойчивую работу, ни разу не потеряв навигацию.

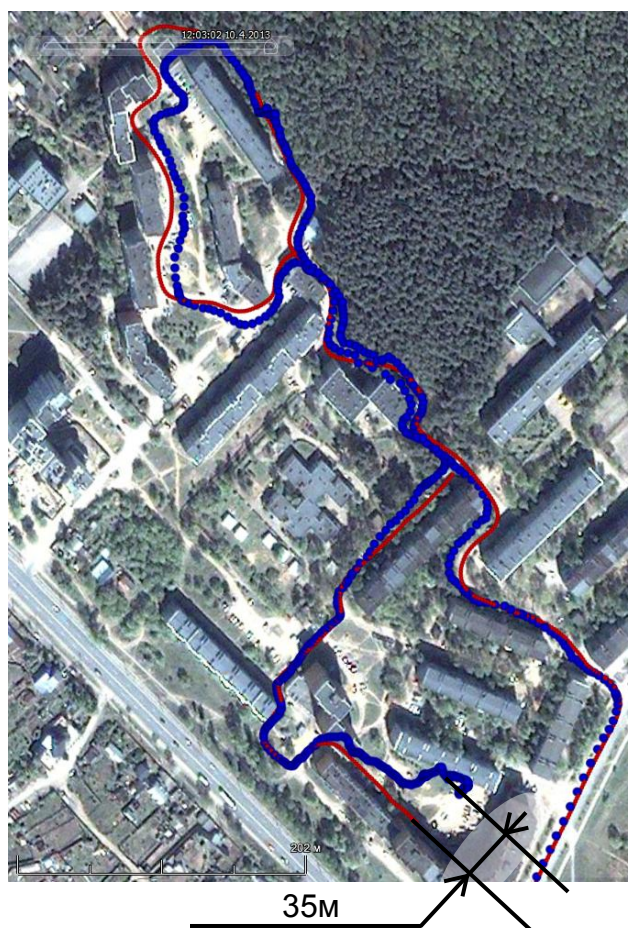


Рисунок 33 Работа НАП Навис в зоне ограниченной видимости навигационных спутников

Приложение 1 Ошибки НАП при работе по различным ГНСС в районах проведения испытаний

Таблица 9 Аэропорт Внуково

ГНСС	Средняя ош. по широте	Станд. откл. по широте	Средняя ош. по долготе	Станд. откл. по долготе	Средняя ош. по высоте	Станд. откл. ош. по высоте	Макс. ош. по высоте	Ош. по высоте СЕР	Ош. по высоте RMS	Средняя ош. в плане	Станд. откл. ош. в плане	Макс ош. в плане	Ош. в плане СЕР	Ош.в плане RMS	Кол-во точек в плане	метры
GPS	1.5	1.7	-0.4	1.5	2.4	1.3	12.3	2.0	2.7	2.2	1.6	14.9	1.7	2.7	695	
ГЛОНАСС	0.56	4.88	2.25	3.77	7.7	5.8	24	7.9	9.6	5.6	3.46	15.7	4.5	6.58	633	
ГЛОНАСС+GPS	0.74	0.77	0.46	1.26	3.5	1	5.6	3.6	3.7	1.34	1.08	4.87	0.97	1.72	348	

Таблица 10 Калужская область

Участок	Средняя ош. по широте	Станд. откл. по широте	Средняя ош. по долготе	Станд. откл. по долготе	Средняя ош. по высоте	Станд. откл. ош. по высоте	Макс. ош. по высоте	Ош. по высоте СЕР	Ош. по высоте RMS	Средняя ош. в плане	Станд. откл. ош. в плане	Макс ош. в плане	Ош. в плане СЕР	Ош.в плане RMS	Кол-во точек в плане	метры
GPS																
1	-1.0	1.6	-0.4	1.0	0.7	0.9	3.4	0.6	1.1	1.6	1.5	17.0	1.2	2.2	1744	
4	1.2	6.7	0.3	2.7	-5.0	1.4	-8.9	5.2	5.2	3.6	6.4	49.9	1.5	7.3	1697	
Итого	0.1	4.1	-0.1	1.8	-2.1	1.1	3.4	2.9	3.1	2.6	3.9	49.9	1.3	4.7	3441	
ГЛОНАСС																
2	-2.0	1.4	1.3	1.0	9.0	1.5	12.1	9.2	9.2	2.7	1.0	9.9	2.7	2.9	1251	
5	-1.1	4.3	-1.0	2.9	1.3	5.6	10.6	4.9	5.8	3.9	3.6	22.5	3.1	5.3	1219	
Итого	-1.5	2.8	0.2	1.9	5.2	3.5	12.1	7.1	7.5	3.3	2.3	22.5	2.9	4.1	2470	
ГЛОНАСС+GPS																
3	-1.5	2.3	1.1	2.0	4.5	0.9	7.3	4.6	4.6	2.7	2.3	19.2	2.2	3.6	1126	
6	-3.4	2.0	0.1	1.9	-3.2	2.1	-7.2	3.7	3.8	4.0	1.8	13.4	3.7	4.4	1099	
Итого	-2.5	2.2	0.6	1.9	0.7	1.5	7.3	4.2	4.2	3.4	2.0	19.2	2.9	4.0	2225	

Таблица 11 МКАД

метры

ГНСС	Средняя ош. по широте	Станд. откл. по широте	Средняя ош. по долготе	Станд. откл. по долготе	Средняя ош. по высоте	Станд. откл. ош. по высоте	Макс. ош. по высоте	Ош. по высоте СЕР	Ош. по высоте RMS	Средняя ош. в плане	Станд. откл. ош. в плане	Макс ош. в плане	Ош. в плане СЕР	Ош.в плане RMS	Кол-во точек в плане
GPS	-0.19	1.36	-0.07	1.12	0	1.3	4.3	1	1.3	1.32	1.19	8.76	1.04	1.78	1471
ГЛОНАСС	-2.81	1.51	-1.41	2.29	5.2	3.9	-41.7	4.9	6.5	3.78	1.77	29.67	3.59	4.17	3762
ГЛОНАСС+GPS	0.08	3.69	-0.42	1.39	2.3	1	5.6	2.4	2.5	2.07	3.38	29.35	1.32	3.96	608

Приложение 2 Сравнительные количественные характеристики ошибок позиционирования НАП МНП-М7 и Навис

Таблица 12

НАП	Средняя ош. по широте	Станд. откл. по широте	Средняя ош. по долготе	Станд. откл. по долготе	Средняя ош. по высоте	Станд. откл. ош. по высоте	Макс. ош. по высоте	Ош. по высоте СЕР	Ош. по высоте RMS	Средняя ош. в плане	Станд. откл. ош. в плане	Макс ош. в плане	Ош. в плане СЕР	Ош.в плане RMS	Среднее значение PDOP	Кол-во точек в плане
Участок 1																
Навис	1.9	2.7	-1.2	1.3	1.8	3.0	36.5	1.7	3.5	2.6	2.6	19.4	1.6	3.7	1.11	527
МНП-М7	1.0	5.8	2.2	2.5	3.3	2.5	38.3	2.8	4.1	4.4	5.2	34.4	2.5	6.8	1.02	528
Участок 2																
Навис	1.7	2.0	0.9	2.2	0.2	4.4	21.8	2.7	4.4	2.6	2.4	13.4	1.7	3.5	1.09	883
МНП-М7	1.9	3.4	1.1	2.4	0.8	2.0	-6.8	1.5	2.1	3.7	2.9	17.9	2.7	4.7	0.95	886
Участок 3																
Навис	-0.3	5.8	0.6	5.3	7.2	11.3	48.9	4.3	13.4	5.2	6.0	34.2	2.5	7.9	1.34	1060
МНП-М7	5.1	5.4	1.0	4.1	10.4	9.9	58.2	6.0	14.4	6.6	5.4	35.5	5.4	8.5	1.22	1058

Протокол подготовили:
главный специалист лаб.3010
ведущий инженер лаб.3010



В.Л. Лапшин
Э.А. Соколова