

Использование мобильной измерительно-диагностической лаборатории для контроля навигационной обстановки и оценки точности позиционирования навигационных модулей в рамках темы «Эра ГЛОНАСС»

Бермишев А.А.
ФГУП ЦНИИмаш, ИАЦ КВНО
www.glonass-iac.ru

Мероприятия в рамках темы

- Экспериментальная оценка покрытия сотовой связью основных транспортных коридоров в Европейской части РФ
- Сравнительные натурные испытания навигационных модулей, предназначенных для установки в автомобильные устройства системы ЭРА ГЛОНАСС

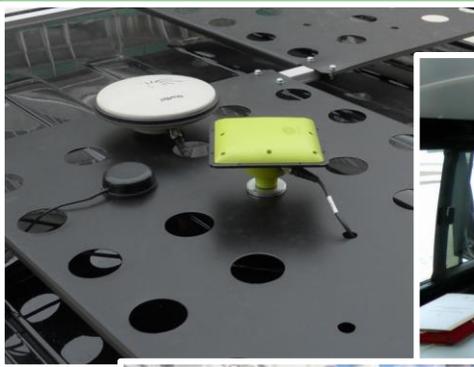
Мобильная измерительно-диагностическая лаборатория (МИДЛ)

Основное назначение МИДЛ - проведение испытаний образцов навигационной аппаратуры потребителя (НАП) в мобильном режиме для определения рабочих характеристик в реальных условиях эксплуатации, в частности, в условиях плотной городской/индустриальной застройки. Возможно одновременное тестирование нескольких образцов НАП в одинаковых навигационных условиях.

Кроме того, МИДЛ позволяет проводить:

- оценку локальных потребительских характеристик ГНСС;
- построение высокоточной контрольной траектории движения транспортного средства (ТС);
- мониторинг радионавигационной обстановки, в т.ч. в диапазоне частот ГЛОНАСС/GPS.

В процессе работ по созданию МИДЛ получен патент на полезную модель. В 2011 г. Федеральным агентством по техническому регулированию МИДЛ утверждена в качестве средства измерений.



Экспериментальная оценка покрытия сотовой связью основных транспортных коридоров в Европейской части РФ

ЦЕЛИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

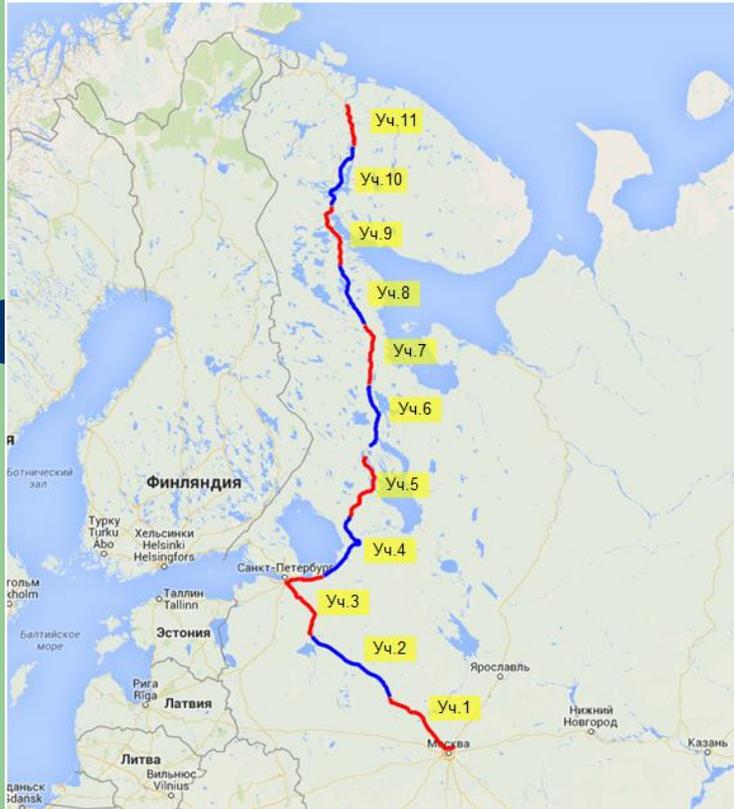
1. Оценка потребительских характеристик ГНСС, контроль условий приема навигационных сигналов.
2. Исследование навигационной обстановки, получение сравнительных данных качества навигации по ГЛОНАСС, GPS, в совместном режиме ГЛОНАСС+GPS
3. Оценка помеховой обстановки в диапазоне радиочастот ГЛОНАСС/GPS.
4. Оценка качества покрытия сотовой связью транспортных коридоров для реализации PPP, SiSnet СДКМ и «Эра ГЛОНАСС».
5. Проверка работоспособности широкозонного функционального дополнения СДКМ.

СОСТАВ АППАРАТУРЫ

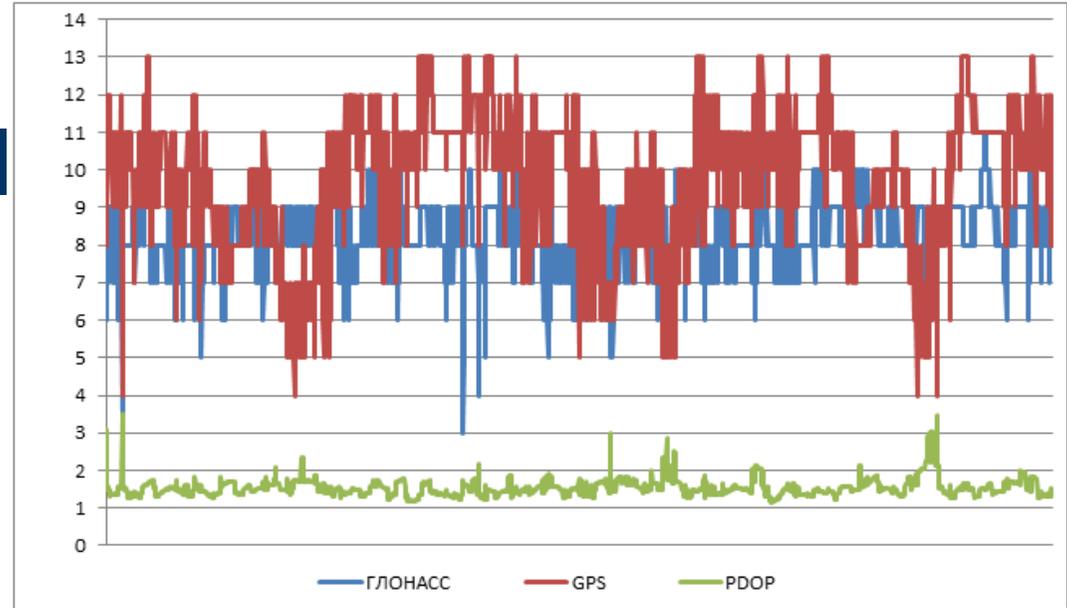
1. Мобильные контрольные навигационные приемники: основной – Javad Sigma G3T, резервный – NovAtel ProPak V3.
2. Навигационный приемники МНП-М7 (ООО «ИРЗ-Связь», г.Ижевск), СН-5701 (ЗАО «КБ Навис», г.Москва).
3. Аппаратно-программный навигационный комплекс автомобильного транспорта автономный (АПНК АТА) , (ОАО «Российские космические системы».
4. 3G SMART терминал Cinterion® EHS6T USB.
5. Анализатор сигналов Agilent N9010A EXA

Участок Москва-Мурманск

Условия спутниковой навигации



Маршрут в прямом направлении



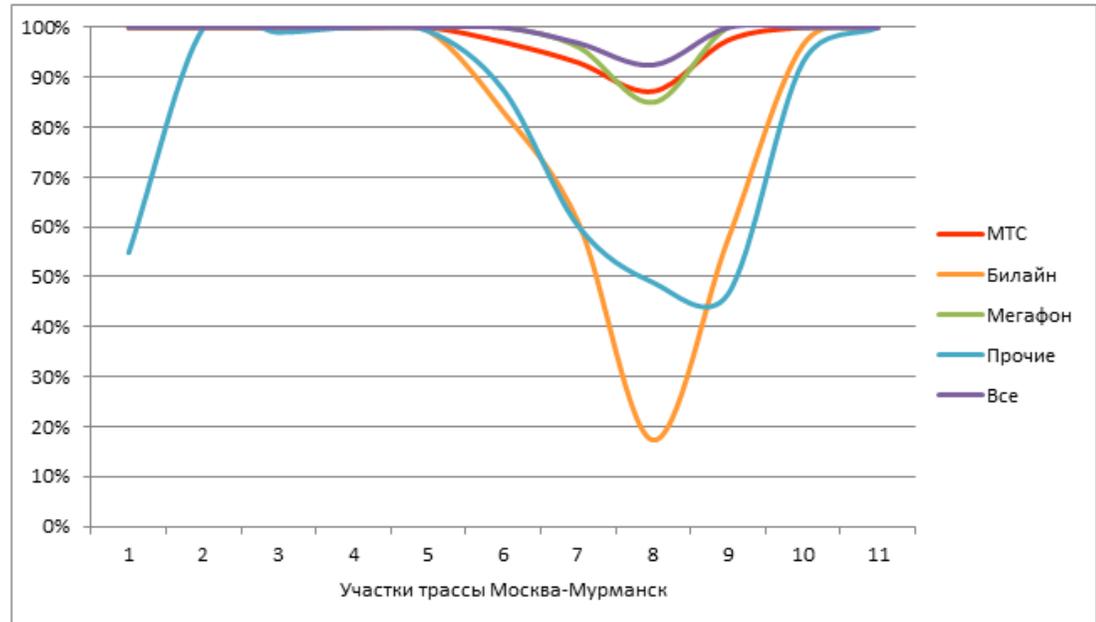
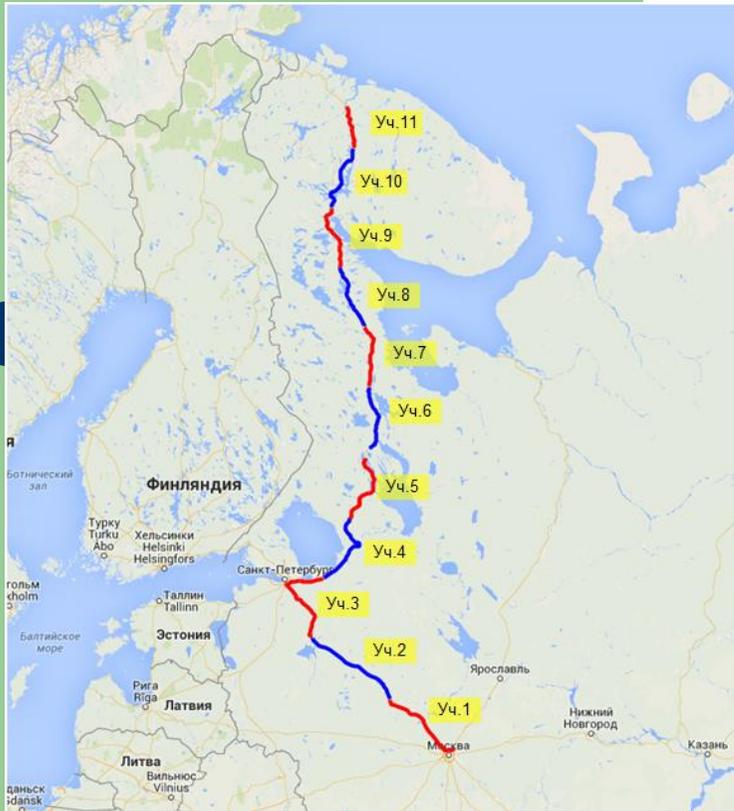
Средние значения

Время проведения:
с 20.08.2014 по 26.08.2014

	Маршрут в прямом направлении	Маршрут в обратном направлении
НКА ГЛОНАСС	8,3	8,1
НКА GPS	9,9	9,4
PDOP	1,53	1,54

Участок Москва-Мурманск Покрытие сотовой связью

GSM/GPRS

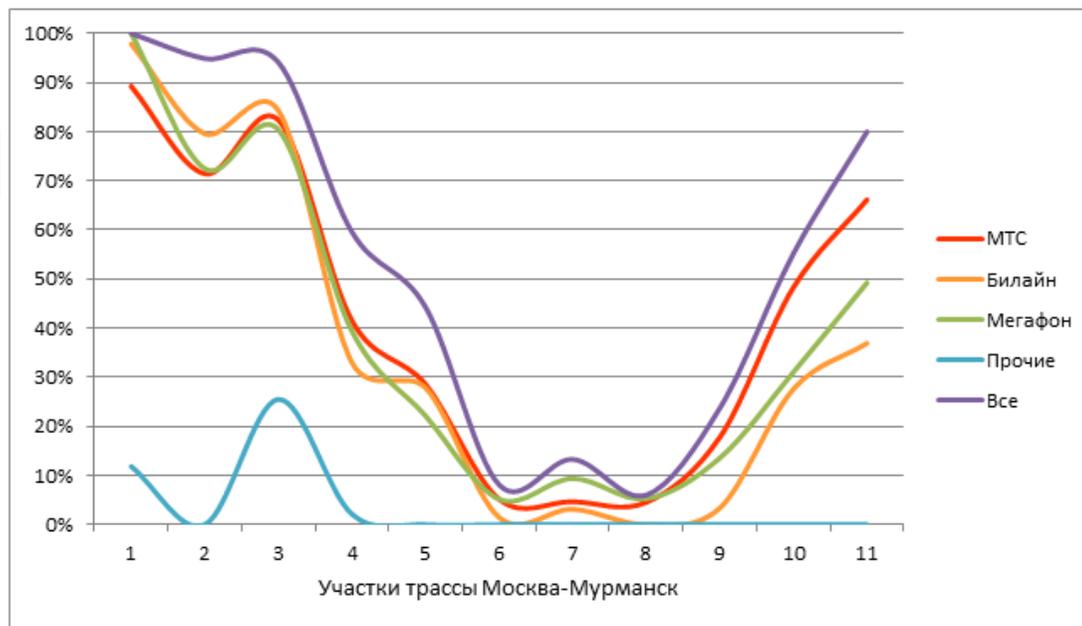
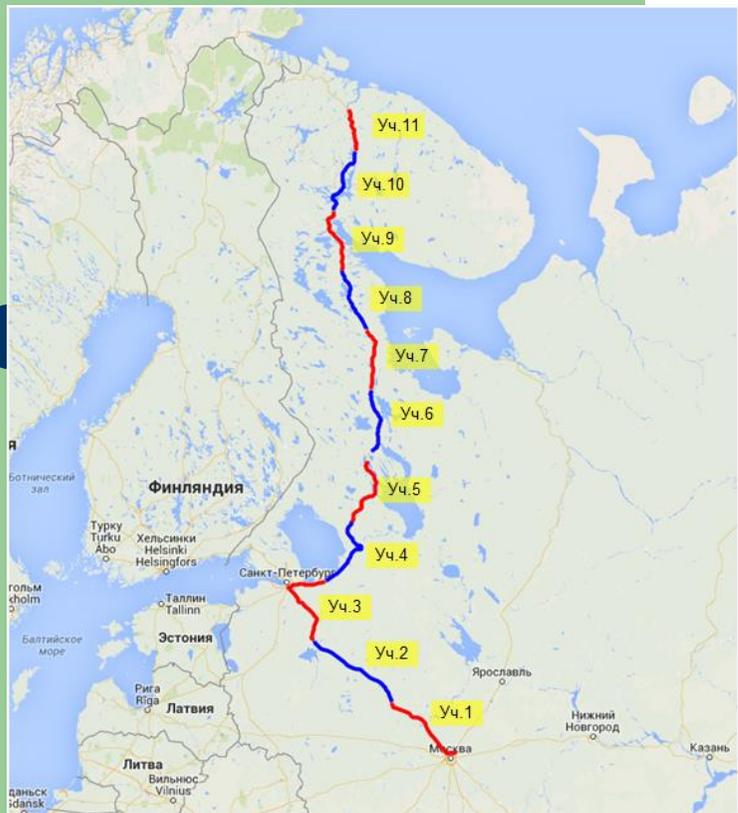


Оператор	Участок трассы											Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
MTS	100%	100%	100%	100%	100%	97%	93%	87%	97%	100%	100%	97%
Билайн	100%	100%	100%	100%	99%	83%	61%	17%	58%	97%	100%	80%
Мегафон	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	85%	100%	100%	100%	98%
Прочие	55%	100%	99%	100%	99%	88%	60%	49%	47%	93%	100%	79%
Все	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97%	92%	100%	100%	100%	99%



Участок Москва-Мурманск Покрытие сотовой связью

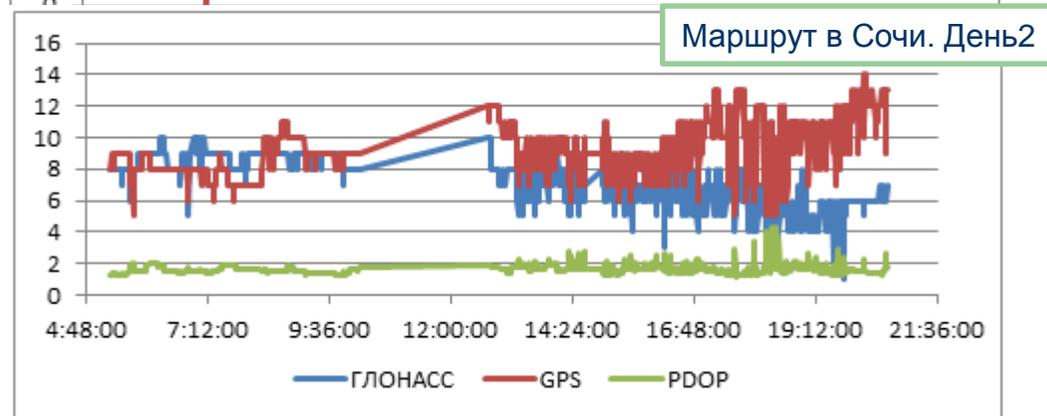
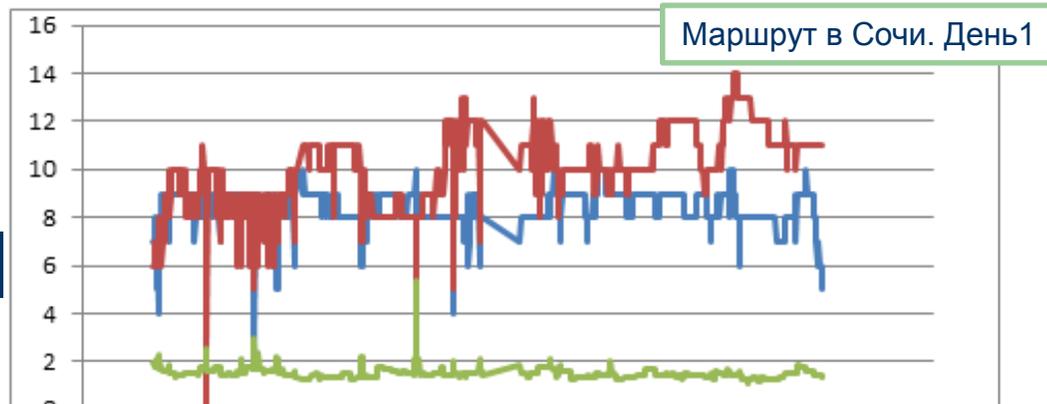
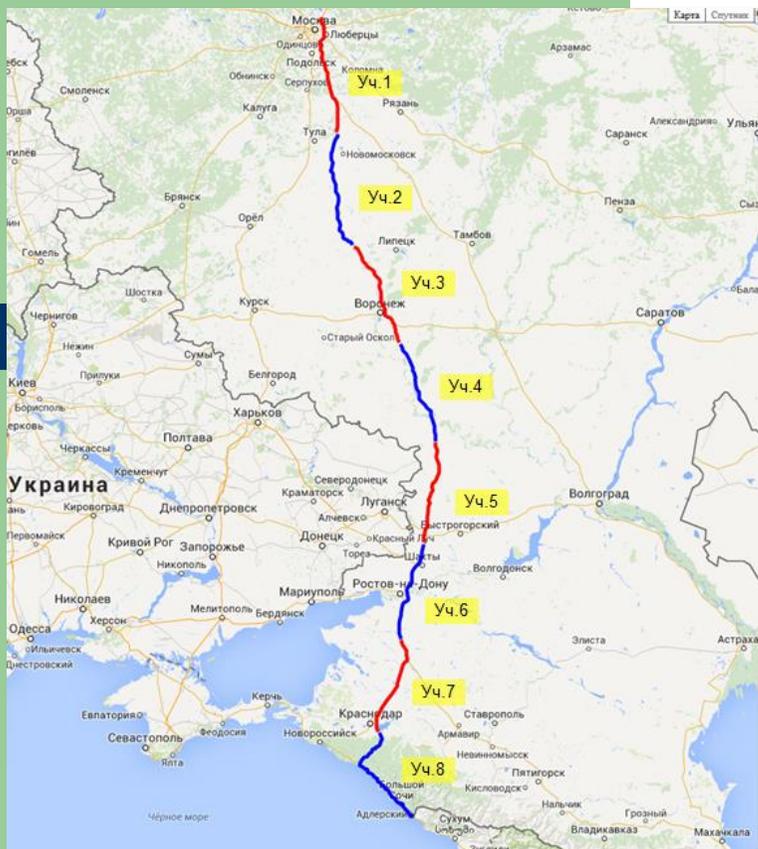
3G



Оператор	Номер участка трассы											Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
МТС	89%	71%	82%	41%	29%	5%	5%	5%	18%	48%	66%	37%
Билайн	98%	80%	84%	33%	28%	1%	3%	0%	3%	28%	37%	32%
Мегафон	100%	72%	80%	39%	22%	5%	9%	5%	14%	31%	49%	35%
Прочие	12%	0%	25%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Все	100%	95%	94%	60%	44%	8%	13%	6%	24%	55%	80%	47%

Участок Москва-Сочи

Условия спутниковой навигации



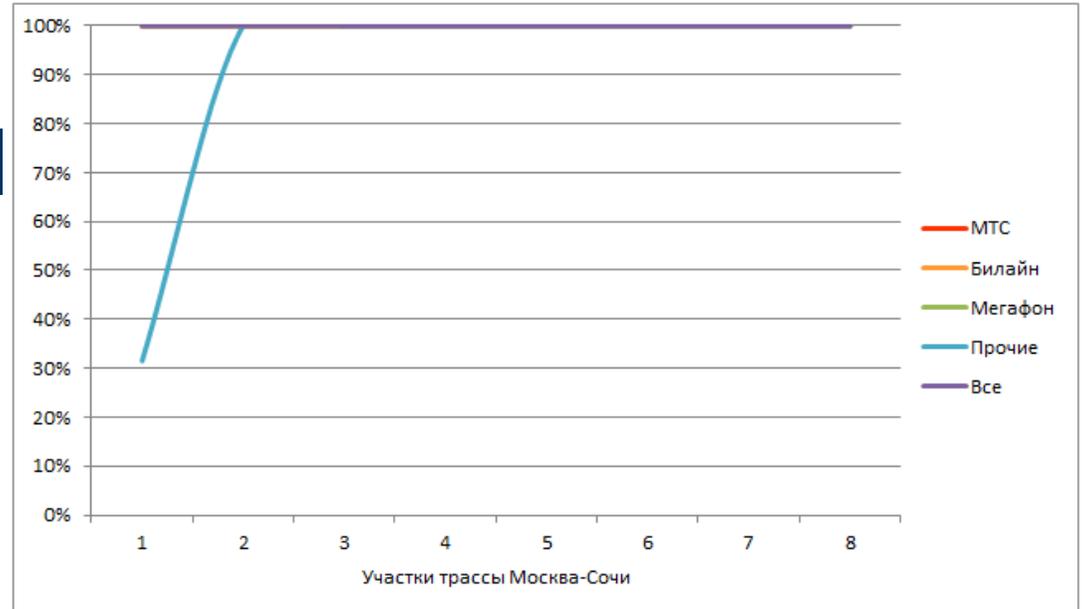
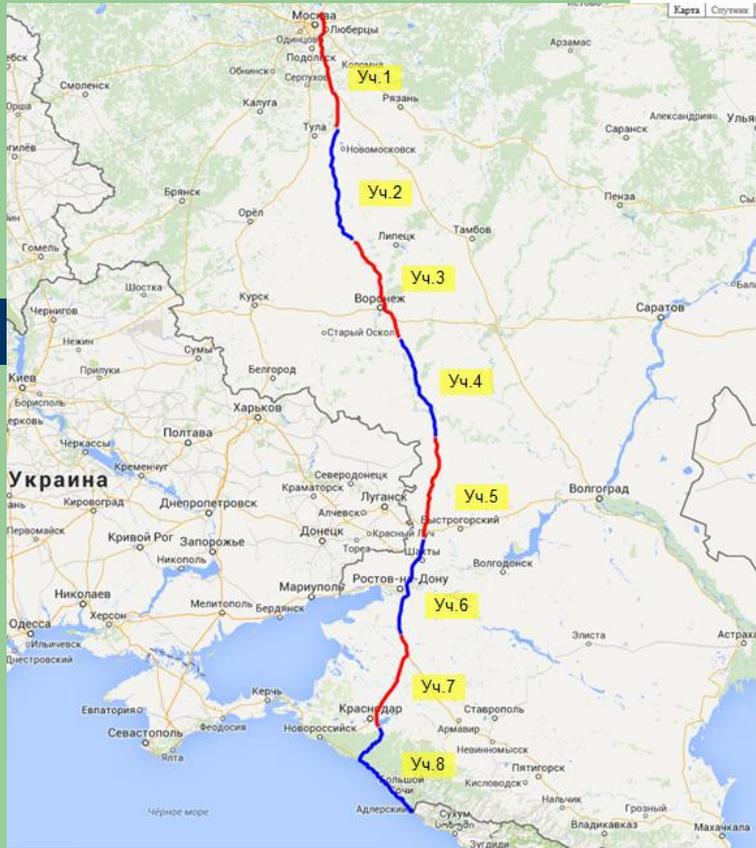
Время проведения:
с 23.10.2014 по 26.10.2014

Средние значения

	Маршрут в Сочи День 1	Маршрут в Сочи День 2
НКА ГЛОНАСС	8.4	7.3
НКА GPS	10.3	9.3
PDOP	1.52	1.60

Участок Москва-Сочи Покрытие сотовой связью

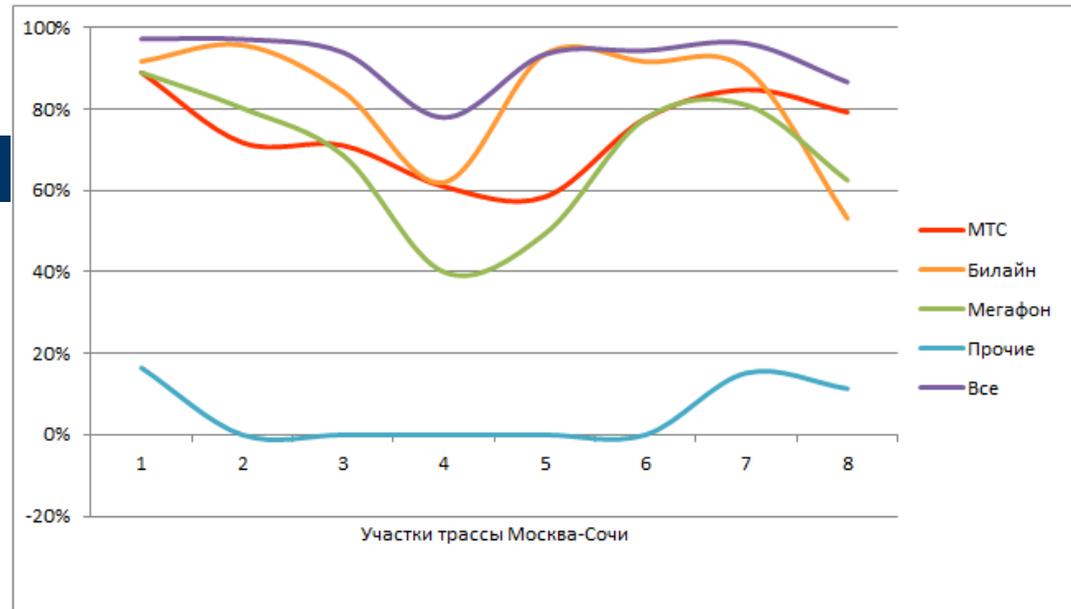
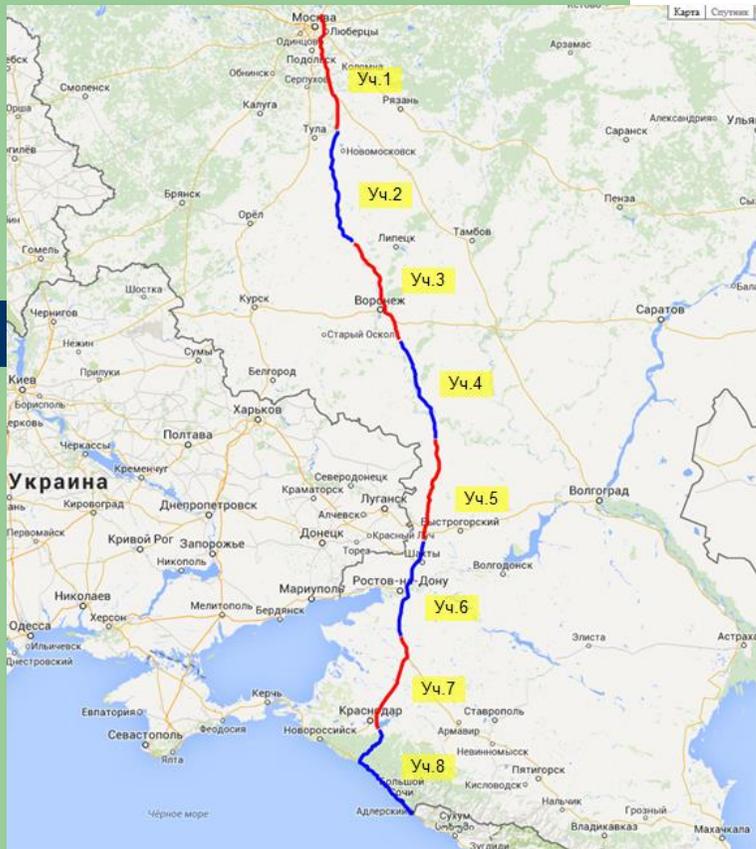
GSM/GPRS



Оператор	Участок трассы								Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	
MTS	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Билайн	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Мегафон	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Прочие	32%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93%
Все	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Участок Москва-Сочи Покрытие сотовой связью

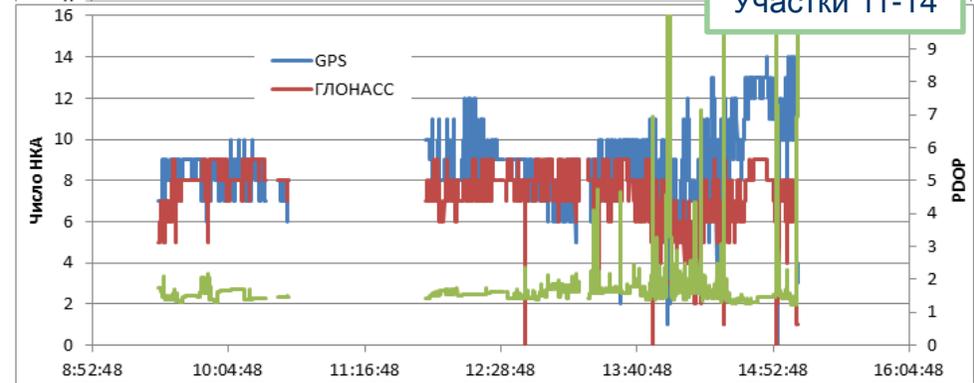
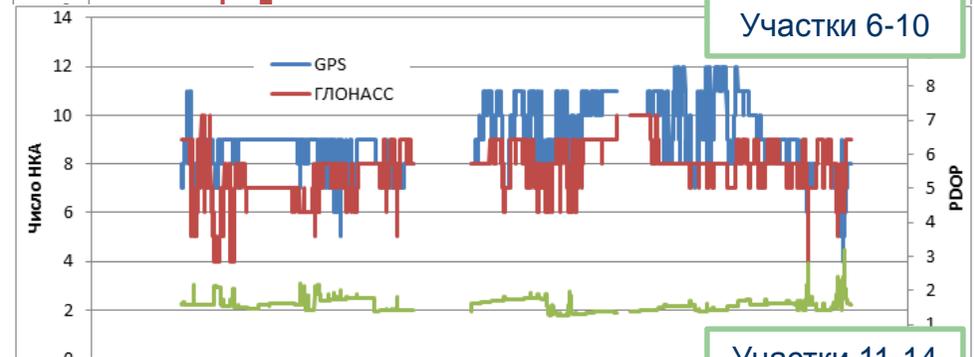
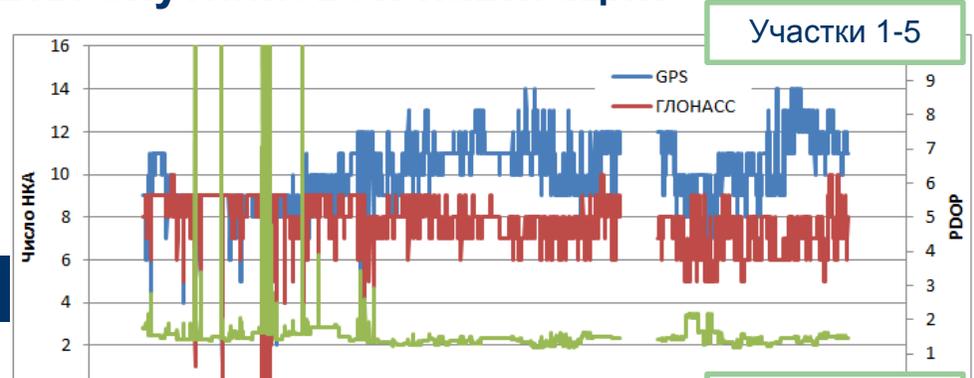
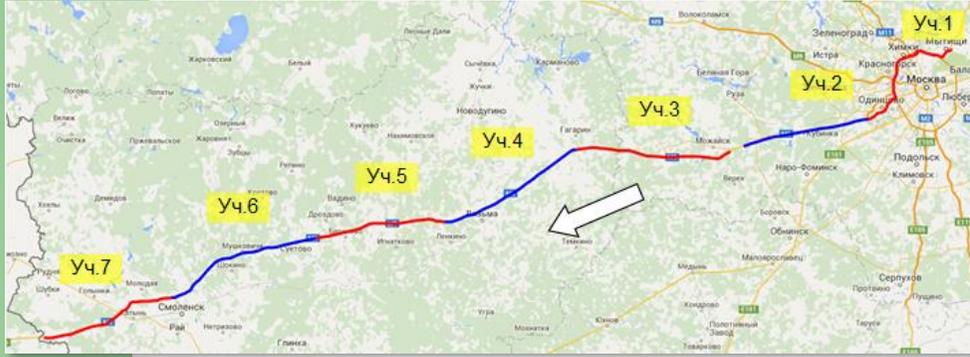
3G



Оператор	Участок трассы								Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	
МТС	89%	72%	71%	61%	58%	78%	85%	79%	75%
Билайн	92%	96%	84%	62%	94%	92%	90%	53%	77%
Мегафон	89%	80%	69%	40%	49%	78%	81%	63%	66%
Прочие	16%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	11%	6%
Все	97%	97%	94%	78%	94%	94%	96%	87%	91%

Участок Москва-Смоленск

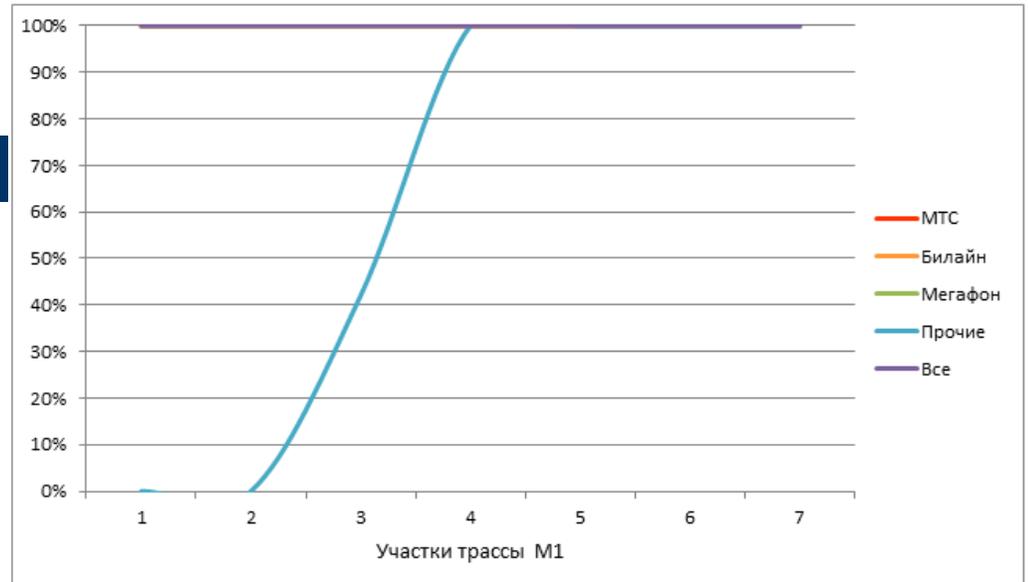
Условия спутниковой навигации



	Участки 1-4	Участки 5-10	Участки 11-14
НКА GPS	10.1	9.6	8.8
НКА ГЛОНАСС	7.9	7.8	7.5
PDOP	1.47	1.5	1.67

Участок Москва-Смоленск Покрытие сотовой связью

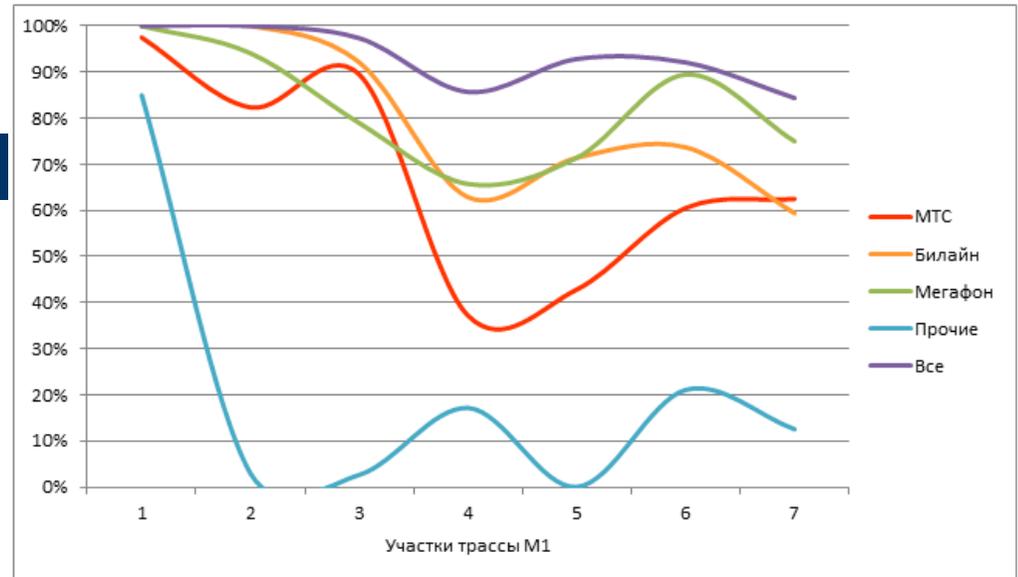
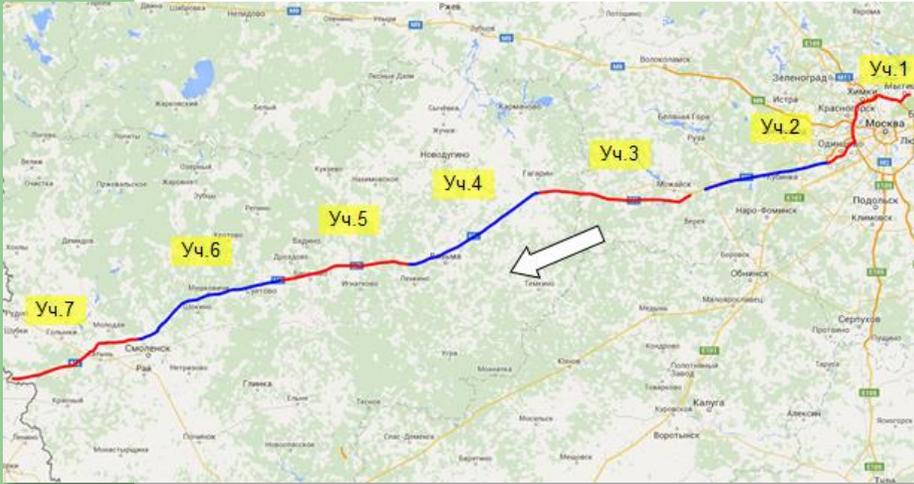
GSM/GPRS



Оператор	Участок трассы							Итого
	1	2	3	4	5	6	7	
МТС	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Билайн	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Мегафон	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Прочие	0%	0%	42%	100%	100%	100%	100%	61%
Все	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Участок Москва-Смоленск Покрытие сотовой связью

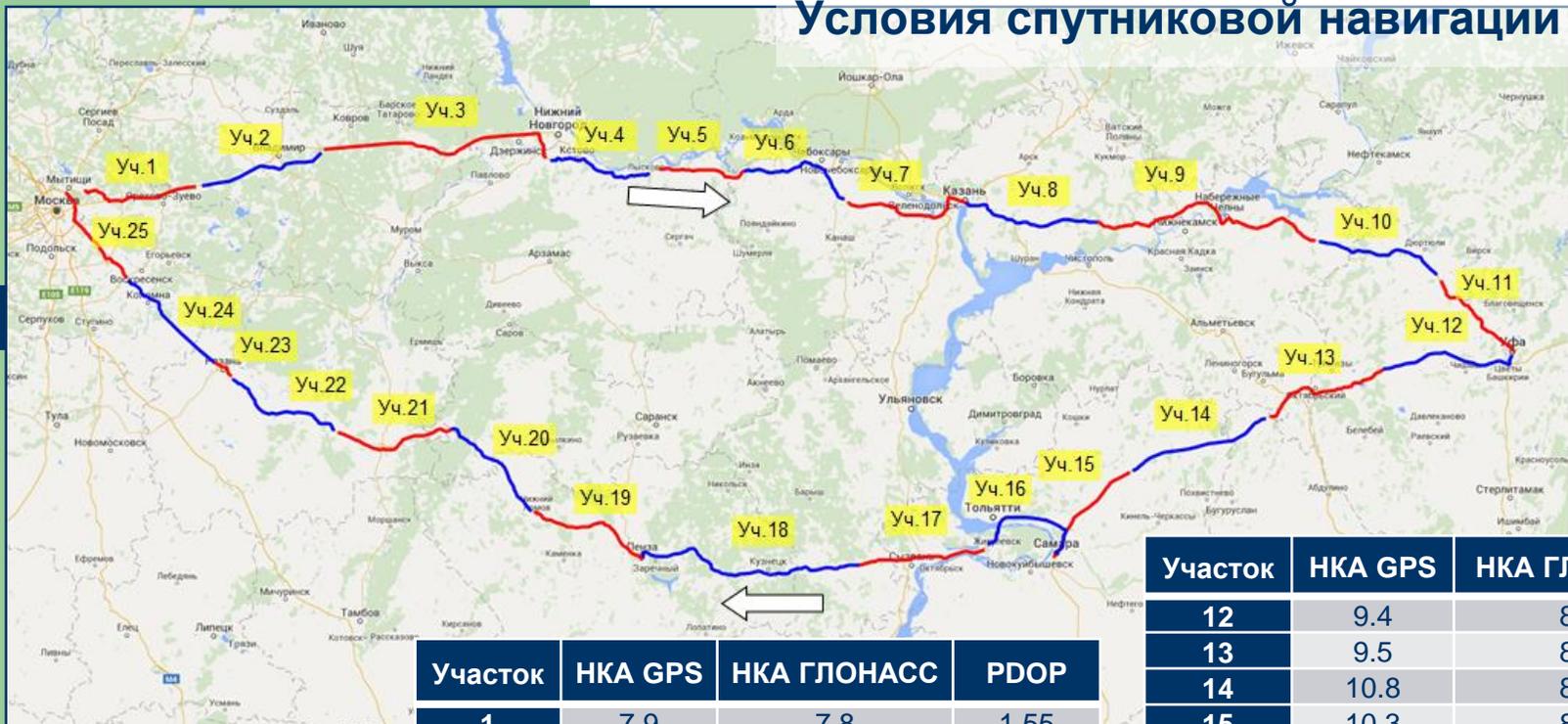
3G



Оператор	Участок трассы							Итого
	1	2	3	4	5	6	7	
МТС	98%	82%	89%	37%	43%	61%	63%	69%
Билайн	100%	100%	92%	63%	71%	74%	59%	81%
Мегафон	100%	94%	79%	66%	71%	89%	75%	83%
Прочие	85%	3%	3%	17%	0%	21%	13%	22%
Все	100%	100%	97%	86%	93%	92%	84%	93%

Участок Москва-Уфа

Условия спутниковой навигации

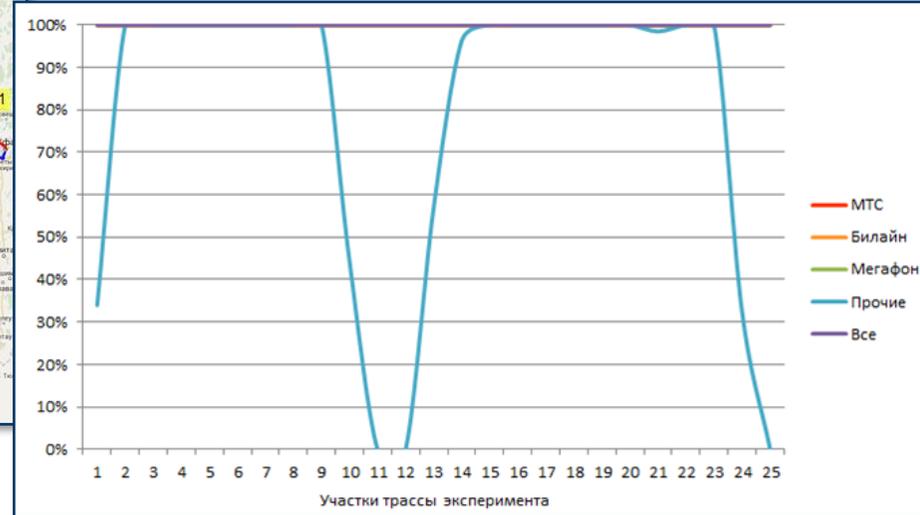
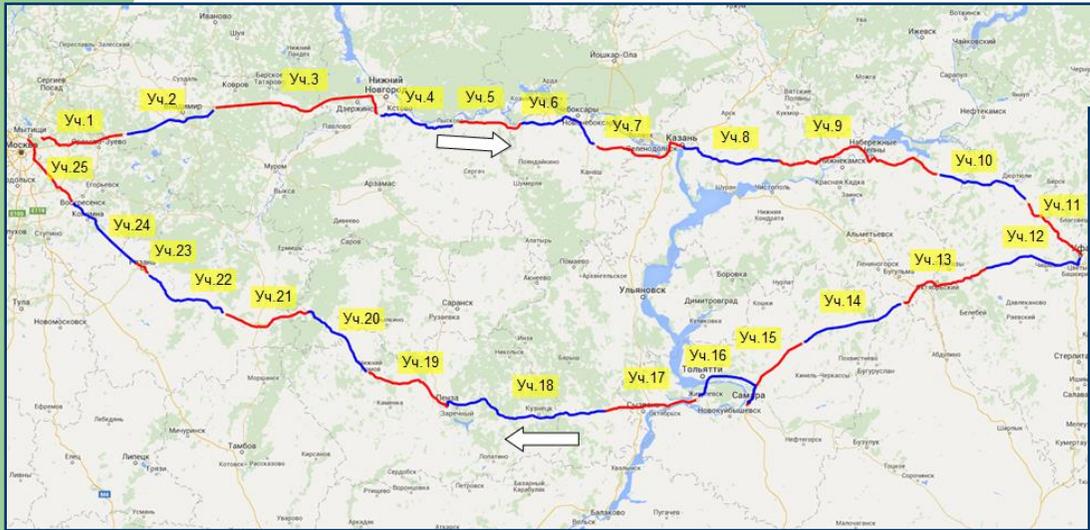


Участок	НКА GPS	НКА ГЛОНАСС	PDOP
1	7.9	7.8	1.55
2	8.1	7.6	1.56
3	8.3	8.2	1.58
4	9.5	8.4	1.55
5	9.4	8.1	1.59
6	10.9	8.2	1.42
7	11.3	8.4	1.49
8	9.6	8.6	1.54
9	11.2	8.6	1.46
10	12	8.6	1.43
11	11.5	8.3	1.57
Среднее	10.0	8.3	1.5

Участок	НКА GPS	НКА ГЛОНАСС	PDOP
12	9.4	8.5	1.57
13	9.5	8.8	1.56
14	10.8	8.6	1.38
15	10.3	8.1	1.53
16	9.8	8.4	1.48
17	10.6	8.2	1.45
18	11.7	8	1.45
19	7.6	7.6	1.68
20	7.5	8.8	1.51
21	9.2	8.7	1.6
22	9	8.4	1.58
23	9.2	7.5	1.56
24	10.5	7.8	1.54
25	11.8	7.9	1.44
Среднее	9.8	8.2	1.5

Участок Москва-Уфа Покрытие сотовой связью

GSM/GPRS

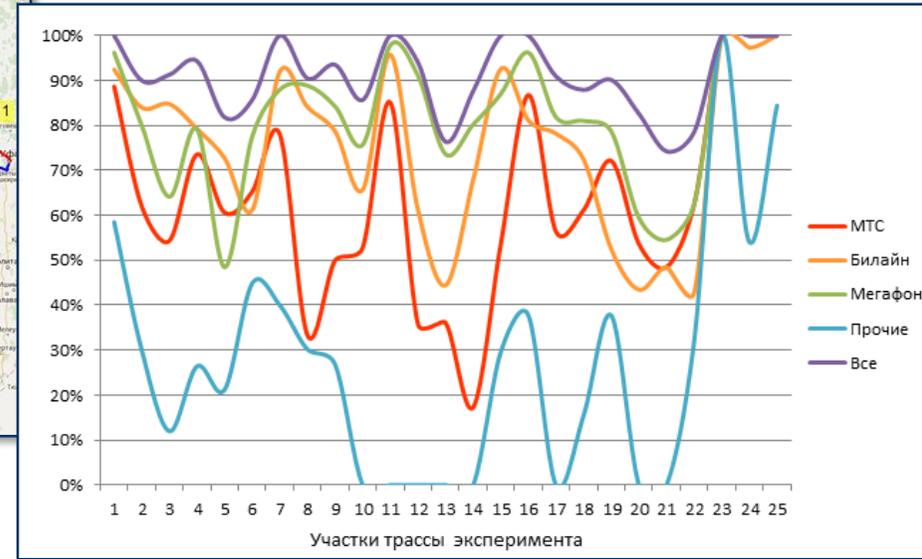
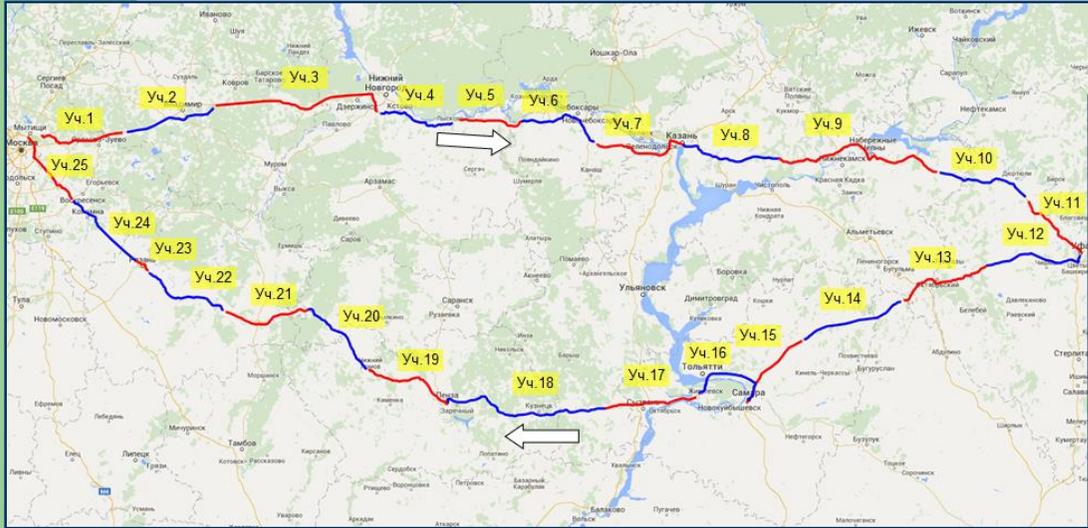


Оператор	Участок трассы																									Итого	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
МТС	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Билайн	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Мегафон	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Прочие	34%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	44%	0%	0%	57%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	100%	32%	0%	81%	
Все	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	



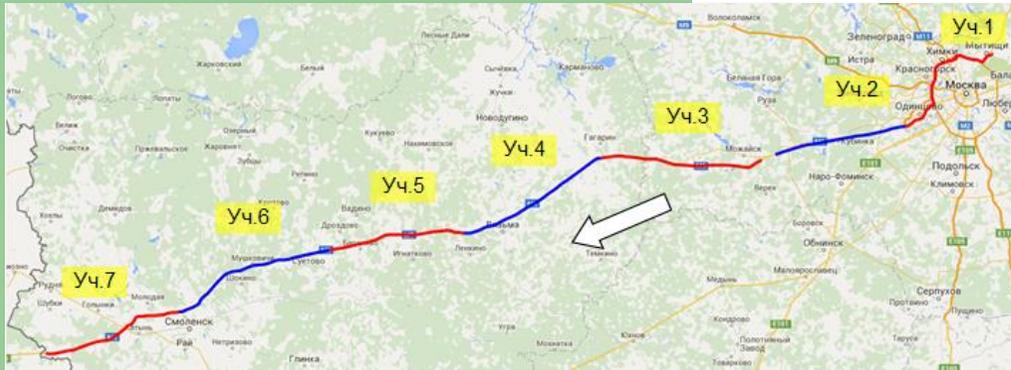
Участок Москва-Уфа Покрытие сотовой связью

3G



Оператор	Участок трассы																									Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
МТС	89%	62%	54%	74%	61%	65%	78%	33%	50%	53%	85%	36%	36%	17%	54%	87%	56%	61%	72%	54%	48%	63%	100%	100%	100%	59%
Билайн	92%	84%	85%	79%	73%	61%	92%	84%	79%	66%	96%	61%	44%	68%	93%	81%	78%	72%	52%	43%	48%	43%	100%	97%	100%	73%
Мегафон	96%	80%	64%	79%	48%	78%	88%	89%	84%	76%	98%	91%	74%	80%	87%	96%	82%	81%	79%	59%	55%	63%	100%	100%	100%	80%
Прочие	58%	30%	12%	26%	21%	45%	40%	30%	27%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	38%	0%	16%	38%	0%	0%	32%	100%	54%	84%	22%
Все	100%	90%	91%	94%	82%	86%	100%	90%	94%	86%	100%	94%	76%	88%	100%	100%	91%	88%	90%	83%	74%	79%	100%	100%	100%	90%

Проверка работоспособности СДКМ

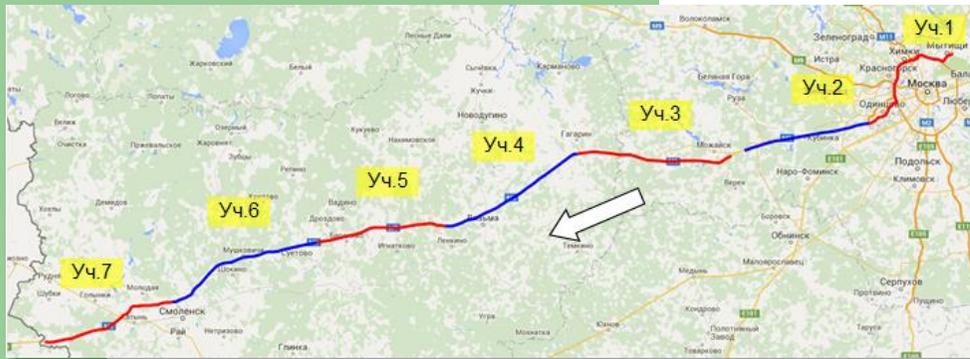


Маршрут: Москва – граница с Белоруссией (трасса М1)

Даты проведения испытаний:
28.07.2015 - 30.07.2015

Участок	Всего точек	Диффрежим					
		PRN-125		PRN-140		Всего	
		Точек	%	Точек	%	Точек	%
1	5 508	4 687	85%	1	0%	4 688	85%
2	3 691	3 277	89%	356	10%	3 633	98%
3	2 899	1 450	50%	516	18%	1 966	68%
4	2 780	2 451	88%	328	12%	2 779	100%
5	2 207	2 189	99%	18	1%	2 207	100%
6	3 032	3 032	100%		0%	3 032	100%
7	2 357	2 357	100%		0%	2 357	100%
Итого	22 474	19 443	87%	1 219	5%	20 662	92%

Оценка влияния СДКМ на точность позиционирования



Диффрежим			Абсолютный режим		
Участок	Ошибка в плане, м (p=0.95)	Кол-во местоопределений	Участок	Ошибка в плане, м (p=0.95)	Кол-во местоопределений
1	3.43	3405	14	2.59	863
2	2.40	2757	13	2.16	1626
3	1.40	837	12	1.40	154
4	1.39	606	11	2.10	1676
5	1.09	1343	10	4.01	1498
6	2.66	998	9	2.10	1252
7	0.72	1707	8	3.16	3929
Итого	2.20			2.58	

Сравнительные натурные испытания навигационных модулей, предназначенных для установки в автомобильные устройства системы ЭРА ГЛОНАСС

ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАВИГАЦИОННЫХ МОДУЛЕЙ (НМ)

- Время получения первого достоверного навигационного решения с заданной точностью для «холодного» старта
- Статистические характеристики погрешности определения местоположения, в т.ч.: по высоте и в плане – среднеквадратическая погрешность (СКП), предельная погрешность по уровню вероятности 0.5, 0.95, 0.997

РЕЖИМЫ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЙ

- Три контрольных маршрута с различными условиями навигации
- Работа НМ по сигналам: ГЛОНАСС / GPS / ГЛОНАСС+GPS
- Местоположение навигационной антенны – на крыше / в перчаточном ящике

Испытанные образцы НМ



Модуль GeoC-3, ГеоСтар навигация



Комплект EVK-M8N, uBlox



Комплект с модулем ML8088S,
НАВИА



Комплект с модулем SL869V2, Telit



Модуль с NV08C-CSM, КБ Навис



Модуль с МНП-М7, ИРЗ-Связь

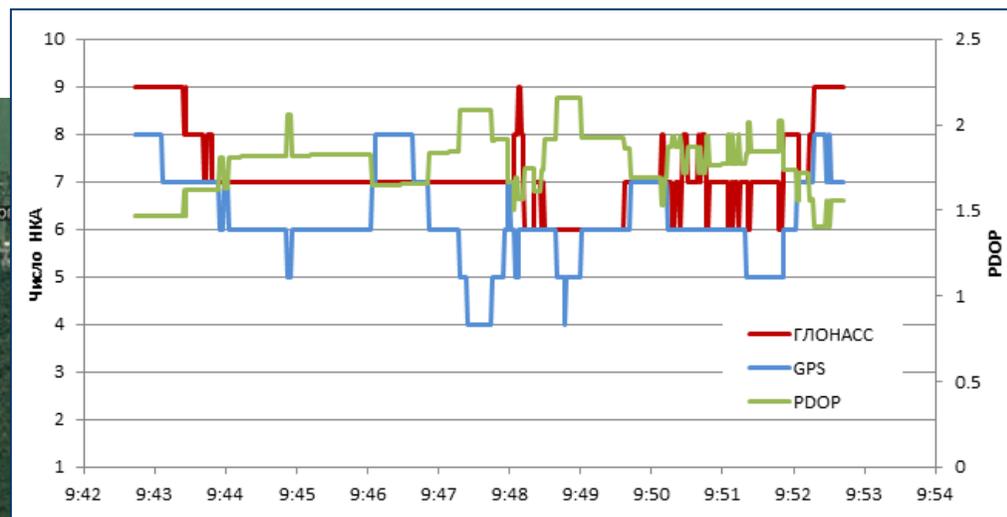
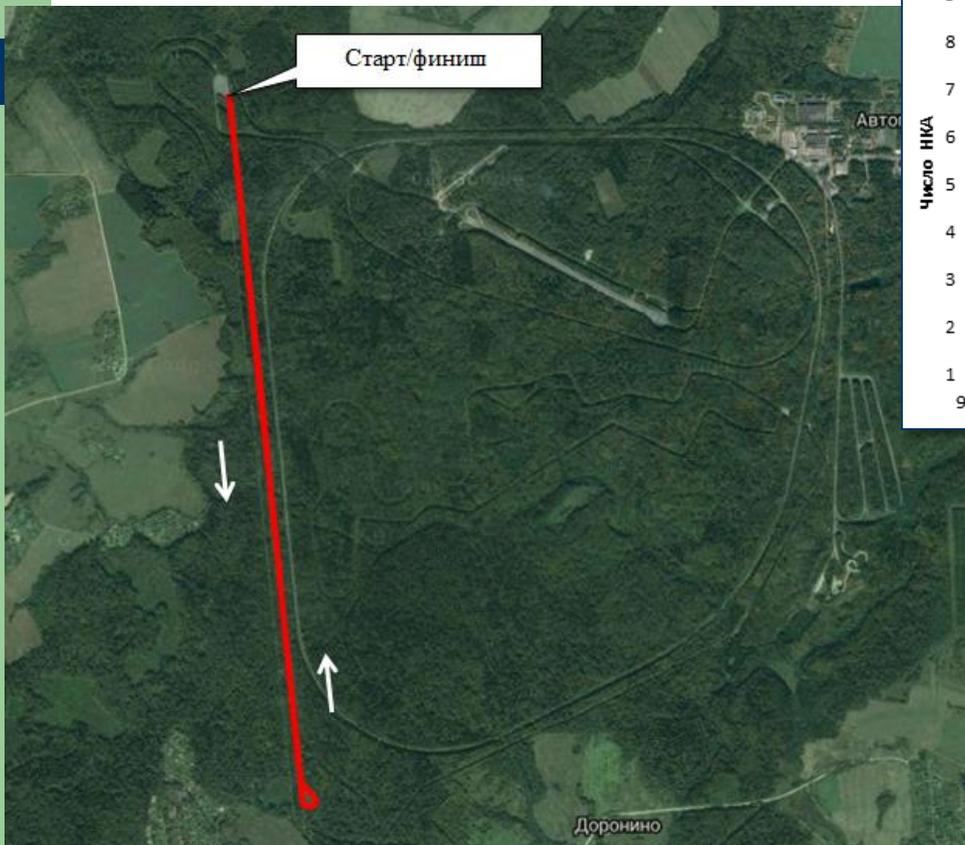


Время первого достоверного навигационного решения после «холодного» старта

ИМ	Навис NV08C	ИРЗ МНП-М7	uBlox EVK-M8N	Геостар ГеоС-3	Telit SL869V2	Navia ML8088S
Среднее	25	22	23	35	31	35
СКО	4	3	5	9	7	5



Маршрут №1 - трасса «Динамометрическая дорога» полигона НАМИ

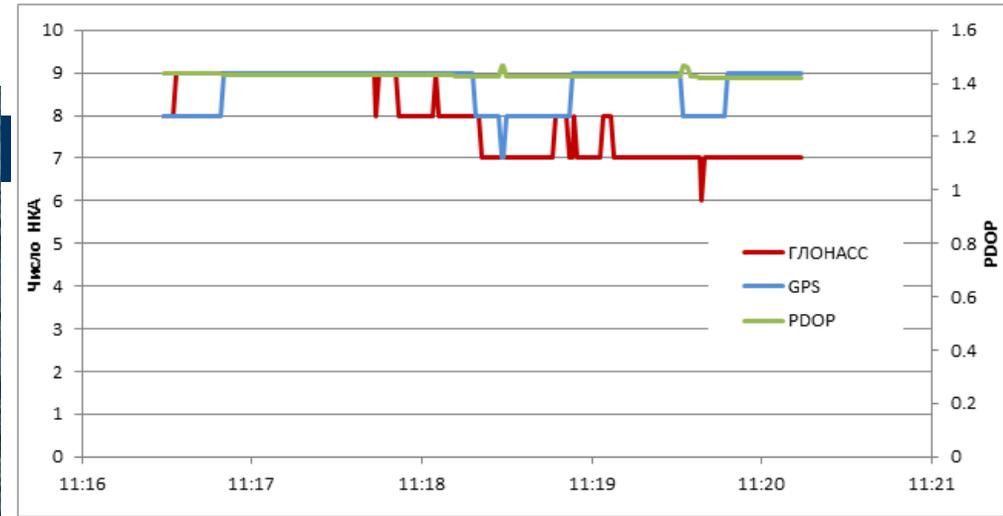


Средние значения на маршруте:

НКА ГЛОНАСС	7.2
НКА GPS	6.2
PDOP	1.8



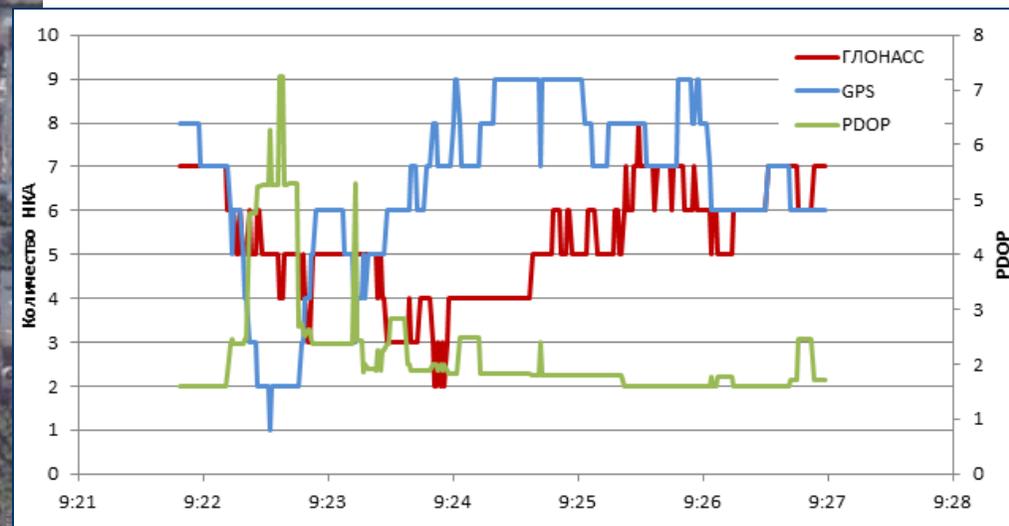
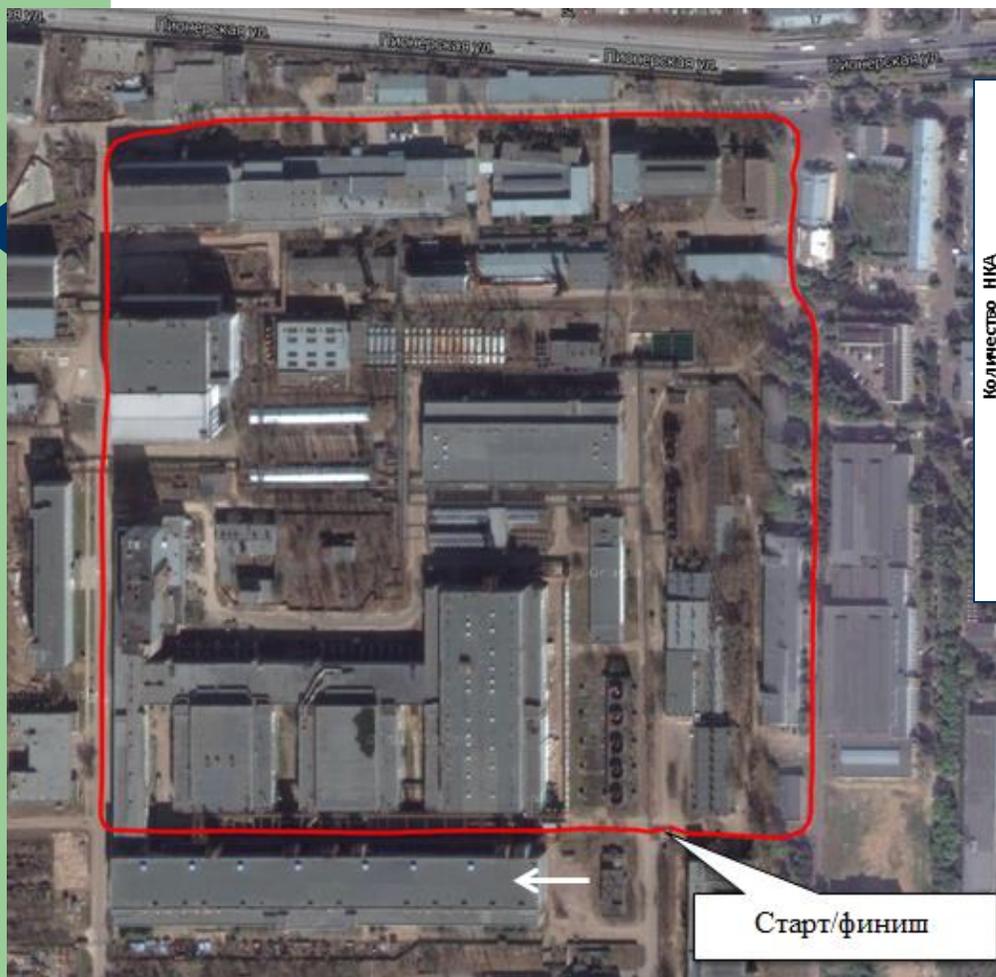
Маршрут №2 - трасса «Дорога горного типа» полигона НАМИ



Средние значения на маршруте:

НКА ГЛОНАСС	7.9
НКА GPS	8.7
PDOP	1.4

Маршрут №3 - трасса с условиями плотной городской застройки



Средние значения на маршруте:

НКА ГЛОНАСС	5.3
НКА GPS	6.6
PDOP	2.2

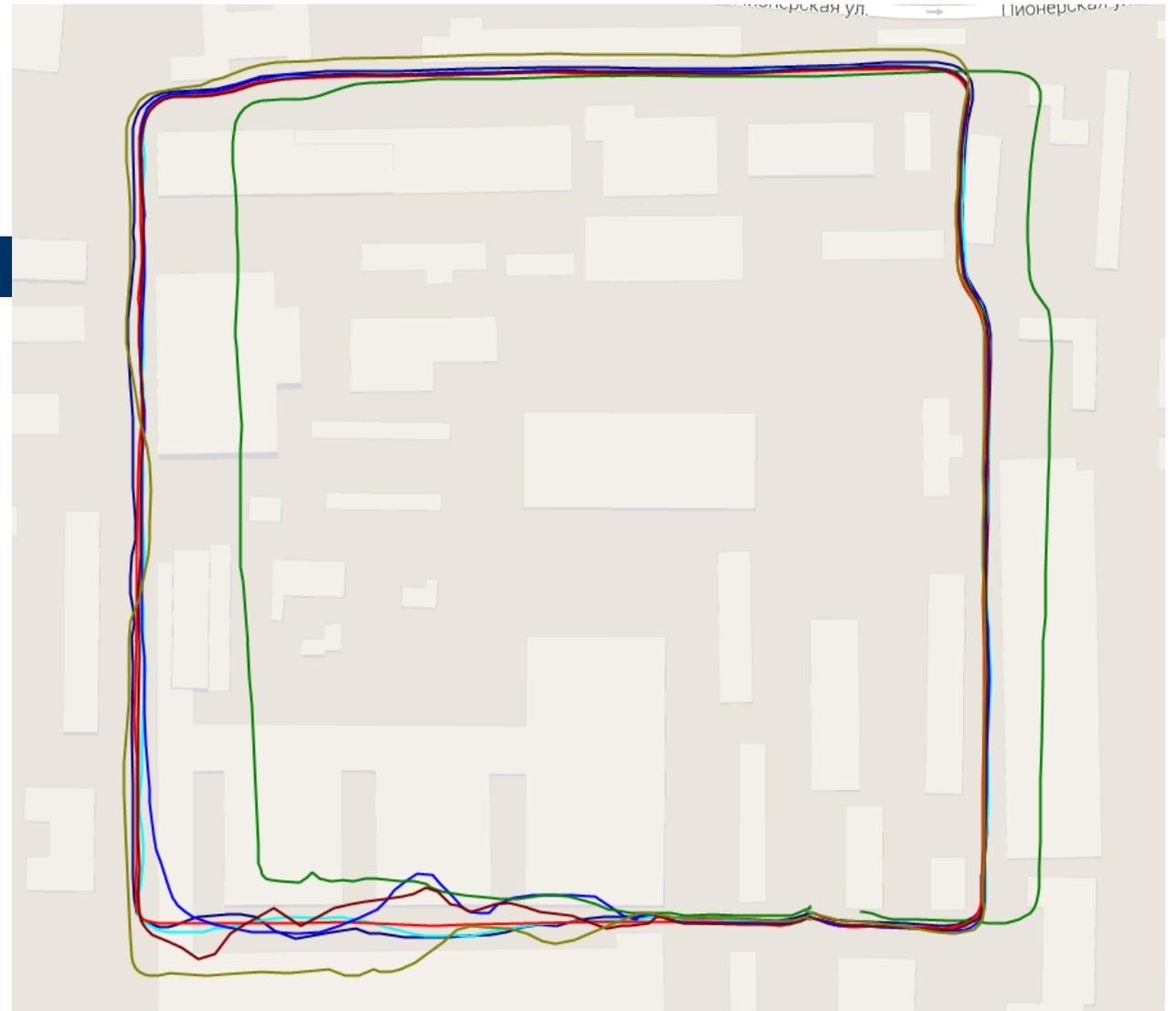
Круг 1. Режим ГЛОНАСС+GPS

- Контр. траектория
- Навис NV08C
- ИРЗ МНП-М7
- uBlox EVK-M8N
- Геостар ГеоС-3
- Telit SL869V2
- Navia ML8088S



Круг 2. Режим GPS

- Контр. траектория
- Навис NV08С
- ИРЗ МНП-М7
- uBlox EVK-M8N
- Геостар ГеоС-3
- Telit SL869V2
- Navia ML8088S



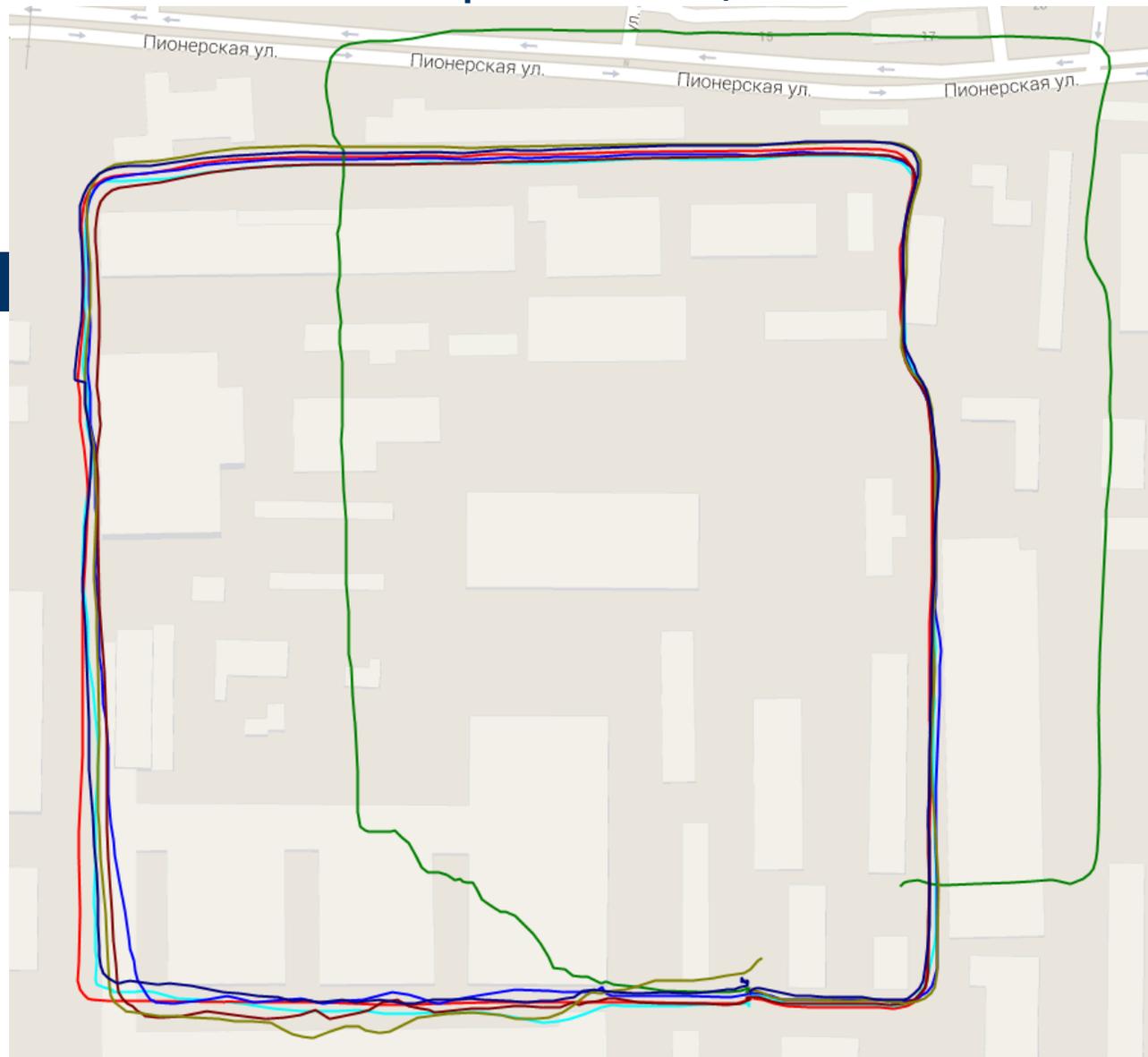
Круг 3. Режим ГЛОНАСС

- Контр. траектория
- Навис NV08С
- ИРЗ МНП-М7
- uBlox EVK-M8N
- Геостар ГеоС-3
- Telit SL869V2
- Navia ML8088S



Круг 4. Режим ГЛОНАСС+GPS, антенна – в перчаточном ящике

- Контр. траектория
- Навис NV08С
- ИРЗ МНП-М7
- uBlox EVK-M8N
- Геостар ГеоС-3
- Telit SL869V2
- Navia ML8088S



Предельная погрешность местоопределения в плане по уровню вероятности 0.95
(предварительные данные)

	Маршрут 1				Маршрут 2				Маршрут 3			
	ГЛОНАСС+ GPS	GPS	ГЛОНАСС	ГЛОНАСС+ GPS *	ГЛОНАСС+ GPS	GPS	ГЛОНАСС	ГЛОНАСС+ GPS *	ГЛОНАСС+ GPS	GPS	ГЛОНАСС	ГЛОНАСС+ GPS *
uBlox EVK-M8N	2.10	3.97	2.99	5.89	1.75	1.40	1.85	3.75	21.83	7.18	15.32	33.79
Navia ML8088S	2.54	1.97	8.50	8.98	2.38	1.55	9.75	5.50	9.74	5.22	11.31	16.99
Навис NV08C	2.42	3.71	4.87	8.53	1.46	1.72	4.98	4.26	40.74	37.26	36.48	44.40
Геостар ГеоС-3	3.31	4.41	5.93	8.95	4.81	2.34	4.10	4.30	31.54	28.35	28.47	23.78
Telit SL869V2	5.81	10.56	3.22	14.06	5.63	4.83	4.65	6.91	13.76	7.86	20.73	27.43
ИРЗ МНП-М7	3.97	2.61	7.22	6.63	3.20	1.94	3.81	13.30	64.80	66.55	76.80	168.65

**Доклад окончен, спасибо за
внимание**