



АО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
«СИСТЕМЫ ПРЕЦИЗИОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Филиал «Прецизионного навигационного баллистического обеспечения»

Сравнение моделей для расчёта тропосферной задержки навигационных сигналов системы ГЛОНАСС

**Агапов Р.В., Широкий С.М., Титов Е.В.
(Филиал «ПНБО» АО «НПК «СПП»)**

КВНО-2017

17-21 апреля 2017 года



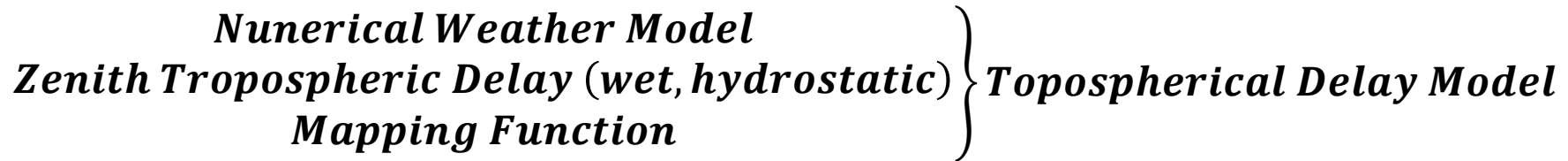
Постановка задачи

Проблема: Точность моделей тропосферных задержки оценивается в сравнении с данными IGS или ESA, что является недостаточным для оценки адекватности работы модели над территорией РФ.

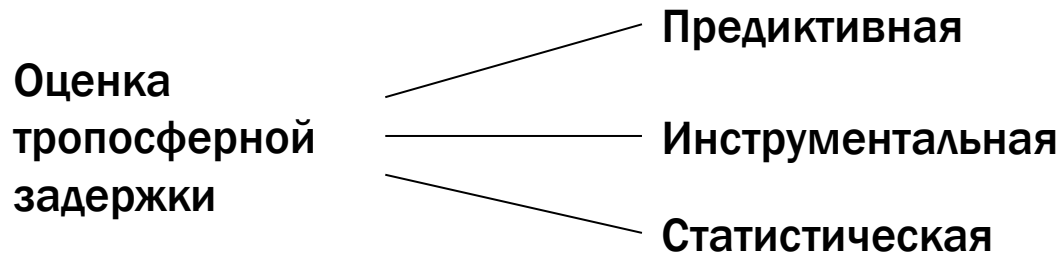
Направление изучения: оценить точность современных моделей расчёта величины тропосферной задержки радиотехнического сигнала путём сравнения с данными РСДБ комплекса «Квазар-КВО».



Структурная модель оценки тропосферной задержки



Методы оценки тропосферной задержки





Некорректируемые модели

Сводные характеристики некорректируемых моделей тропосферной задержки

	UNB3m	GPT2w
Год создания	2004	2012
Цифровая погодная карта	US Standard atmospheric supplements	ECMFW ERA-Interim
Гидростатическая задержка	Davis [1985]	Saastamoinen [1972]
Влажная задержка	Davis [1985]	Askne & Noridus [1972]
Функция отображения	Neil MF [1996]	Vienna MF [2006]
Количество коэффициентов погодной карты	50	2712600



Корректируемые модели

Сводные характеристики корректируемых моделей тропосферной задержки

	ESA-Site	ГАМТЗ
Год создания	2016	2016
Цифровая погодная карта	ECMFW ERA-15	ECMFW ERA-Interim
Гидростатическая задержка	Saastamoinen [1972]	Saastamoinen [1972]
Влажная задержка	Askne & Noridus [1972]	Askne & Noridus [1972]
Функция отображения	Neil MF [1996]	GMF [2006]
Количество статистических коэффициентов погодной карты	466576	3240
Количество параметров коррекции погодной карты	194400	56
Канал доставки параметров коррекции	Широкополосный интернет	НК ГЛОНАСС [после 2020 года]



Квазар-КВО



Координаты пунктов наблюдения

	Бадары	Светлое	Зеленчукская
Широта	51°46'11" с.ш.	60°31'56" с.ш.	43°47'16" с.ш.
Долгота	102°14'04" в.д.	29°46'54" в.д.	41°33'52" в.д.
Высота	813 м.	86 м.	1175 м.



Постановка эксперимента

Исходные данные:

- 1) Измерения РВП станций колокации «КВАЗАР-КВО»
- 2) Модели расчёта величины тропосферной задержки:
UNB3m, GPT2w, ESA-Site, ГАМТЗ.

Ожидаемый результат:

оценка точности моделей путём сравнения результатов с восстановленной по измерениям РВП величины зенитной составляющей тропосферой задержки.

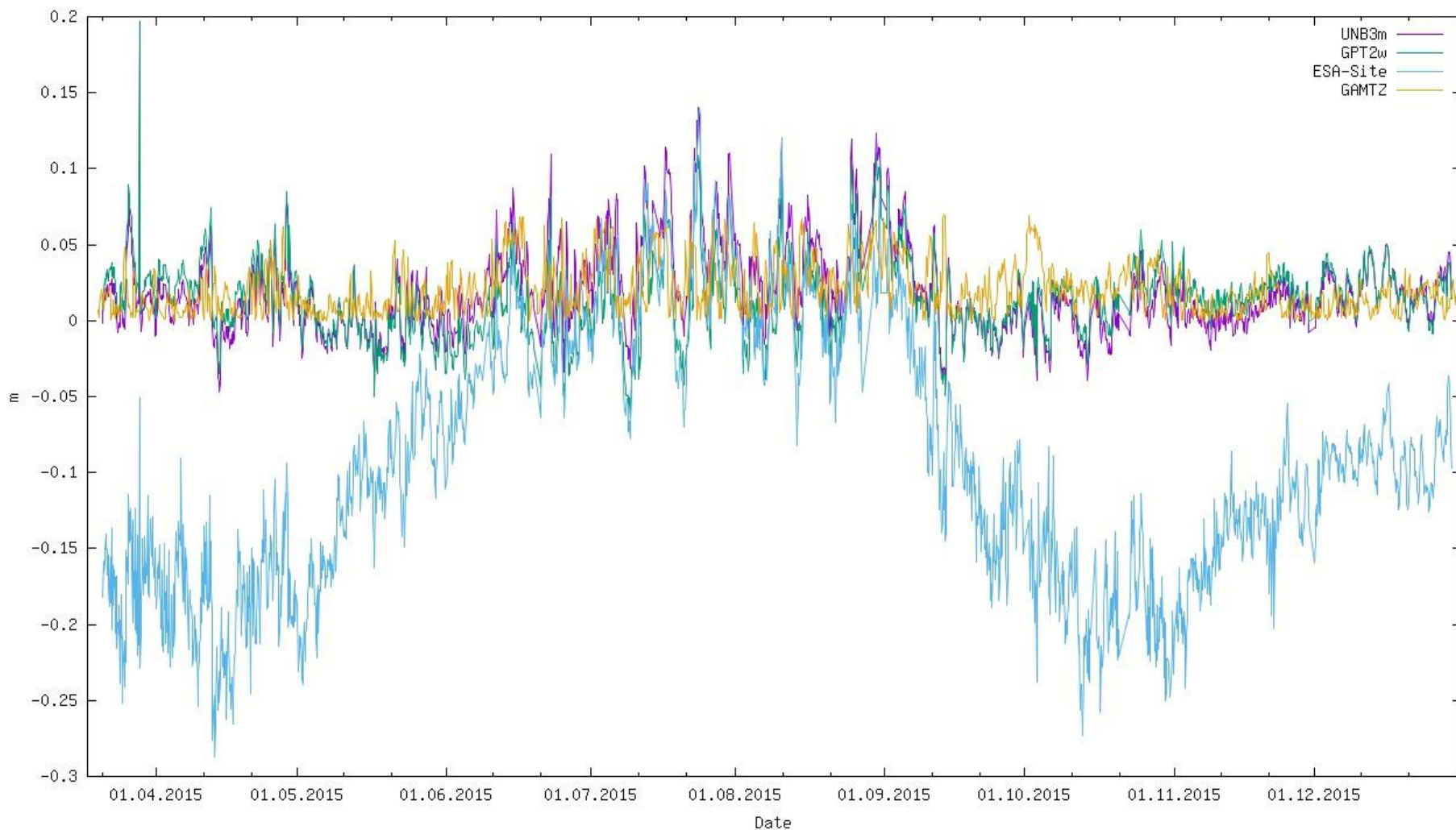
Используемые методы:

программное моделирование условий наблюдения, статистическая оценка точности.



Станция колокации «Бадары»

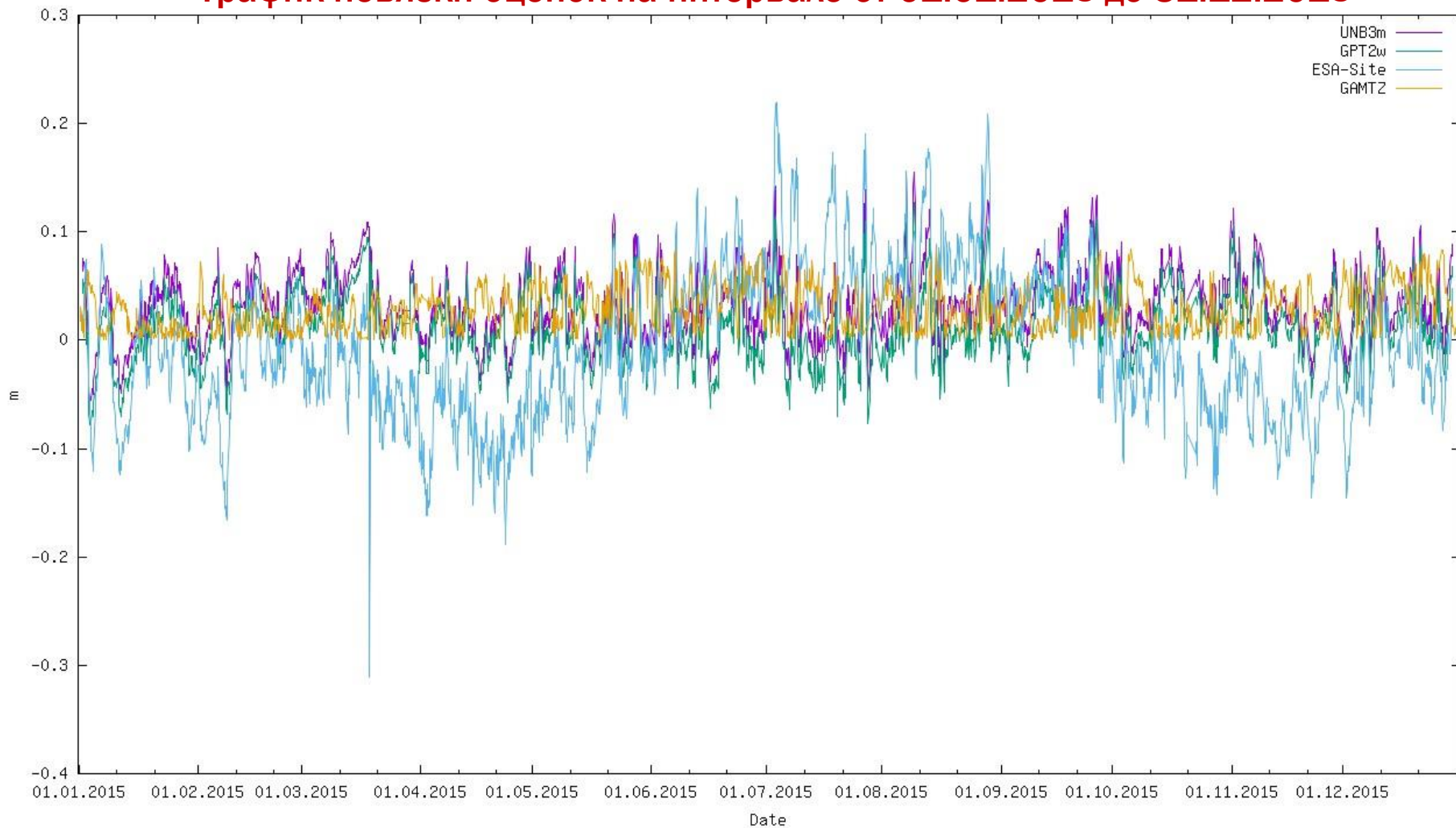
График невязки оценок на интервале от 18.03.2015 до 31.12.2015





Станция колокации «Светлое»

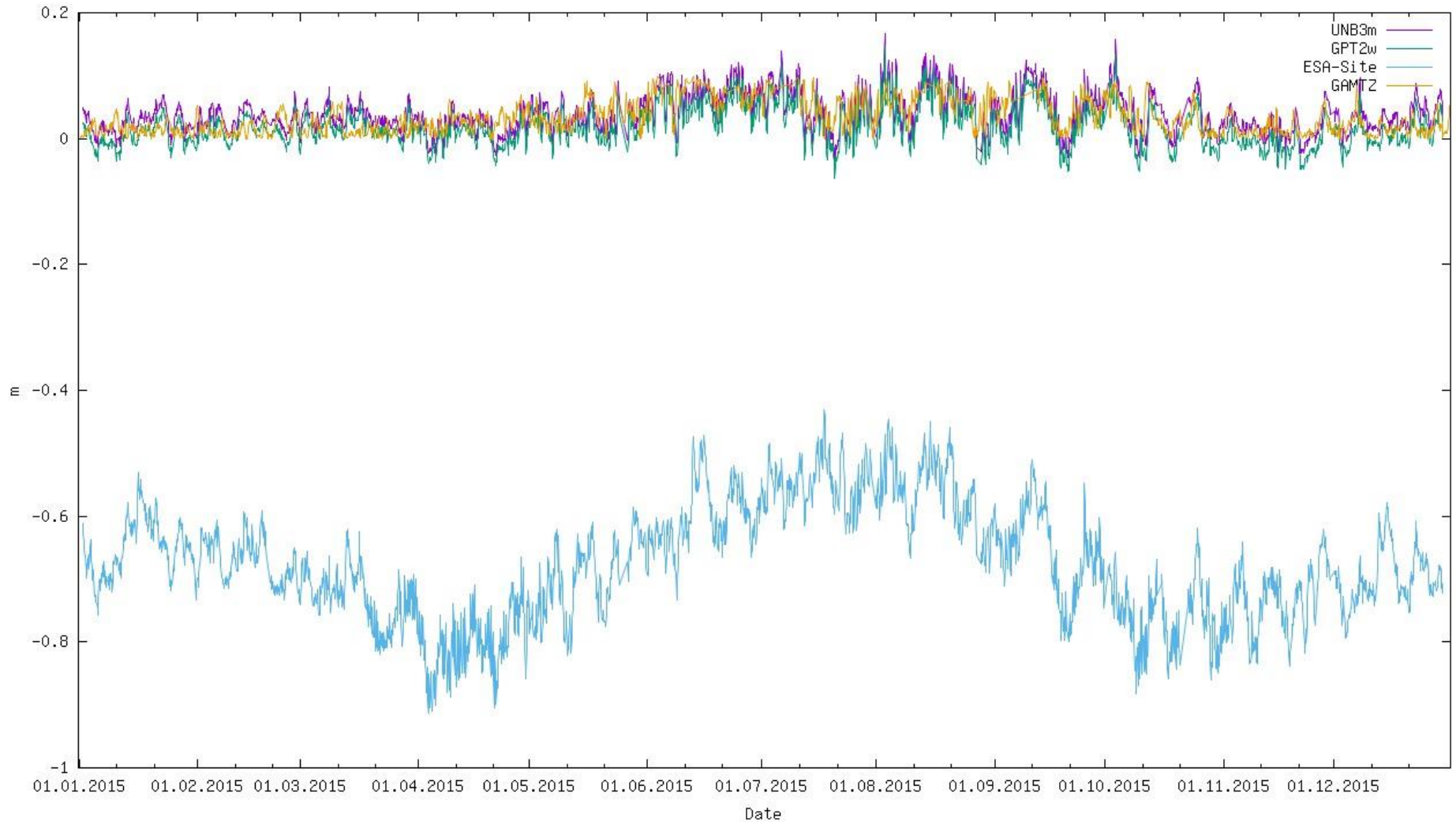
График невязки оценок на интервале от 01.01.2015 до 31.12.2015





Станция колокации «Зеленчукская»

График невязки оценок на интервале от 01.01.2015 до 31.12.2015





Показатели точности

Среднеквадратическое отклонение, [см]

	Бадары	Светлое	Зеленчукская
UNB3m	3,00	3,00	3,00
GPT2w	2,47	3,26	3,01
ESA-Site	8,34	6,65	9,02
ГАМТЗ	1,57	1,98	2,52

Среднеквадратическая погрешность, [см]

	Бадары	Светлое	Зеленчукская
UNB3m	3,34	4,60	4,96
GPT2w	2,84	3,52	3,63
ESA-Site	12,44	6,68	68,19
ГАМТЗ	2,48	3,45	4,05



Выводы

Проведено взаимное сравнение ТХ различных моделей расчёта тропосферной задержки **UNB3m**, **GPT2w**, **ESA-Site** и **ГАМТЗ**. Получены следующие основные результаты.

1. Модель **UNB3m** показывает удовлетворительную точность и может быть рекомендована для мобильных потребителей, не имеющих возможности корректировать модель.
2. Модель **GPT2w** показывает хорошую точность, и её стоит рекомендовать потребителю, у которого отсутствует возможность получения параметров коррекции и есть вычислительные мощности для обработки большого количества коэффициентов погодной карты.
3. Модель **ESA-Site** обеспечивает наихудшую точность, что объясняется отсутствием законченной методики введения данных коррекции в исходную модель.
4. Модель **ГАМТЗ** обеспечивает потребителей коррекциями тропосферной задержки глобально, в реальном масштабе времени, в абсолютном режиме навигации и с точностью близкой к точности **GPT2w** при использовании меньшего количества коэффициентов.



Спасибо за внимание!