



Оценка положения центра панели лазерных отражателей для КА WEIDOU-3M

Готов В.Д., Митрикас В.В., Пафнутьев А.А.
(АО ЦНИИМаш)



23-й Симпозиум ILRS
Куньмин, 2024

Общая постановка задачи

Цель работы: исследование путей повышения точности эфемеридного обеспечения КА BEIDOU-3M на основе совместного согласованного использования (колокации) квантово-оптических и радиоизмерений.

История вопроса:

1. Глотов В.Д., Пафнутьев А.А., Зинковский М.В., Митрикас В.В.

«Использование лазерных измерений КА ГЛОНАСС для верификации методик обработки данных. Результаты анализа лазерных измерений мировой сети КА ГЛОНАСС в ИАЦ КВНО» (2015, Технический симпозиум ILRS, Матера)

2. Глотов В.Д., Митрикас В.В., Пафнутьев А.А.

«Оценка положения центра панели лазерных отражателей для КА Глонасс-М» (2018, 21-й Международный симпозиум ILRS, Канберра)

Актуальность:

1. Станции ILRS накопили большой объем лазерных измерений КА BEIDOU, поскольку 4 КА были включены в приоритетный лист ILRS.

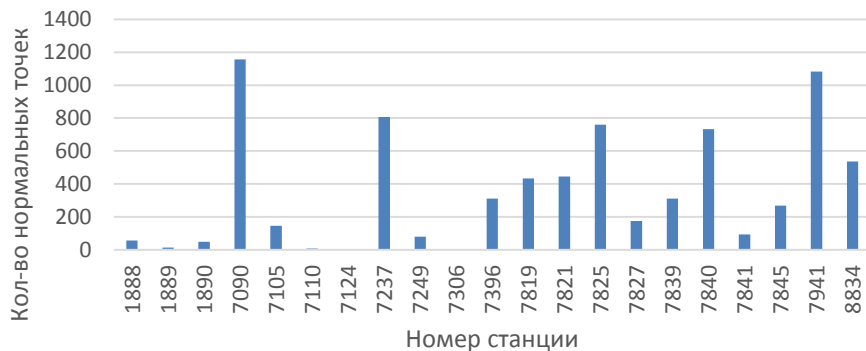
2. Мировыми центрами анализа ведутся работы по повышению точности апостериорной эфемеридной информации ГНСС и согласованности их решений.

3. Работа по совместному использованию различных методов измерений чрезвычайно важна с точки зрения согласованности и верификации результатов.

Данные КОС

- Интервал сбора измерений: 01.01.2022 – 01.08.2024
- Количество станций КОС сети ILRS – 21
- Координаты КОС взяты из решения ITRF2014
- Смещение фазового центра навигационной антенны BEIDOU SC из файла ANTEX, рекомендованного IGS.
- Номинальные значения панели взяты с сайта ILRS
- Количество КА BEIDOU-3M в исследовании: 4 (постоянно находились в листе приоритетности)
- Общее количество нормальных точек – 25866
- Количество нормальных точек после фильтрации – 25719

BDS-20



BDS-21



BDS-29



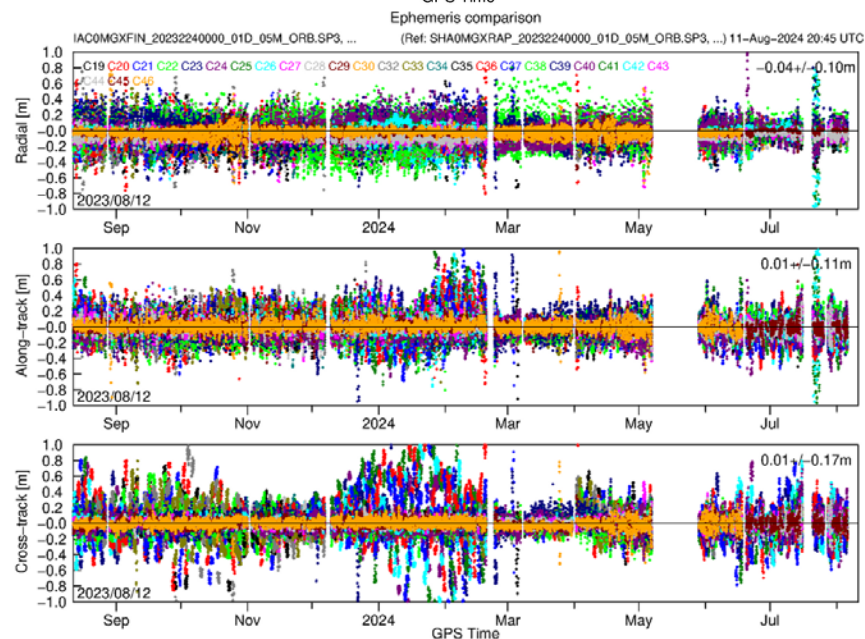
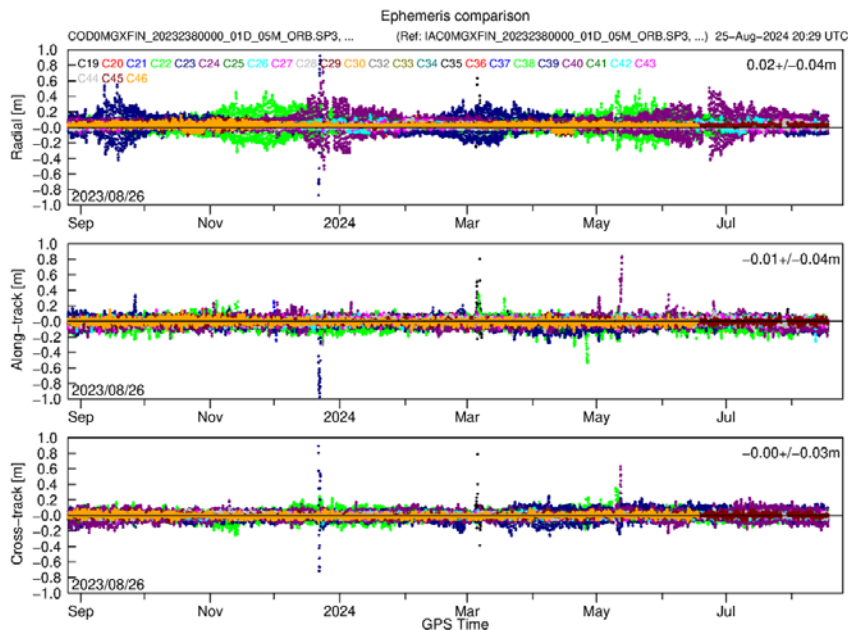
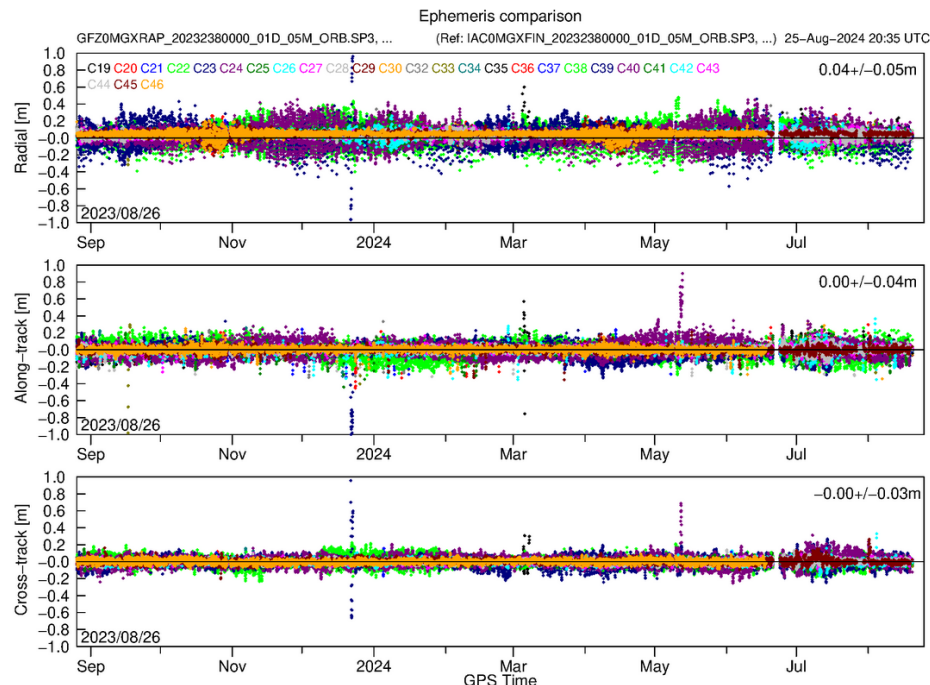
BDS-30



Данные ГНСС

Для проведения комплексных исследований в качестве эталонных данных эфемерид КА BEIDOU-3M использовались четыре набора точных эфемерид, полученных апостериорно из фазовых измерений и хранящихся в формате SP3 в различных центрах анализа IGS (IAC, CODE, GFZ, SHA). Сравнение орбит IAC-COD, IAC-GFZ и IAC-SHA BEIDOU.

**Взято с веб-страницы MGEX (сайт IGS)*



Невязки BDS-20

Невязки с орбитами IAC, W ORMS = 31,5 mm



Невязки с орбитами GFZ, W ORMS = 37,4 mm



Невязки с орбитами COD, W ORMS = 28,2 mm



Невязки с орбитами SHA, W ORMS = 85,3 mm



Невязки BDS-21

Невязки с орбитами IAC, W ORMS = 33,3 mm



Невязки с орбитами GFZ, W ORMS = 40,5 mm



Невязки с орбитами COD, W ORMS = 30,5 mm



Невязки с орбитами SHA, W ORMS = 88,4 mm



Невязки BDS-29

Невязки с орбитами IAC, **W ORMS = 30,8 mm**



Невязки с орбитами GFZ, **W ORMS = 28,2 mm**



Невязки с орбитами COD, **W ORMS = 29,7 mm**



Невязки с орбитами SHA, **W ORMS = 67,0 mm**



Невязки BDS-30

Невязки с орбитами IAC, W ORMS = 30,1 mm



Невязки с орбитами GFZ, W ORMS = 32,9 mm



Невязки с орбитами COD, W ORMS = 28,9 mm



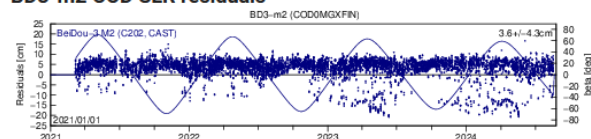
Невязки с орбитами SHA, W ORMS = 67,9 mm



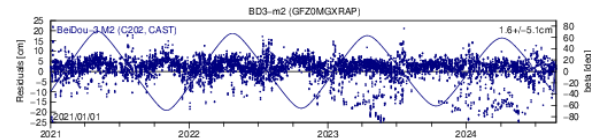
Невязки лазерных измерений КА BEIDOU-3M

*с Веб-страницы MGEXpage (сайт IGS)

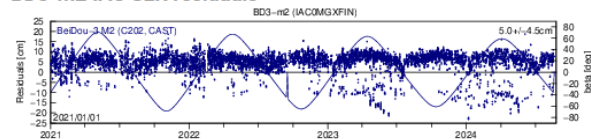
BD3-m2 COD SLR residuals



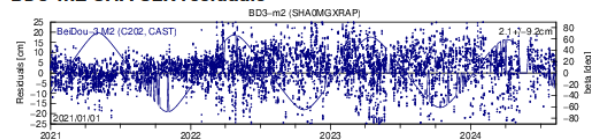
BD3-m2 GFZ SLR residuals



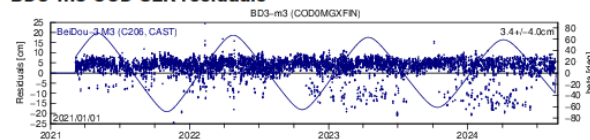
BD3-m2 IAC SLR residuals



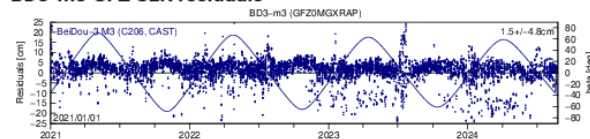
BD3-m2 SHA SLR residuals



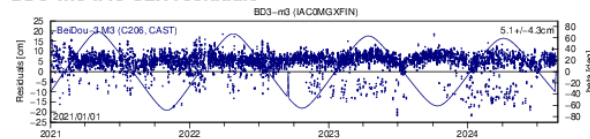
BD3-m3 COD SLR residuals



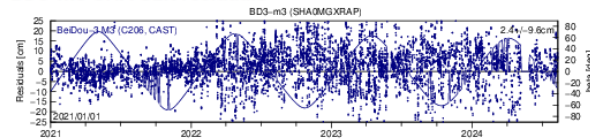
BD3-m3 GFZ SLR residuals



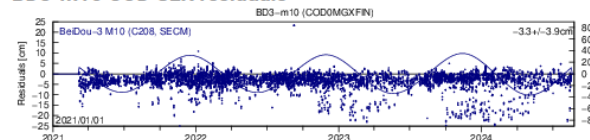
BD3-m3 IAC SLR residuals



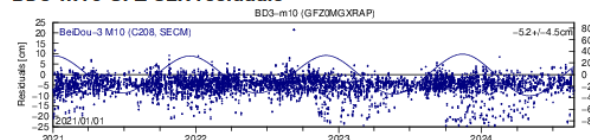
BD3-m3 SHA SLR residuals



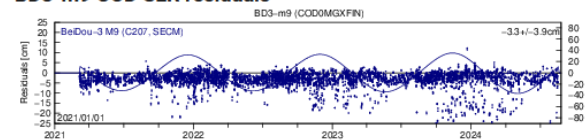
BD3-m10 COD SLR residuals



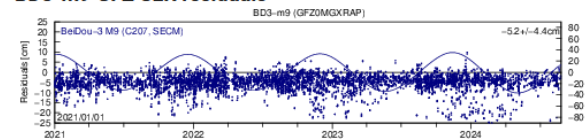
BD3-m10 GFZ SLR residuals



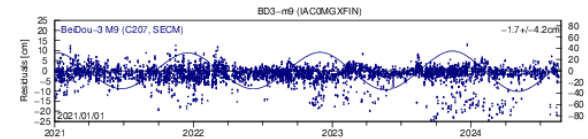
BD3-m9 COD SLR residuals



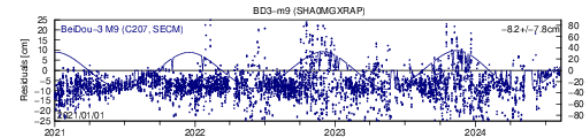
BD3-m9 GFZ SLR residuals



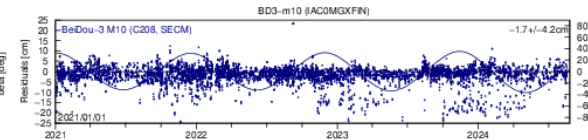
BD3-m9 IAC SLR residuals



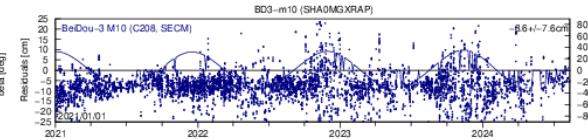
BD3-m9 SHA SLR residuals



BD3-m10 IAC SLR residuals

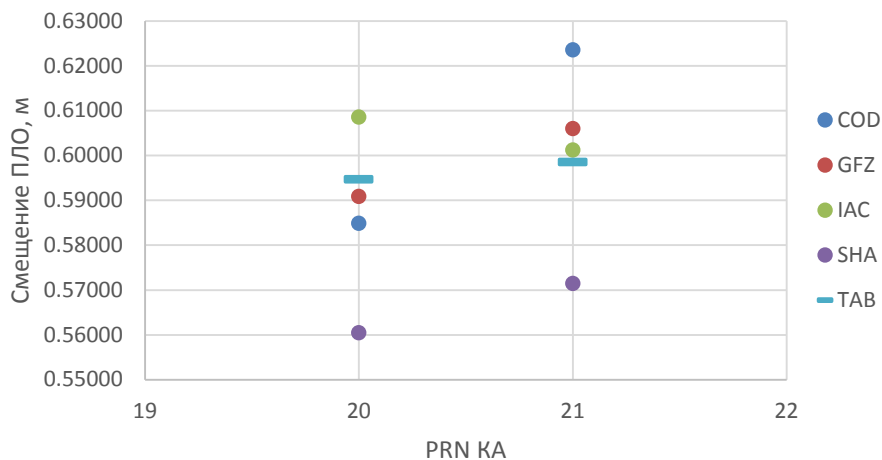


BD3-m10 SHA SLR residuals

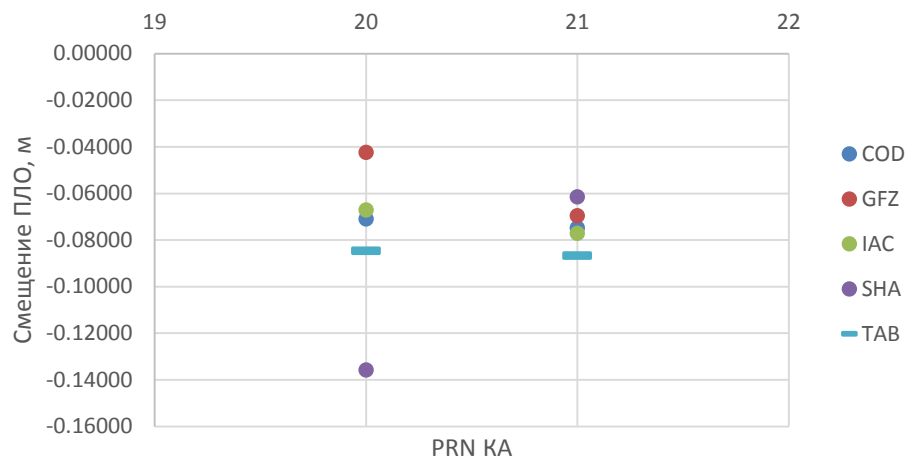


Смещение центра панели лазерных отражателей КА CAST (№ 20 и 21)

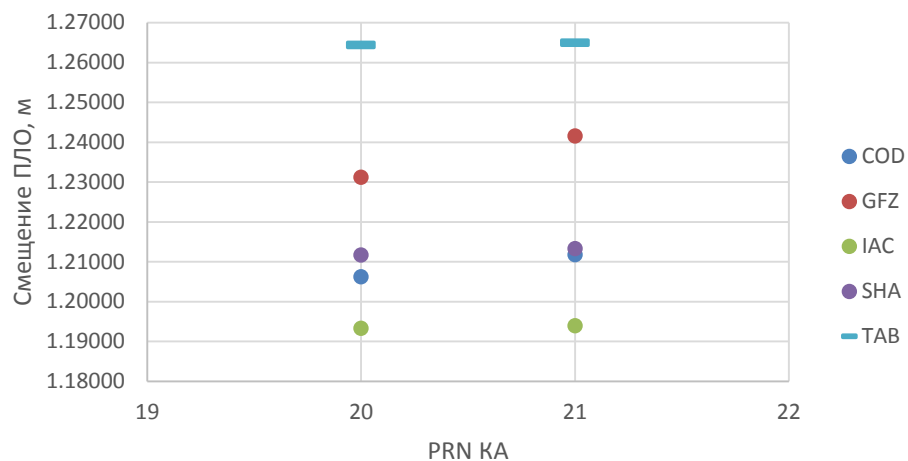
Ось X, CAST KA



Ось Y, CAST KA

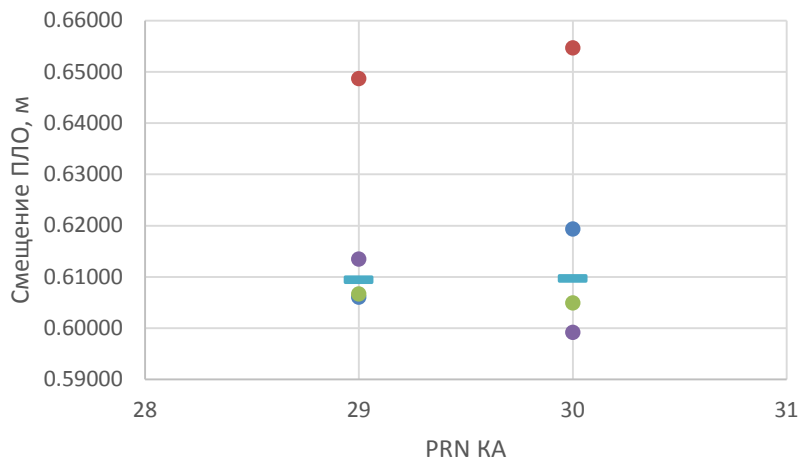


Ось Z, CAST KA

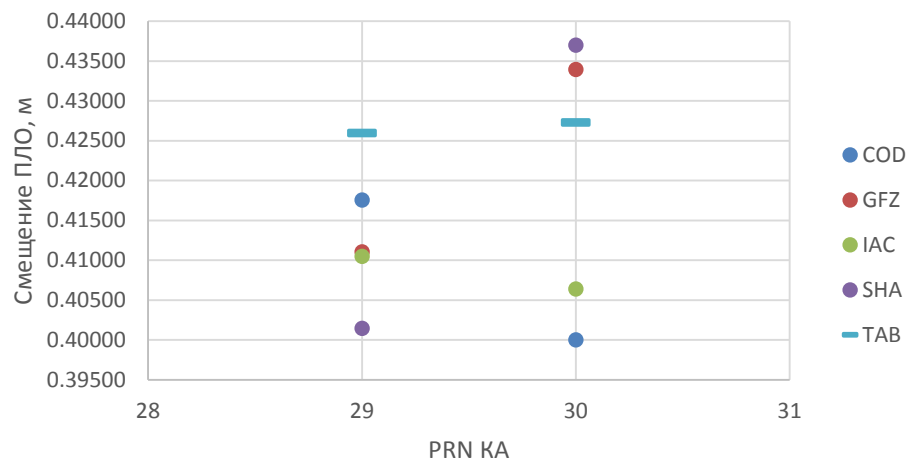


Смещение центра панели лазерных отражателей КА SECM (№ 20 и 21)

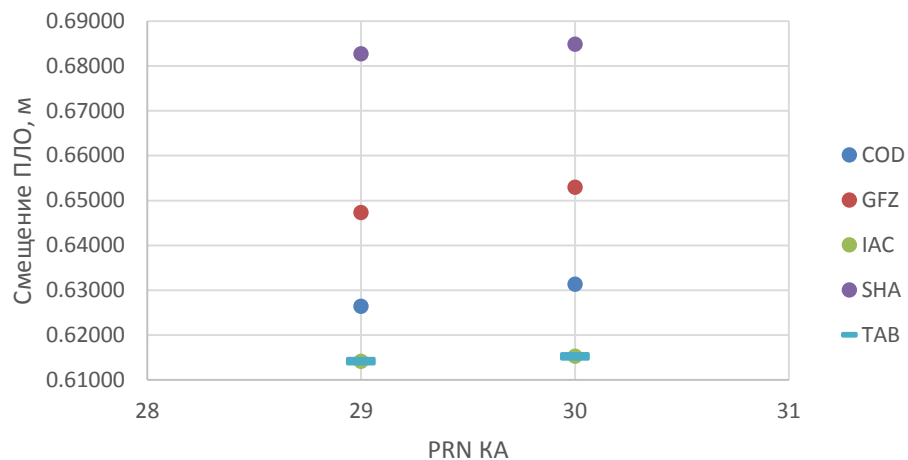
Ось X, SECM KA



Ось Y, SECM KA



Ось Z, SECM KA



Заключение

- Лазерные измерения позволяют оценить точность определения орбит ГНСС космических аппаратов в разных центрах с использованием различных методик.
- Эту работу можно продолжить детально для разных наборов измерений, других космических аппаратов и для нового набора координат SLR.
- Следующим возможным шагом в данной работе является оценка положения фазового центра радиоантенны при фиксированном положении ретрорефлекторной панели (обратная задача).
- Совместная обработка радио- и лазерных измерений реально может способствовать более точному определению орбит спутников ГНСС.