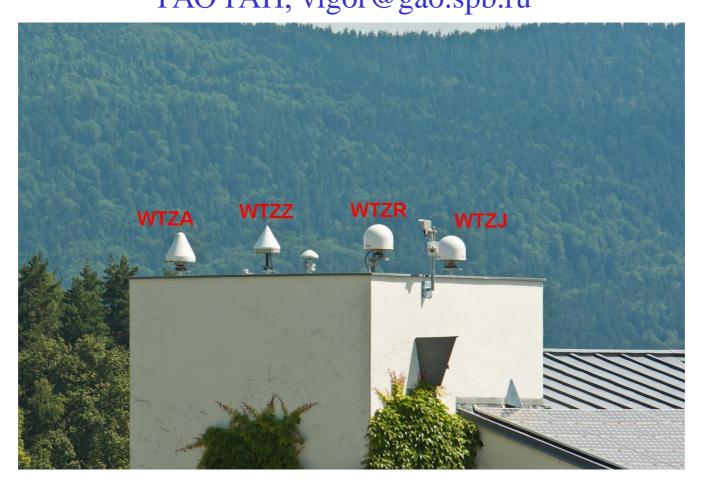
О СОГЛАСОВАННОСТИ СКОРОСТЕЙ СТАНЦИЙ С НЕСКОЛЬКИМИ ГНСС-ПРИЁМНИКАМИ

В. Горшков, Н. Щербакова ГАО РАН, vigor@gao.spb.ru



Всероссийская астрометрическая конференция «Пулково-2015»

Мотивация





2008.2 – 2011.6



2011.7 - 2015

1996.9 – 2011.7



2011.8 - 2015



Цель работы

Определение статистически значимых различий в скоростях близко расположенных станций для оценки верхнего предела ошибки скорости на произвольно выбранной ГНСС-станции.

Попытка определить основные причины этих различий.

Знание максимальной ошибки особенно существенно при региональных геодинамических исследованиях (поиск внутриплитовых структур, определение разломных зон)



Данные - I

Скорости 21 станции, компактно расположенные в 9 пунктах

Обработаны исходные данные (RINEX) с помощью пакета GYPSI 6.3

(стратегия PPP, стандартные поправки, включая атмосферные нагрузки, учёт скачков с привязкой к log-файлам и статистических выбросов).



Данные - II (данные Иркутска, Менделеево и Обнинска присутствуют также в ДАННЫХ -I).

| AB01 | AB02 | AB04 | AB06 | AB07 | AB08 | AB09 | AB13 | AB14 | AB15 | AB17 | AB18 | AB21 | AB22 | AB25 | AB27 | AB28 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| AB33 | AB35 | AB36 | AB37 | AB39 | AB41 | AB42 | AB43 | AB44 | AB45 | AB46 | AB48 | AB49 | AB50 | AB51 | ABEB | ABMF |

102 пары рядов из базы JPL, http://sideshow.jpl.nasa.gov/post/series.html (Orbits: S. Desai, W. Bertiger, J. Gross, B. Haines, N. Harvey, C. Selle, A. Sibthorpe, J. Weiss Point positioning: A. Moore, S. Owen; Post-processing and Web design: M. Heflin),

где приведены скорости около 2.5 тысяч ГНСС-станций. Скорости станций определялись после учёта скачков в рядах положений по χ^2 — статистике и не привязаны к информации из log-файлов.

Имеющиеся неточности скоростей иногда можно откорректировать поскольку ряды положений и скачков в них также представлены в этой базе.

Общая характеристика данных

- Использовались ряды продолжительностью более 3 лет и базы менее 1 км.
- Данные о смене приёмников, их прошивок, смене антенн и их перемещений взяты из log-файлов (ftp://garner.ucsd.edu/pub/docs/station-logs/).
- Использовались разные марки приёмников и антенн. На некоторых станциях количество изменений в составе приёмник + антенна доходило до 20.
- Антенны установлены на крышах, мачтах и наземных геодезических столбах.

Сравнение скоростей

По имеющейся оценке $\sigma_{\Delta V}=\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2}$ проверялась нулевая гипотеза $\Delta V=|V_1-V_2|=0$ на 99% уровне значимости: если $\Delta V>u_{0.99}\sigma_{\Delta V}$, то нулевая гипотеза отвергалась $(u_{0.99}=2.576)$. Здесь $V_1,V_2,\sigma_1,\sigma_2$ – скорости и их ошибки для сравниваемых рядов.

Ошибки σ_1, σ_2 вычислены с учётом типа распределения. Для фликкер-шума (основное распределение в ГНСС-рядах): $\sigma_i \cong 0.75 A_i \ / \ T_i, \ A_i -$ вариация Аллана, $T_i -$ продолжительность наблюдения ряда.

Сравнение скоростей по данным из базы JPL

Всего из 102 пар рядов 39 оказалось со скоростями, значимо различающимися хотя бы в одной компоненте.

Наблюдения разбиты на группы:

1. пересекающихся по времени (не менее 3 лет одновременных наблюдений) с несколькими приборами (24 пары из 56, => 43%)

 $\Delta V_N = 0.76 \pm .24$ $\Delta V_F = 0.98 \pm .29$ $\Delta V_H = 3.05 \pm .75$ (мм/год)

2. последовательно сменяющих друг друга (11 из 20, => 55%)

 $\Delta V_N = 2.13 \pm .49$ $\Delta V_F = 1.48 \pm .39$ $\Delta V_H = 4.08 \pm 1.14$ (мм/год)

3. наблюдения на одну антенну с соединёнными через разделитель (4 из 26, => 15%)приёмниками

 $\Delta V_N = 0.52 \pm .12$ $\Delta V_F = 0.82 \pm .17$

 $\Delta V_{H} = 1.01 \pm .35$ (мм/год)

 $\Delta V_N = 0.7 \pm 1.0 (16)$ $\Delta V_E = 1.1 \pm 0.8 (24)$ $\Delta V_H = 2.9 \pm 1.6 (8)$

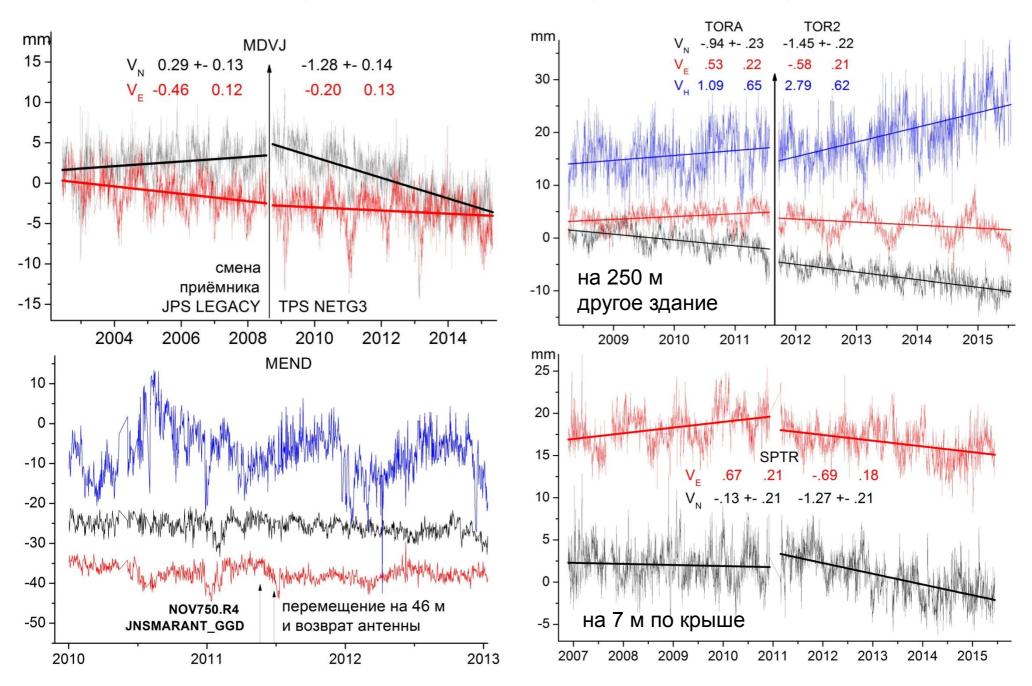
Это означает, что более 40% расположенных в одном месте ГНСС-комплексов имеют значимые расхождения скоростей хотя бы в одной из компонент.

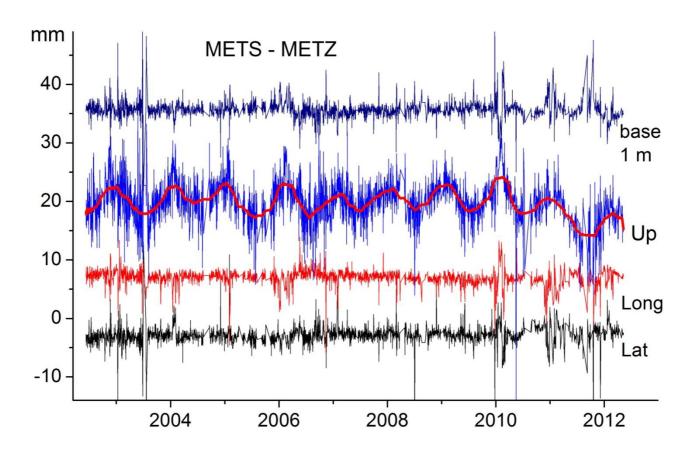
Следовательно

и в местах одиночного расположения ГНСС-комплексов примерно такова же вероятность появления в горизонтальном векторе скорости ошибки ~1 мм/год

Сравнение скоростей по данным - І

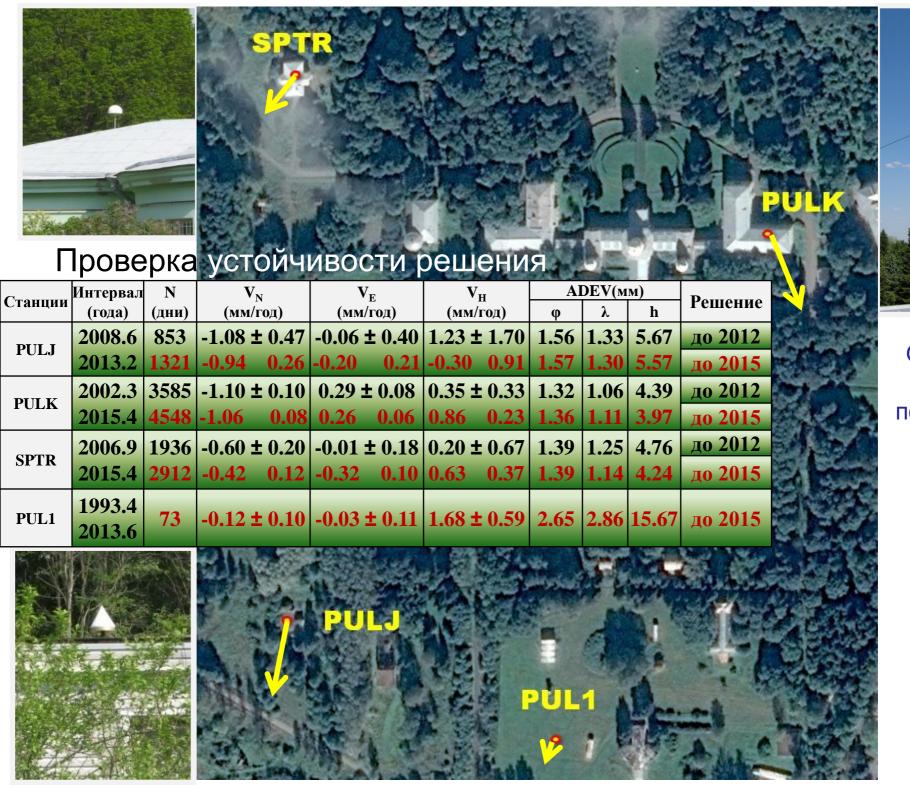
6 из 15 пар имеют значимые различия скоростей





Следовательно

перемещения антенны или даже смена приёмника могут привести к изменению скорости станции до 1.5 мм/год, что уверенно обнаруживается спустя год ввиду наличия сезонности в рядах положений



Остаточные скорости после снятия вращения EA плиты в ITRF08

Выводы

По результатам исследования более сотни пар рядов наблюдений на близко расположенных ГНСС-станциях обнаружено:

- Вероятность появления в горизонтальном векторе скорости ошибки до 1 мм/год составляет около 40%. Иначе говоря, почти каждая вторая произвольно выбранная ГНСС-станция может иметь такую ошибку в одной из компонент скорости.
- Уверенной зависимости от марки приёмника и антенны в разностях скоростей не обнаружено. Также нет зависимости от установки антенн на крышах или мачтах по сравнению с установкой на наземных геодезических столбах.
- В каждом конкретном случае при перемещении антенны или даже смене приёмника имеется немалая вероятность изменения скорости. Существенно, что такое изменение уверенно обнаруживается спустя год и больше по причине его маскировки сезонными вариациями в положении станции.

Спасибо за внимание