

Глобальная навигационная спутниковая система в структуре геополигона¹

Вольвач А. Е., Курбасова Г. С.
*Отдел радиоастрономии и геодинамики,
Крымская астрофизическая обсерватория
Ялта, 298688, Российская Федерация
volvach@bk.ru*

Статья поступила 9 июля 2016 г.

Аннотация: Современная система автоматизации немислима без использования источника точного времени. И хотя большинство систем в настоящий момент используют сигналы GPS, очевидно, что на территории РФ на смену ей в ближайшее время придет система ГЛОНАСС. Наибольший интерес в существовании ГЛОНАСС заключается в совместном использовании ГЛОНАСС и GPS. Смещение времени между GPS и ГЛОНАСС является важным параметром в комбинированной обработке GPS/ГЛОНАСС-измерений. Высокоточная система оценки разницы во времени может обеспечить сантиметровую точность определения местоположения. В настоящей работе обсуждаются результаты анализа величин $C1$ -переменной составляющей смещения шкалы времени ГЛОНАСС по отношению к шкалам UTC, TAI за период 2009—2013 гг.

Ключевые слова: базар, активные ядра галактик, черная дыра.

Для цитирования (ГОСТ 7.0.5—2008): Вольвач А. Е., Курбасова Г. С. Глобальная навигационная спутниковая система в структуре геополигона // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. 2016. Т. I, № 2. С. 141—148.

Для цитирования (ГОСТ 7.0.11—2011): Вольвач, А. Е. Глобальная навигационная спутниковая система в структуре геополигона / А. Е. Вольвач, Г. С. Курбасова // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2016. — Т. I, № 2. — С. 141—148.

¹ Статья является расширенной версией доклада, представленного на 24-й Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» — КрыМиКо'2014 (Севастополь, РФ, 7—13 сентября 2014 г.).

Global navigation satellite systems in the geopolygon structure

A. E. Volvach and G. S. Kurbasova

*Radio Astronomy and Geodynamics Department, Crimean Astrophysical Observatory
Yalta, 298688, Russian Federation
volvach@bk.ru*

Received on July 9, 2016

Abstract: *The modern automation system is unthinkable without the use of the accurate time source. Although most systems currently use the GPS signals, it is obvious that the GLONASS system will be used in the Russian Federation in the near future. The greatest interest in the existence of the GLONASS concerns the joint use of the GLONASS and the GPS. The time offset between the GPS and the GLONASS is an important parameter in the processing of combined GPS/GLONASS measurements. High-precision evaluation system of the time difference can provide centimeter accuracy positioning. The present paper concerns the analysis results for the variable component C1 of GLONASS timescale offset values relative to the scale UTC, TAI for the period of 2009–2013.*

Keywords: *radio interferometry, GPS, Glonass.*

For citation (IEEE): A. E. Volvach and G. S. Kurbasova, “Global navigation satellite systems in the geopolygon structure,” *Infocommunications and Radio Technologies*, vol. 1, no. 2, pp. 141–148, 2018. (In Russ.). doi: 10.15826/icrt.2018.01.2.10

1. Введение

Высокоточные методы спутниковых координатных определений, созданные в последние годы, позволили в значительной степени ликвидировать недостатки традиционных геодезических измерений. Их использование для решения геодинамических задач существенно повлияло на определение структуры геодинамических сетей на геополлигонах (рис. 1).

Получение всемирного времени невозможно без привлечения наблюдений методом РСДБ, который является единственным из современных методов, позволяющим проводить «абсолютное» определение UT1.

GPS и ГЛОНАСС — две независимые глобальные навигационные спутниковые системы. Каждая обеспечивает, независимо друг от друга, определение точного местоположения и времени в любой точке мира. Смещение времени между GPS и ГЛОНАСС является важным параметром в комбинированной обработке GPS/ГЛОНАСС-измерений.

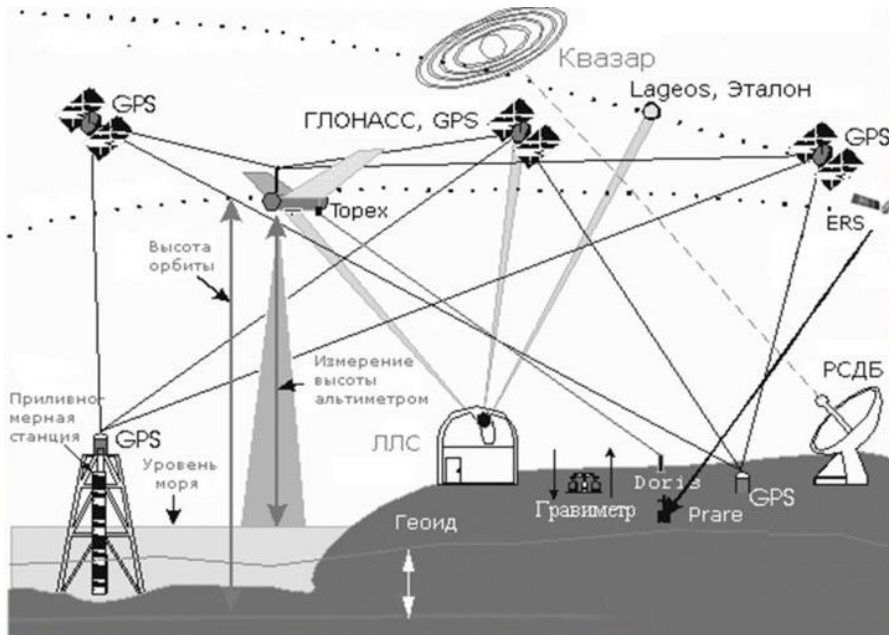


Рис. 1. Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) в структуре геодинамического полигона.

Fig. 1. Global navigation satellite systems (GNSS) in the geodynamic polygon structure

Для получения результатов наивысшей точности в настоящее время объединяются возможности различных средств наблюдений: радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами (РСДБ, ЛЛС, ГНСС). При этом наиболее эффективно объединение результатов при совместном размещении средств наблюдений на одной станции — станции коллокации.

Цель работы заключается в анализе структуры временных рядов измерений C0 (GPS-время) и C1 (ГЛОНАСС-время) на интервале 2009—2013 гг.²

2. Наблюдения и анализ данных

РСДБ-комплекс «КВАЗАР — СИМЕИЗ» формирует базовую систему для получения высокоточной координатно-временной информации в интересах фундаментальных и проблемно ориентированных исследований, в том числе для наземной поддержки ГНСС ГЛОНАСС. Три радиоте-

² Annual Report BIPM No 5–9, 2015.

лескопа комплекса «Квазар-КВО»: «Светлое», «Зеленчукская», «Бадары» и радиотелескоп «Симеиз» образуют базы с длинами (км): 611, 1811, 2015, 4282, 4405, 4883 (рис. 2).



Рис. 2. РСДБ-сеть «Квазар — Симеиз».

Fig. 2. “Kvazar — Simeiz” VLBI network

Все обсерватории оснащены станциями лазерной локации и GPS/ГЛОНАСС-приемниками. Создан геодинимический полигон «Симеиз — Кацивели» (рис. 3), имеющий наблюдательные средства: РСДБ-станция на базе телескопа РТ-22 «Симеиз», два лазерных спутниковых дальномера («Simeiz-1873», «Katsively-1893») и две станции GPS/GLONASS («GPS-CrAO», «Katsively») [1].

Станции космической геодезии и геодинимики входят в состав соответствующих международных служб [2]. В силу специфики процесса наблюдений и корреляционной обработки данных оперативность РСДБ-данных не превышает нескольких дней. Поэтому в целях оперативной службы ПВЗ применяются различные методы комбинации данных РСДБ и спутниковых данных. Спутники GPS передают общую шкалу времени, обозначаемую «время GPS»². Соотношение между временем GPS и TAI следующее

$$[TAI - \text{время GPS}] = 19 \text{ с} + C_0,$$

где разность времени 19 секунд поддерживается постоянной, а C_0 является величиной порядка десятка наносекунд, переменной во времени (рис. 4, 5).

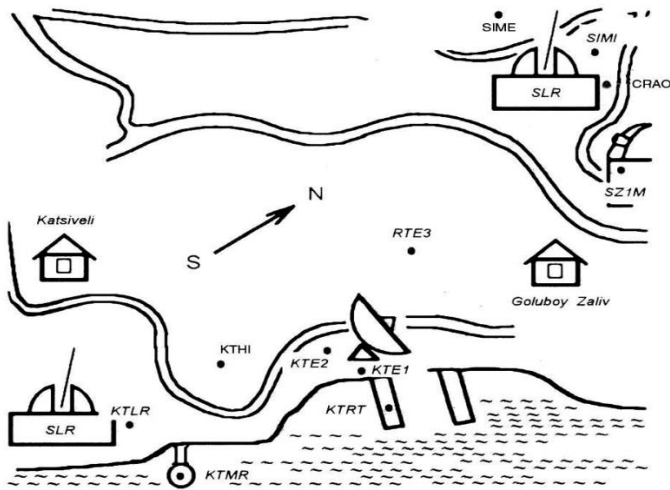


Рис. 3. Полигон «Симеиз — Кацивели».

Fig. 3. "Simeiz - Katsiveli" polygon

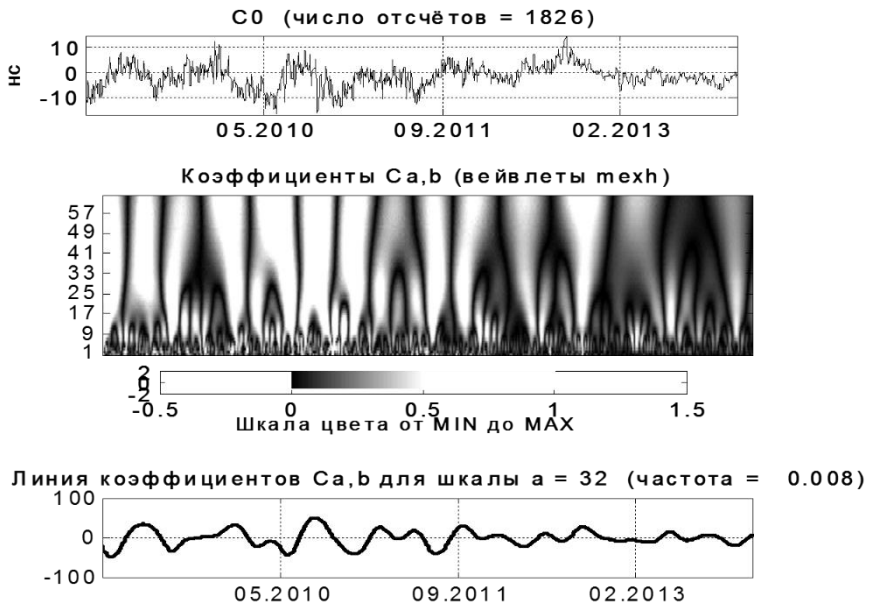


Рис. 4. Вейвлет-анализ данных C0.

Fig. 4. C0 data wavelet analysis

Соотношение между временем GPS и UTC включает переменное число секунд, как следствие добавления високосной секунды в системе UTC, и выглядит следующим образом:

с 2009 январь 1,0 h UTC, по 2012 июль 1,0 h UTC:

$$[\text{UTC} - \text{GPS время}] = -15 \text{ с} + C_0,$$

с 2012 июль 1,0 h UTC, до дальнейшего уведомления,

$$[\text{UTC} - \text{GPS время}] = -16 \text{ с} + C_0.$$

Спутники ГЛОНАСС передают общую шкалу времени, обозначаемую «время ГЛОНАСС». Соотношение между временем ГЛОНАСС и UTC имеет вид:

$$[\text{UTC} - \text{GLONASS время}] = 0 \text{ с} + C_1,$$

где разница во времени 0 поддерживается постоянной путем применения секундного скачка, так что время ГЛОНАСС совпадает с временем UTC, а C_1 является величиной порядка сотен наносекунд (десятки микросекунд до 1 июля 1997 г.), переменной во времени.

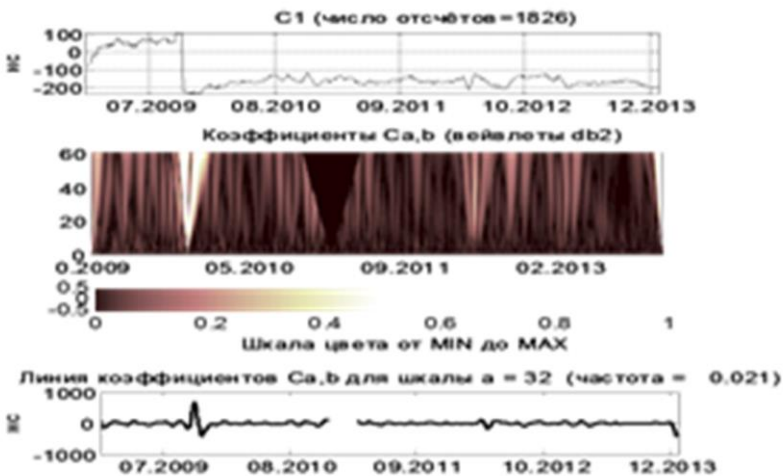


Рис. 5. Вейвлет-анализ данных C_1 .

Fig. 5. C_1 data wavelet analysis

Соотношение между временем ГЛОНАСС и TAI включает в себя переменное число секунд и заключается в следующем: с 2009 года на 1 января 0 ч UTC до 2012 июля 0 ч UTC – $[\text{TAI} - \text{время ГЛОНАСС}] = 34 \text{ с} + C_1$, от 2012 1 июля 0 ч UTC, до дальнейшего уведомления:

$$[\text{TAI} - \text{время ГЛОНАСС}] = 35 \text{ с} + C_1.$$

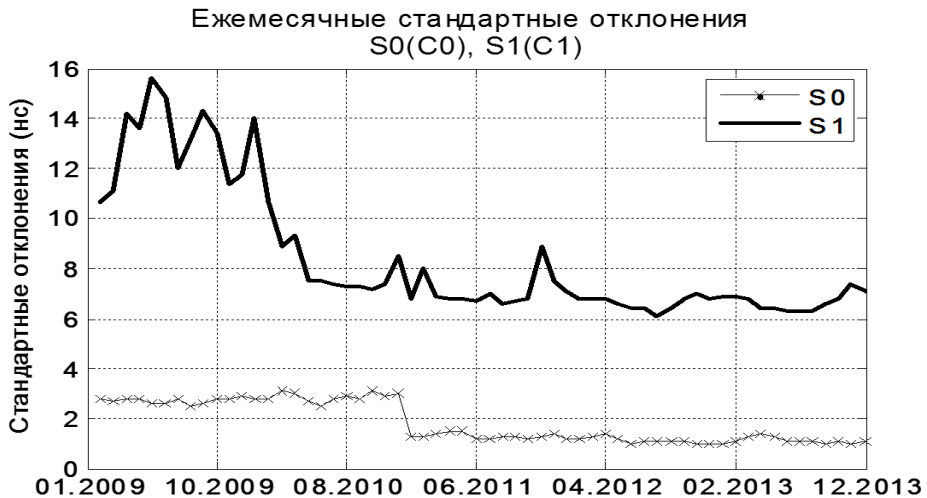


Рис. 6. Ежемесячные стандартные отклонения C0, C1.

Fig. 6. Monthly standard deviation of C0, C1

3. Заключение

1. Смещение времени между GPS и ГЛОНАСС является важным параметром в комбинированной обработке GPS/ГЛОНАСС-измерений. Высокоточная система оценки разницы во времени может обеспечить сантиметровую точность определения местоположения и синхронизацию часов.

2. Непрерывное вейвлет-преобразование обнаруживает наличие и локализацию скачка и разрыва в последовательности данных C1.

3. Вейвлет-анализ составляющих шума в данных C0 и C1 показывает, что модель шума близка к стандартной с нулевым средним и единичной дисперсией.

4. Амплитуда составляющей шума в данных C0 существенно уменьшилась с середины 2012 года.

Список литературы

1. Yatskiv Y. S., Odynets P. S., Volvach A. E. The Simeiz–Katzively co-location site of space geodesy techniques: current state and future activity // Proceedings of the Journées 2013 “Systèmes de référence spatio-temporels”: Observatoire de Paris, 16—18 September 2013. 2014. P. 216—219.
2. Volvach A. E., Kurbasova G. S. The Simeiz Fundamental Geodynamics Area // International VLBI Service for Geodesy and Astrometry 2013 Annual Report. NASA/TP-2014-217522. 2014. P. 160—163.

References

- [1] Y. S. Yatskiv, P. S. Odynets, and A. E. Volvach, “The ‘Simeiz–Katzively’ co-location site of space geodesy techniques: current state and future activity,” in *Proceedings of the Journées 2013 “Systèmes de référence spatio-temporels”*: Observatoire de Paris, 16–18 September 2013, 2014, pp. 216–219.
- [2] A. E. Volvach and G. S. Kurbasova, “The Simeiz Fundamental Geodynamics Area,” in *International VLBI Service for Geodesy and Astrometry 2013 Annual Report*, NASA/TP-2014-217522, 2014, pp. 160–163.