ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ИОНОСФЕРЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ СИНХРОНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИГНАЛОВ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ

Приймак В. Ю.
Научный руководитель – д.т.н., проф. Коваль Ю. А.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. Основ радиотехники,
тел. (057) 700-22-84

Currently, comparisons of standards of time are primarily used signals of satellite navigation systems GPS and GLONASS. It is proposed an alternative method, based on the application of the algorithm the total coverage and geostationary satellite signals (in particular geostationary satellite signals system's SBAS)

В настоящее время для сличения эталонов времени в основном применяются сигналы спутниковых радионавигационных систем (СРНС) GPS и ГЛОНАСС. Альтернативным является метод, основанный на применении алгоритма общего охвата (АОО) и сигналов геостационарных спутников (ГС) (в частности ГС системы SBAS) [1]. Условно метод можно обозначить «АОО+ГС». Упрощенная структурная схема и идеальная временная диаграмма АОО приведены на рис. 1, где: $s_o(t)$ – сигнал общего источника; τ^{ao}, τ^{bo} – задержки сигнала общего источника относительно шкал времени эталонов; τ_p^{oa}, τ_p^{ob} – задержки сигнала общего источника до пунктов в канале РРВ.

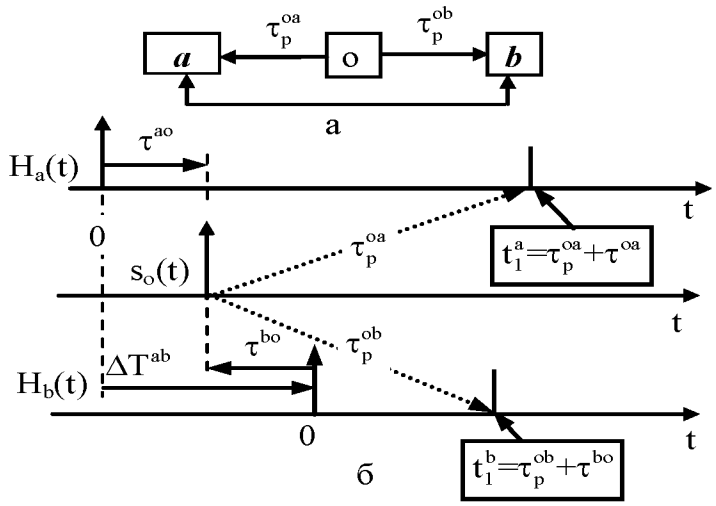

Рис. 1. Алгоритм общего охвата

Из рис. 1 следует выражение для опорного значения сдвига шкал в АОО

$$\Delta T^{ab}=(t_1^a-t_1^b)-(\tau_p^{oa}-\tau_p^{ob}).$$

Достоинствами АОО являются отсутствие излучения в пунктах и требований к стабильности сигнала общего источника, а недостатком – высокие требования к оценке разности задержек $(\tau_p^{oa}-\tau_p^{ob})$, которая определяет канальную погрешность измерения в АОО

$$\delta_{\Delta T}^{ab}(кан)=(\tau_p^{oa}-\tau_p^{ob})-(\tau_p^{oa}-\tau_p^{ob}). \quad (1)$$

Канальную погрешность (1) нельзя определить путем статистической обработки результатов измерений. Поэтому, согласно [2], эти погрешности формируют неопределенность типа **B.** Причинами канальных погрешностей

в методе «АОО+ГС» являются многолучевое РРВ [3] и отличие скорости распространения сигналов в слоях атмосферы от скорости света. Наибольшее влияние на такое отличие скорости оказывают слои ионосферы.

Величина задержки сигналов в ионосфере зависит от периода 11-летнего цикла солнечной активности, сезонных и суточных вариаций электронной концентрации, угла места и азимута спутника, а также от широты и долготы расположения сличаемого пункта.

Для коррекции ионосферной задержки в АОО с использованием одночастотных сигналов ГС SBAS предлагается применить модель Клобучара [4]. Данная модель описывает системные интегральные эффекты в ионосфере, аппроксимируя суточный ход полного электронного содержания в глобальном масштабе в виде положительной полуволны косинуса.

Параметры, используемые в модели Клобучара и содержащиеся в навигационном сообщении космических аппаратов (КА) СРНС GPS, не передаются ГС SBAS. В связи с этим можно использовать навигационные сообщения КА СРНС GPS, которые имеют близкие угловые координаты к направлению на данный ГС SBAS.

Согласно интерфейсному контрольному документу GPS [5], модель Клобучара позволяет компенсировать, как минимум, 50% ионосферной задержки. В случае двухчастотных измерений возможна более точная оценка и практически полная компенсация ионосферной составляющей погрешностей измерений. Однако при этом возрастают в несколько раз шумовая и многолучевая составляющие погрешностей.

Список литературы

1 Спосіб частотно–часової синхронізації просторово рознесених еталонів і стандартів часу та частоти: пат. 38167 України, МПК. G 04 G 7/00./Нестеренко Г.В., Коваль Ю.О., Іванова О.О.

2. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First edition. – ISO, Switzerland, 1993.

3. Твежри Б.А. Влияние коррелированных помех в многолучевых каналах на погрешность оценки временного положения сигналов/ Коваль Ю.А, Иванова Е.А., Костыря А.А.,. Приймак В.Ю., Иванова Е.А, Хусейн А. Ф.//Східно – Європейський журнал передових технологій. – 2011. – №. 3/12 (51). – С. 51-60.

4. Ю.А. Соловьев Системы спутниковой навигации. – М.: Эко – Тендз, 2000. – 270с.

5. Navstar GPS Space Segment/Navigation User Interfaces. Interface specification. IS-GPS-200. Revision D. 7. December, 2004.