

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЦИМЕТРОВЫХ ВОЛН В ТРОПОСФЕРЕ

Бондарь Е. Ю., Полчанинов А. Л.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Антипов И.Е.

Харьковский национальный университет радиотехники,

Кафедра основ радиотехники

пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина

Тел.: +38 057 7002284; e-mail: gxaski@mail.ru

Abstract — This is about a time delay of radio-waves propagation in troposphere and its correlation with signal level.

1. Введение

При решении задач высокоточной синхронизации эталонов времени и частоты односторонним алгоритмом времени распространения радиоволн (РРВ) в атмосфере нельзя считать равным расстоянию, делённому на скорость света в вакууме. Это особенно существенно при загоризонтном РРВ. Разработанная модель [1, 2] учитывает влияние состояния атмосферы и многолучёвости на результаты измерения времени распространения. Для проверки адекватности модели были проведены экспериментальные измерения времени РРВ на полузакрытой трассе длиной около 90 км.

В докладе приводятся методика проведения и наиболее интересные результаты эксперимента.

2. Основная часть

Методика основана на измерении времени задержки между двумя сигналами от общего источника, которые прошли разные пути в тропосфере. В качестве общего источника использовался областной телецентр, сигнал которого поступает в место приёма как напрямую, так и через радиорелейную линию и районный ретранслятор. Трасса последнего полностью открытая, поэтому для данного эксперимента его можно считать опорным.

Известная и периодическая структура ТВ сигнала позволила осуществлять около 15000 измерений в секунду по строчным синхроимпульсам (ССИ). Измерения проводились с конца октября 2009 г. по январь 2010 г. Ожидаемое время взаимной задержки составляет 398 мкс. СКО единичного измерения (по одному ССИ) составляет 200 нс. Первичная обработка позволяет получить погрешность минутного измерения около 20 нс.

При анализе экспериментальных данных выявлена взаимосвязь времени распространения радиосигнала по трассе с погрешностью единичного измерения. Так, при малых СКО единичных измерений наблюдается увеличение среднего времени распространения. Большие СКО соответствуют меньшему времени задержки. В рамках разработанной модели данную закономерность можно объяснить тем, что радиосигналы в место приёма поступают, как минимум, двумя путями с различным временем задержки.

Как известно [3], СКО единичного измерения связано с параметром обнаружения (отношением сигнал-шум) обратно пропорциональной зависимостью (1)

$$\sigma_t = \frac{1}{q\Delta\omega_{\text{eff}}} \quad (1)$$

Это позволяет утверждать, что СКО — косвенный показатель уровня сигнала. Амплитуда одного из них остаётся постоянной, а другого заметно меняется. Можно предположить, что более слабый сигнал достигает точки приёма по более короткому пути вдоль земной поверхности, а более сильный, распространяющийся благодаря тропосферной рефракции, подвержен значительному изменению уровня. Когда тропосферный сиг-

нал слабый, то в смеси преобладает первый (приземный) сигнал. В результате имеет место большее СКО единичного измерения и меньшая задержка. Если же тропосферный сигнал оказывается больше, чем приземный, то погрешность излучающей системы меньше.

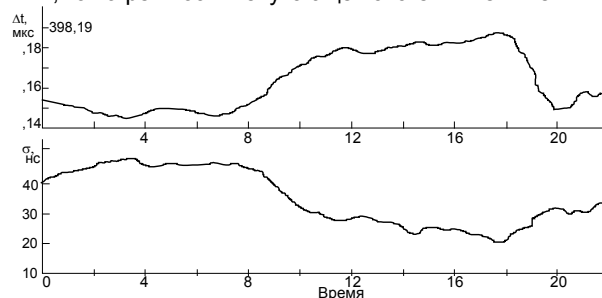


Рис. 1 — Изменение времени распространения и СКО в течение суток

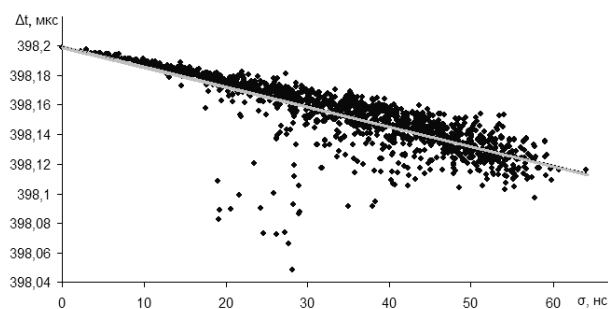


Рис. 2 — Зависимость СКО от времени распространения в течение суток

3. Заключение

Таким образом, на основании результатов эксперимента можно утверждать, что СКО единичного измерения и время распространения взаимосвязаны. Это даёт возможность, измеряя уровень сигнала, определять ожидаемое при нём время распространения.

Выявленная закономерность позволит учитывать тропосферную составляющую погрешности при синхронизации эталонов времени и частоты односторонним алгоритмом при загоризонтном РРВ.

4. Список литературы

- [1] Анализ времени распространения метровых волн в приземном слое для задач высокоточной синхронизации времени и частоты / И.Е. Антипов, Е.Ю. Бондарь, А.А. Костыря, Е.А. Иванова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2009. — Вып. 38, № 2/3. — С. 22—25.
- [2] Антипов И.Е. Исследование влияния многолучевости на оценку времени распространения метровых и дециметровых радиоволн для задач высокоточной синхронизации времени и частоты / И.Е. Антипов, Е.Ю. Бондарь // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2009. — Вып. 47, № 4/7. — С. 60—64.
- [3] Антипов И.Е. Развитие теории и совершенствование радиометрических систем связи и синхронизации / И.Е. Антипов, Ю.А. Коваль, В.В. Обельченко. — Харьков: Коллегиум, 2006. — 308 с.