

# АЛГОРИТМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ЗАДЕРЖКОЙ ВОС СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ BPSK КОРРЕЛЯТОРОВ

Михайлова О. К., Корогодина И. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Корогодина И. В.  
 Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия  
 E-mail: mikhaylova@sms.ru

**Аннотация** — Рассмотрен алгоритм слежения за задержкой сигналов с модуляцией цифровой поднесущей с помощью двух традиционных каналов коррелятора, изначально предназначенных для обработки BPSK сигналов. Приведены результаты имитационного моделирования.

## 1. Введение

В новых современных ГНСС часто используют сигналы с модуляцией цифровой поднесущей (англ. BOC, binary offset carrier) для повышения точности оценки задержки [1]. Актуальной задачей является обработка ВОС сигналов в НАП, в том числе существующей, без модификации аппаратной части коррелятора.

Часто для обработки ВОС сигналов используют, так называемые BPSK-like методы. Однако в этом случае обрабатывается только половина спектра сигнала, что приводит к потере ~3дБ мощности. В докладе рассматривается алгоритм когерентной обработки ВОС сигналов, в котором обработка осуществляется двумя традиционными каналами коррелятора, которые предназначены для приема BPSK сигналов.

## 2. Основная часть

Алгоритм получен методами статистической радиотехники на основе алгоритма дискриминатора NELP. Реализация дискриминатора в прямой форме требует создания специальных каналов коррелятора, в которых опорный сигнал содержит не только дальномерный код, но и цифровую поднесущую. Для решения этой проблемы была проведена аппроксимация цифровой поднесущей опорного сигнала ее первой гармоникой, что позволяет рассчитывать корреляционные суммы, не используя цифровую поднесущую в опорном сигнале.

$$B(x) = \text{sign}(\sin(2\pi f_B x)) \approx \sin(2\pi f_B x),$$

где  $f_B$  — частота поднесущей.

При указанном приближении получен дискриминатор задержки с использованием сплит-компонент. Расчет корреляционных сумм для этого дискриминатора возможен без использования цифровой поднесущей в опорном сигнале. Аналитически получен его статистический эквивалент — дискриминационная и флуктуационная характеристики. При помощи имитационной модели в среде Matlab выполнена верификация полученных аналитических результатов.

На рис. 1 показана дискриминационная характеристика, полученная для модуляции ВОС (1,1) при времени накопления в корреляторах 1 мс и отношении сигнал/шум 27дБ. На график нанесены: сплошной линией результаты моделирования, пунктирной — результаты расчета по аналитической формуле, а также аналитическая крутизна. Результаты моделирования совпадают с аналитическим расчетом и подтверждают работоспособность предложенного алгоритма дискриминатора задержки сигнала с ВОС модуляцией. На рисунке 2 приведены зависимости приведенной ко входу дискриминатора флуктуа-

ционной характеристики от отстройки early и late компонент при нулевой расстройке для рассматриваемого дискриминатора (сплошная линия) и для NELP дискриминатора (пунктирная) при использовании корреляционных сумм в прямой форме при отношении сигнал/шум 45 дБ.

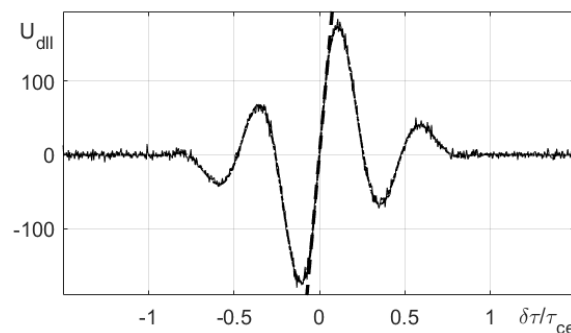


Рис. 1

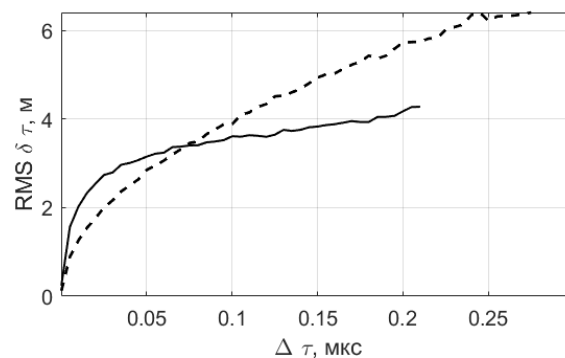


Рис. 2

## 3. Заключение

Таким образом, получен алгоритм дискриминатора задержки, позволяющий обрабатывать ВОС сигналы без аппаратного усложнения традиционного канала коррелятора. Также получены его статистические характеристики.

## 4. Список литературы

- [1] Betz, J. W. Binary Offset Carrier Modulation for Radionavigation / J. W. Betz // Navigation. — 2001—2002. — Vol. 48. — P. 227—246.

## THE DELAY TRACKING ALGORITHM FOR BOC-MODULATED SIGNALS USING TWO BPSK CORRELATORS

Mikhaylova O. K., Korogodina I. V.  
 Scientific adviser: Korogodina I. V.

National Research University "MPEI", Russia

**Abstract** — The delay tracking algorithm for BOC-modulated signals using two traditional correlator channels designed for processing BPSK signals is considered. Simulation results are presented.