

ОБНАРУЖЕНИЕ УЗКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Литвин-Попович А.И.

Харьковский национальный университет радиотехники, Украина

E-mail: andrey_res@ukr.net

Аннотация — Рассмотрен метод обнаружения узкополосных сигналов с априорно неизвестной центральной частотой, основанный на преобразовании Фурье.

емник; 2 — приемник на основе преобразования Фурье) для вероятности ложной тревоги 10^{-3} .

1. Введение

Задача обнаружения сигналов является базовой и часто встречается при разработке радиотехнических систем извлечения и передачи информации. Многоканальные фильтровые или корреляционные приемники [1] могут применяться для решения этой задачи, но число каналов таких приемников зависит от диапазона изменения неизвестных параметров сигнала, и может оказаться значительным. При этом реализация обработки сигналов в реальном времени может оказаться невозможной.

2. Основная часть

Рассмотрим частный вариант решения данной задачи. Пусть полезный сигнал $x(t)$, занимающий полосу частот $\Delta f_{05} \ll f_x$, причем f_x принимает значения от f_1 до f_2 , может быть с удовлетворительной точностью представлен в виде

$$x(t) = A(t) \cdot \exp(-j \cdot 2\pi \cdot f_x \cdot t). \quad (1)$$

Сигнал представляется в виде амплитудно-модулированного комплексного гармонического колебания с амплитудной огибающей $A(t)$ априорно неизвестной центральной частотой f_x .

Колебание $s(t)$ на входе системы состоит из сигнала $x(t)$ и шума $n(t)$: $s(t) = x(t) + n(t)$. Для многоканального корреляционного приемника оценка энергии сигнала Z_i вычисляется для каждого из значений центральной частоты сигнала f_i , принятого в каналах

$$Z_i' = \int_0^T x_0(t, f_i) \cdot s(t) dt.$$

Тогда для i -го канала с частотой опорного сигнала f_i можно записать

$$Z_i = \int_0^T A(t) \cdot \exp(-j2\pi \cdot f_i \cdot t) \cdot s(t) dt. \quad (2)$$

Преобразование Фурье для периодических сигналов

$$X(\omega) = \int_0^T x(t) \exp(-j\omega t) dt. \quad (3)$$

Сопоставив выражения (2) и (3), можно сделать вывод: для обнаружения сигнала вида (1) можно использовать процедуру преобразования Фурье. Преобразованию подвергается сигнал $u(t) = A(t) \cdot s(t)$, а результат преобразования имеет смысл совокупности откликов всех каналов корреляционного приемника. Оценка энергии сигнала получается выбором максимума из набора Z_i , а номер канала, в котором оценка энергии максимальна, дает информацию о центральной частоте обрабатываемого сигнала f_x' . При использовании процедуры быстрого преобразования Фурье (БПФ) этот подход может обеспечить более высокое быстродействие по сравнению с многоканальным коррелятором.

На рис. 1 показаны характеристики обнаружения обоих вариантов схемы (1 — корреляционный при-

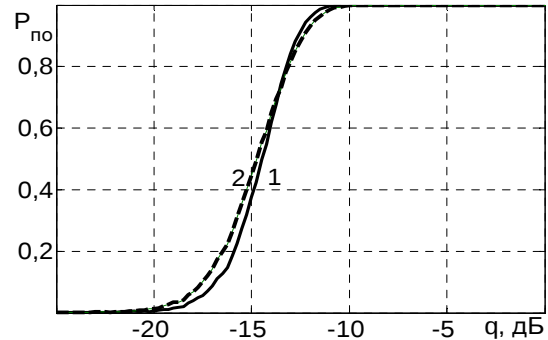


Рис. 1

На рис. 2 показаны зависимости времени обработки от относительной полосы частот $\gamma = (f_2 - f_1) / f_s$ (здесь f_s — частота дискретизации), в пределах которой осуществляется поиск сигнала.

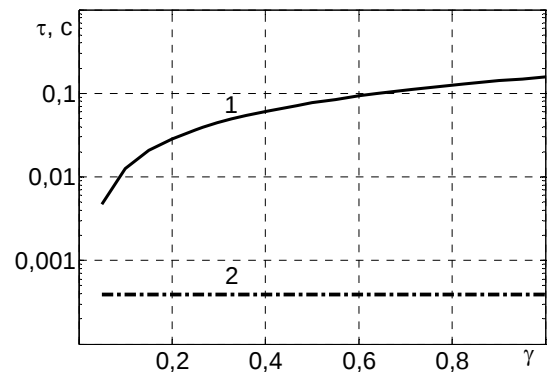


Рис. 2

3. Заключение

Для узкополосных сигналов, которые можно представить в виде (1), приемник на основе преобразования Фурье обеспечивает результаты, сопоставимые с многоканальным корреляционным приемником, при существенно меньших затратах вычислительных ресурсов.

4. Список литературы

- [1] Литвин-Попович А.И. Обнаружение и измерение параметров сигналов в параллельных системах обработки / А.И. Литвин-Попович // Радиотехника. Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. — Харьков: ХНУРЭ, 2012. — Вып. 170. — С. 127 — 133.

NARROWBAND SIGNAL DETECTION IN RADIOELECTRONIC SYSTEMS

Lytvyn-Popovych A.

Kharkov National University of Radioelectronics, Ukraine

Abstract — The detection method of narrowband signals with a prior unknown central frequency has been discussed. The method is based on a Fourier transform.