

БЕСПОИСКОВЫЙ ПРИЕМНИК ПСЕДОСЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

Лэ Д.Б.Т.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Карлушкин Э.М. – к.т.н., доцент

Беспоисковый приемник псевдослучайных сигналов - одно из применений псевдослучайных (ПС) сигналов в системе передачи цифровой информации. Автокорреляционный прием ПС - сигналов с дискретной фазовой модуляцией (ДФМ) с информационной модуляцией по задержке. Достоинства, недостатки и рекомендации к применению.

В колебании $x(t) = S(t, \tau) + n(t)$, $0 \leq t \leq T$, полезный сигнал $S(t, \tau) = S_0(t - \tau) \cos(\omega_0 t + \varphi)$ является функцией от временного положения τ .

Псевдослучайных сигналы с дискретной фазовой модуляцией:

$$S_i(t) \rightarrow U_i(t) = \left\{ \begin{array}{l} U_1(t) \rightarrow "1" \\ U_2(t) = -U_1(t - t_3) \rightarrow "0" \end{array} \right\}, \text{ где } t_3 = (2n - 1) \frac{\tau_0}{2}, n = 1, 2, \dots,$$

τ_0 - длительность элементарного символа ПСП.

$N\tau_0 = T_c$ - длительность ПСП.

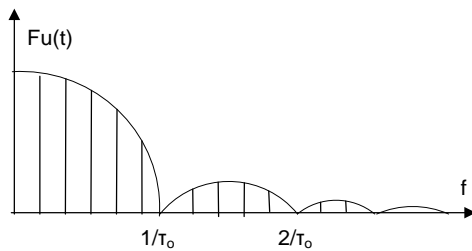


Рисунок 1

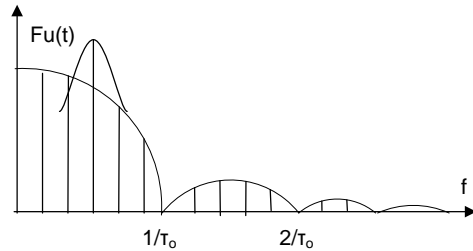


Рисунок 2

$\frac{1}{\tau_0} = f_m$ - тактовая частота ПСП. В ПСП составляющая на f_m равна нулю. Здесь составляющая

на f_m не равна нулю. При $U = U(t - t_3)$ получим $U_{zc} = -\frac{A_0^2}{\pi} \cos(\omega_m t)$.

Фаза на тактовой частоте на выходе модулятора по задержке изменяется на по закону информационного сигнала (ПСП).

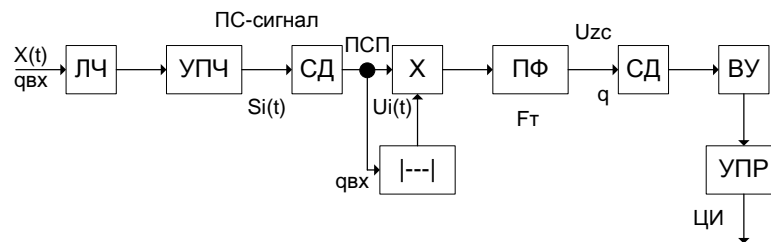


Рисунок 3: Структура автокорреляционного приемника

ЛЧ – линейная часть, УПЧ – усилитель промежуточной частоты, СД – синхронный детектор, ВУ – видеоусилитель, УПР – устройство принятия решения

Определим эффективность такого приемника (найдем вероятность ошибки): $P_{ош} = f(q_{ex})$.

$$\text{Значит, } q = \frac{P_{Fm}}{P_{znfm}} = \left| P_{fm} = \frac{A_0^4}{\pi^2} \right| = \frac{A_0^4}{\pi^2 (N_0 A^2 + \frac{N_0^2}{4\tau_0}) \Delta F_U} = \left| \frac{A_0^2}{N_0 \frac{1}{\tau_0}} = q_{\text{ex}} \right| = \frac{4}{\pi^2} \frac{q_{\text{ex}}^2}{1 + 2q_{\text{ex}}} B,$$

$$\text{Следовательно, } P_{\text{ошак}} = 1 - \Phi(\sqrt{2q}) = 1 - \Phi\left(\sqrt{\frac{8}{\pi^2} \frac{q_{\text{ex}}^2}{1 + 2q_{\text{ex}}} B}\right). \text{ И значит } 1 - \Phi(x) \cong \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2}.$$

По сравнению с пошаговым поиском по временному положению:

Пусть $T_{\text{ср}}$ - среднее время поиска, т.е. $T_{\text{ср}} = \frac{N}{2} \cdot T_a$, где N - значность последовательности (ПСП), T_a - время анализа.

$$\text{Получит: } T_{\text{ср}} = \frac{2N\tau_0}{q} \ln \left[\frac{N}{P_{\text{ошпп}} \cdot \sqrt{2\pi}} \right] \text{ и } P_{\text{ошпп}} = 1 - \Phi(\sqrt{q_{\text{ex}} \cdot B}), \text{ где } B = F_{\text{эфф}} \cdot T_c = \frac{1}{\tau_0} \cdot T_{\text{ср}}.$$

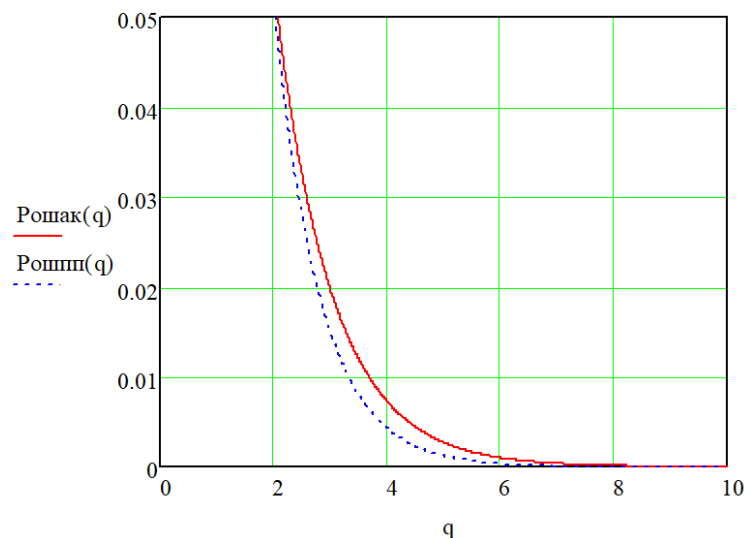


Рисунок 4: Зависимость вероятности ошибки ($P_{\text{ошак}}$ и $P_{\text{ошпп}}$) оценки временного положения от отношения сигнал/шум ($q_{\text{вх}}$, дБ)

На основании приведенного выше графика, вероятности ошибки $P_{\text{ошак}} > P_{\text{ошпп}}$ в том же значении $q_{\text{вх}}$. Расчеты показывают, что для $P_{\text{ошак}} \approx 0,001$ автокорреляционный прием проигрывает когерентному приему ПС - сигнала 7 дБ.

Достоинства метода:

1. Простота реализации приемника.
2. Не требуется времени поиска для определения начала приходящего ПС – сигнала, нет потери информации.
3. Можно беспоисковый приемник использовать для синхронизации поискового.

Недостатки метода: по сравнению с когерентным оптимальным приемником таких ПС - сигналов, существует проигрыш в помехоустойчивости.

Рекомендации к применению:

1. Целесообразно использовать такой приемник для радиолиний со средней энергетикой.
2. Приемник может быть использован как синхронизирующее устройство для когерентной оптимальной системы приема ПС – сигнала.

Список использованных источников:

1. Исследование широкополосной радиосистемы передачи цифровой информации: метод. указания к лаб. работе по дисциплине «Радиосистемы передачи информации» для студ. специальности «Радиоэлектронные системы» / сост. Э. М. Карпушкин. – Минск : БГУИР, 2012.
2. Основы теории радиотехнических систем, учебно-методическое пособие для студентов радиотехнических специальностей в 2-х частях : оптимальный прием радиосигналов. сост. Э. М. Карпушкин. – Минск : БГУИР, 2012.