

# ПРИМЕНЕНИЕ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ В СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

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

Лэ Дык Бао Тоан

Карлушкин Э.М. – к.т.н., доцент

Несколько основных главных применений псевдослучайных сигналов в системе передачи цифровой информации: когерентный прием псевдослучайных (ПС) сигналов с дискретной фазовой модуляцией (ДФМ) и ортогональной информационной модуляции (ИМ), оценка времени поиска при пошаговом последовательном методе. Достоинства и недостатки.

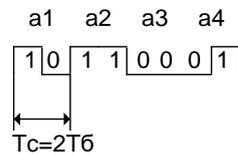
ПС сигналы с ДФМ.

$$.1' \rightarrow U_1(t) \rightarrow S_1(t)$$

$$.0' \rightarrow U_2(t) \rightarrow S_2(t)$$

При посимвольной передаче если  $k$  – количество бит в символе, то

$$m = 2^k \text{ – количество сигналов.}$$



## 1. Когерентный прием ПС сигналов с ДФМ и ортогональной ИМ

$$x(t) = S_i(t) + n(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad F_n = \frac{N_0}{2}$$

На входе приемника  $T = T_б$

$$\left. \begin{aligned} .1' &\rightarrow U_1(t) \rightarrow S_1(t) \\ .0' &\rightarrow U_2(t) \rightarrow S_2(t) \end{aligned} \right| \rho_{1,2} = 0$$

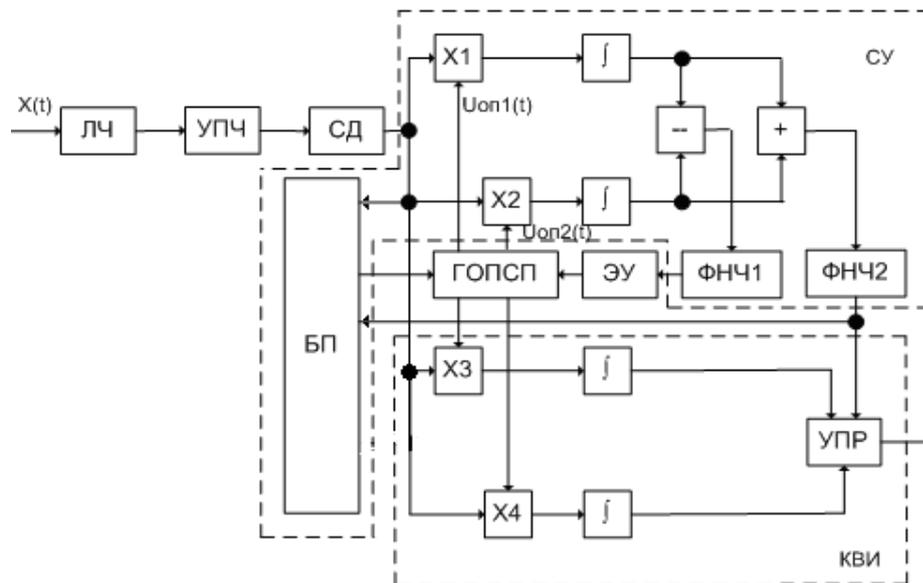


Рисунок 1 – Структура приемника

ЛЧ – линейная часть; УПЧ – усилитель промежуточной частоты; СД – синхронный детектор, БП – блок быстрого поиска; ГОПСП – генератор опорной ПСП; ЭУ – элемент управления, ФНЧ – фильтр нижних частот; УПР – устройство принятия решения; СУ – синхронизирующее устройство; КВИ – канал выделения информации.

$$U_{оп1}(t) = U_1(t + \Delta) + U_2(t + \Delta) \\ U_{оп2}(t) = U_1(t - \Delta) + U_2(t - \Delta) ; \Delta = \begin{cases} \frac{1}{F_{эфф}} = \tau_0 \\ \frac{1}{F_{эфф}} = \frac{\tau_0}{2} \end{cases} ;$$

$\tau_0$  – длительность элементарного символа ПСП

Работа КВИ начинается после того, как придет сигнал с СУ. Функции СУ:

1. Поиск по временному положению входящей ПСП.
  2. Слежение за временным положением входящей ПСП.
- Выделение цифровой информации (ЦИ) происходит в режиме слежения.  
Поиск по временному положению бывает:

1. Скользящий
2. Пошаговый

Скользящий поиск по временному положению

Пусть  $f_{тпер}$  - тактовая частота генератора ПСП на передающей стороне, а  $f_{тпр}$  - тактовая частота опорной

ПСП на приемной стороне, тогда  $f_{тпер} - f_{тпр} = \Delta f_T \leq \Delta f_{зах}$ , где  $\Delta f_{зах}$  - полоса захвата следящей системы.

Пошаговый поиск по временному положению

$$f_{тпер} \cong f_{тпр}, P_{ош} = 1 - \Phi(\sqrt{qB}), \text{ где } B = F_{эфф} T_c$$

## 2. Оценка времени поиска при пошаговом последовательном методе.

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

- время анализа.

Пусть  $P_0$  - вероятность правильной оценки временного положения на попытке анализа, тогда вероятность правильной оценки за время поиска будет равна:

$$P_{пр} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N P_0^i = \frac{1}{N} \cdot \frac{P_0(1 - P_0^N)}{1 - P_0} = 1 - \frac{N}{2}(1 - P_0), \text{ при } P_{пр} \geq 0,9$$

$$P_0 = 1 - \Phi\left(\frac{h - E_c}{\sigma}\right).$$

При минимизации ошибки выбираем  $h_{опт}$  из соображения:  $h_{опт} = \frac{E_c}{2}$ . Тогда

$$P_0 = 1 - \Phi\left(-\frac{E_c}{2\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{E_c}{2\sigma}\right), \text{ где } \sigma^2 = \frac{E_c N_0}{2}, E_c = \bar{P}_c T_a.$$

$$\text{Получит: } T_{cp} = \frac{2N\tau_0}{q} \ln \left[ \frac{N}{(1 - P_{пр})\sqrt{2\pi}} \right].$$

Элемент управления (ЭУ) преобразует напряжение рассогласования во временную задержку опорных колебаний.

Синтезированные структуры и оценочная характеристика временной задержки составляют основу при проектировании синхронизирующих устройств в системах обработки информационных сигналов.

### Достоинства:

1. Возможность повышения помехозащищенности.
2. Возможность повышения реализации электрической скрытной передачи информации.

### Недостатки:

1. Требуется время на поиск начало выделяемо ПСП.
2. Увеличение аппаратных затрат.

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. – 20 с.
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.