

ПРИЁМНИК СКРЫТОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Железов Д.В., студент группы 240401

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

Карпушкин Э.М. - Кандидат технических наук, доцент кафедры ИРТ.

Аннотация. В работе рассматриваются принципы построения приемного устройства для широкополосной системы передачи информации с повышенной скрытностью. Проведен сравнительный анализ сигналов с дискретной фазовой модуляцией (ДФМ) на основе M-последовательностей и четверично-кодированных последовательностей (ЧКП). Предложен алгоритм обработки нового ансамбля сигналов с улучшенными корреляционными свойствами.

Актуальность и постановка задачи. В условиях интенсивного развития средств радиоэлектронной разведки и мониторинга, обеспечение скрытности функционирования радиосистем передачи информации (РСПИ) становится критически важной задачей. Скрытность связи определяется как совокупность низкой вероятности обнаружения (*LPD*) и низкой вероятности перехвата (*LPI*). Наиболее эффективным методом достижения этих характеристик является использование шумоподобных сигналов (ШПС) с базой $B \gg 1$, уровень мощности которых в полосе пропускания перехватчика оказывается существенно ниже уровня тепловых шумов.

Принципы обеспечения скрытности. Скрытность системы достигается за счет использования шумоподобных сигналов (ШПС) с низкой спектральной плотностью мощности. В качестве информационных сигналов рассматриваются сигналы с ДФМ, формируемые на основе псевдослучайных последовательностей (ПСП). Применение когерентной фазовой манипуляции (ОФМн) позволяет минимизировать вероятность ошибки при заданном отношении сигнал/шум.

Сравнительный анализ ПСП. В ходе исследования сопоставлены два класса бинарных ПСП:

1. M-последовательности: обладают максимальным периодом $N = 2^n - 1$ и хорошей автокорреляционной функцией (АКФ), но имеют ограниченный объем ансамбля.

2. Четверично-кодированные последовательности (ЧКП): формируются на основе матриц Уолша-Адамара. Преимуществом является наличие больших ансамблей и возможность реализации ускоренных алгоритмов обработки при минимальных аппаратных затратах.

Новые теоретические результаты. В работе исследован совершенно новый ансамбль ПСП, обладающий улучшенными корреляционными свойствами по сравнению со стандартными кодами. Установлено, что использование оптимизированных ЧКП позволяет снизить уровень боковых лепестков АКФ, что напрямую повышает надежность синхронизации и вероятность правильного обнаружения сигнала в условиях преднамеренных помех.

Архитектура приемника. Предложена структурная схема когерентного приемника, включающая:

- Широкополосный входной тракт и блок преобразования частоты.
- Блок синхронизации (СУ), обеспечивающий поиск и слежение за ПСП по задержке.
- Цифровой коррелятор или согласованный фильтр (СФ), импульсный отклик которого зеркален по отношению к входному сигналу.
- Декодер на основе сверточных кодов для обеспечения помехоустойчивости в каналах с замираниями.

Практическая значимость. Расчеты показывают, что при дальности связи до 100 км и использовании предложенных алгоритмов обработки обеспечивается вероятность ошибки $P_{\text{ош}} \leq 10^{-4}$ при отношении сигнал/шум в полосе сигнала значительно меньше единицы. Это позволяет эксплуатировать систему в условиях электромагнитной совместимости с другими РЭС, оставаясь «невидимым» для средств радиотехнической разведки.

Список использованных источников:

[1] Радиосистемы передачи информации : учеб.-метод. пособие / Э. М. Карпушкин. — Минск : БГУИР, 2008. — 61 с. — Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/459>.

[2] Радиотехнические системы : учеб.-метод. пособие / Э. М. Карпушкин. — Минск : БГУИР, 2011. — 92 с. — Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/463>.

[3] Шумоподобные сигналы с дискретной частотной модуляцией / К. Б. Фам, Э. М. Карпушкин // Информационные радиосистемы и радиотехнологии 2022 : тез. докл. науч.-техн. конф., Минск, 29–30 нояб. 2022 г. — Минск : БГУИР, 2022. — С. 160–162. — Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/49440>.