

ВЫБОР СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ С НИЗКИМ УРОВНЕМ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ

Гнедько Е.М.

Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Митюхин А.И. – доцент

Аннотация. В работе рассматривается выбор и анализ широкополосных кодовых конструкций для систем с низким уровнем спектральной плотности энергии.

Основными методами обнаружения работы широкополосных систем с низким уровнем спектральной плотности энергии является спектральный и статистический анализ смеси сигнала и шума. Поэтому нормальное функционирование скрытых радиоэлектронных систем передачи информации со сложными (широкополосными) сигналами требует выбора сигналов с определенными свойствами. Выбор сигналов должен производиться исходя из следующих характеристик сигналов:

1. Форма спектрального распределения.
2. Статистические характеристики.
- 3 Синхросвойства.

В общем представлении обнаружение сводится к Фурье-анализу смеси сигнал / шум с целью выделения индивидуальных спектральных составляющих (п.1), анализу формы автокорреляционной функции (п.2). Хорошие синхросвойства (п.3) сигналов также важны для быстрого вхождения в связь. В работе в качестве, модулирующих несущее колебание, были выбраны:

– псевдослучайные последовательности (m -коды) [1] длиной $n = 2^k - 1$ (n -мерные векторы \mathbf{x} , k – число информационных символов кода) с двучленной автокорреляционной функцией (АКФ) вида

$$r_x(\tau) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} x_i x_{i+\tau} = -1, \tau = 0,$$
$$r_x(\tau) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} x_i x_{i+\tau} = -\frac{1}{n}.$$

– псевдослучайные последовательности, построенные на рекурсивном правиле Сильвестра и матрице Адамара \mathbf{H}_M [2] размерностью M .

С использованием прикладного программного приложения MATLAB были проведены сравнительные экспериментальные исследования, связанные с оценкой степени равномерности распределения амплитуд гармонических составляющих модулирующих последовательностей. На сравнительно малых длинах $n < 32$ как для m -кодов, так и для последовательностей Адамара характерно явное выделение отдельных гармонических составляющих в области низких частот. На длинах $n \rightarrow 128$ мощность каждой гармонической составляющей уменьшается практически в три раза в сравнении с первым исследованием. Формы огибающих спектров мощности кодов явно приближаются к графическому представлению функции

$$\left(\frac{\sin(f)}{f}\right)^2,$$

где f – частотный индекс.

Так как в качестве составляющих матрицы Адамара используются периодические функции Радемахера [3] (меандровые функции) кратных периодов, имеются устойчивые не двучленные остатки АКФ. Это приводит к большей неравномерности спектральной характеристики псевдослучайной последовательности Адамара в сравнении с m -кодом. Дальнейшие исследования предполагается перенести на анализ использования в специальных системах широкополосных сложных апериодических сигналов. В таком методе передачи информации период кодовой последовательности превышает длину любого информационного кадра, предусмотренного в данной системе, что усложняет процедуру выявления специальной системы в канале с преднамеренными шумами.

Список использованных источников:

1. Митюхин А.И. Прикладная теория информации: учеб. пособие / Митюхин А.И. – Минск, БГУИР, 2018.
2. Mac Williams F.J., Sloane N.J.A. The Theory of Error-Correcting Codes / F.J. Mac Williams, N.J.A Sloane. – Oxford, 1977.3.
3. Лосев, В.В. Микропроцессорные устройства обработки информации. Алгоритмы цифровой обработки: учеб. пособие. – Мн.: Вышэйшая школа, 1990.