

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЛИНЕЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ КОДА АДАМАРА

Пье Мин

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

Митюхин А.И. – доцент

В статье представлены результаты исследования спектральных характеристики кодированных нелинейных сигналов, которые могут найти применение в системах с кодовым разделением каналов.

В современных системах мобильной связи с многостанционным доступом (спецификация G) важнейшее значение имеют такие характеристики сигналов как помехоустойчивость, эффективная синхронизация в системе и ортогональность. Повышение надежности связи можно достичь путем использования метода расширения спектра информационного сигнала [1]. Предлагается кодирование информации реализовать с помощью нелинейной конструкции (n, M, d) -кода значительной мощности M . Помехоустойчивость обеспечивается выбором величин значности кода n

$$n = p^m + 1,$$

где n определяет порядок нелинейной матрицы Адамара на основе квадратичных вычетов;

p – простое число;

m определяет значение расширения поля Галуа $GF(p^m)$.

Параметр M определяет ансамбль разных кодов в системе связи для обеспечения многоканальности. Минимальное кодовое расстояния Хэмминга равно $d = n/2$.

В работе представлены экспериментальные исследования спектров нелинейных кодовых последовательностей с помощью алгоритма быстрого преобразования Фурье. Численное моделирование осуществлялось в приложении MATLAB.

Производились следующие оценки:

- математическое ожидание коэффициентов Фурье на длине последовательности;
- дисперсия коэффициентов Фурье;
- анализ формы спектра по распределению средней энергии коэффициентов Фурье среди разных ансамблей (n, M, d) -кода.

ансамблей (n, M, d) -кода.

Основные параметрические особенности спектра нелинейного кода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Спектральные характеристики кода на основе квадратичных вычетов

Параметры (n, M, d) - кода	Коэффициент ДПФ $X(k)$	Среднее значение коэффициентов ДПФ $X(k)$	Дисперсия коэффициентов Фурье	Средняя энергия ансамблей (n, M, d) - кода
$(152, 152, 76)$	$k = 0, 0$	$k = 1, \dots, 151,$ $\cong 12,3$	25	152

Спектральные свойства этого кода позволяют осуществлять разделение по коду повышенного количества абонентов. В рассмотренной задаче – 152 абонента. Для сравнения ансамбль $(127, 18, 64)$ М-последовательностей длиной 127 чипов содержит только 18 разных конструкций, которые можно использовать с целью разделения каналов. Это значительно меньше, чем 152. Важным является и то, что у исследуемой конструкции кода значение длины n не привязано к степени двойки как для М-кода. На рисунке 1 показан амплитудный спектр одной из нелинейных последовательностей $(152, 152, 76)$ -кода из ансамбля. Особенностью дискретной формы спектра является наличие аномального выброса значения коэффициента модуля ДПФ, на 6 дБ превышающего средний уровень спектра. Выброс определяется алгебраическими особенностями кода на квадратичных вычетах.

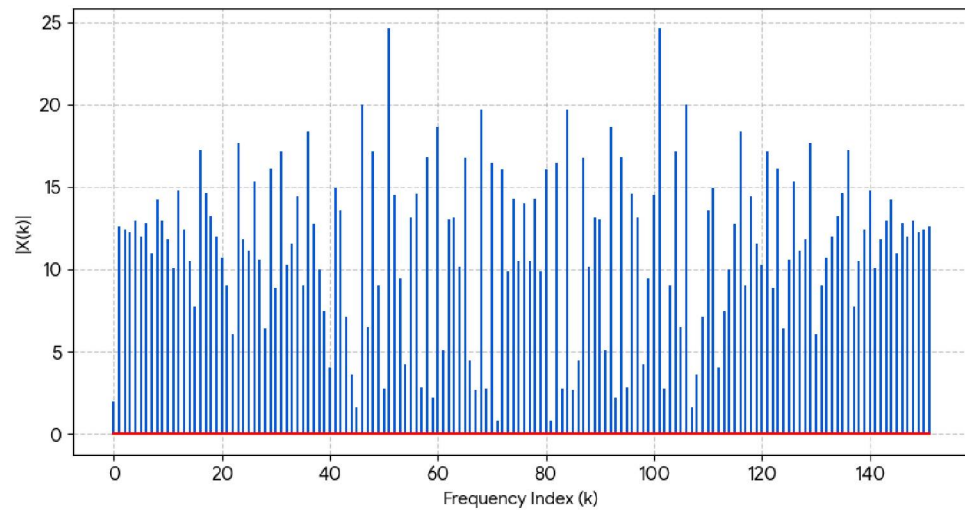


Рисунок 1— Амплитудный спектр

Заключение

Предложенная конструкция кода может найти применение в радиосистемах с расширениях спектра, где требуется более гибкое разделение по коду повышенного количества абонентов и коррекция ошибок в каналах с шумами. Кроме того возможное применение кода в системах с требованием контроля целостности и аутентификации.

Список использованных источников

1. Mitsiukhin A. Detection and Analysis of Moving Objects. *International Journal on Applied Physics and Engineering*, Volume 4, 2025, 62–71.