

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ С УЛУЧШЕННЫМИ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫМИ И ВЗАИМОКОРРЕЛЯЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Казанин Е.О.,

научный руководитель доцент каф. «Радиотехника» М.М. Валиханов
Сибирский федеральный университет
Институт инженерной физики и радиоэлектроники

В настоящее время идентификация и разделение абонентов в системах связи (навигации) используются по временному, частотному и кодовому признаку. Каждый вариант разделения обладает как достоинствами, так и недостатками. К достоинствам временного и частотного вариантов разделения абонентов относится частичное влияние сигналов друг на друга. Недостатками считаются ограниченность временного и частотного ресурсов. Данная проблема решается путем использования частотно-временного разделения, который применяется, например, в системах сотовой связи.

Под кодовым разделением подразумевается одновременное функционирование абонентов во всей области частот, выделенной для системы. Одним из ключевых параметров при кодовом разделении являются автокорреляционные и взаимокорреляционные свойства псевдослучайных последовательностей (ПСП), с помощью которых осуществляется идентификация абонентов.

Цель работы

Разработать алгоритм поиска псевдослучайных последовательностей с минимальными уровнями значений боковых лепестков автокорреляционной функции (АКФ) и взаимокорреляционной функции (ВКФ).

Решение поставленной задачи

Для проведения исследований программе MATLAB разработана программа поиска отводов генераторов М-последовательностей и кодов Голда. Генераторы М-последовательностей получены путем прямого перебора все возможных вариантов отводов сдвиговых регистров. Отбор М-последовательностей осуществлялся с использованием двух критериев. Число единиц должно быть на 1 больше чем нулей и значения боковых лепестков АКФ ПСП равно -1 . Из списка отводов генераторов М-последовательностей формировались все возможные комбинации двух отводов для получения кодов Голда. Каждый вариант генератора кода Голда формировал ПСП, при этом выполнялась проверка соответствия уровня боковых лепестков АКФ. Результаты моделирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Количество отводов генераторов М-последовательностей и кодов Голда

n	N	М-посл.	к. Голда	n	N	М-посл.	к. Голда
4	15	2	–	10	1023	60	300
5	31	6	12	11	2047	176	1936
6	63	6	6	12	4097	191	–
7	127	18	90	13	8191	630	8190
8	255	16	–	14	16381	756	6048
9	511	48	288	15	32763	1800	16200

Рассмотрим подробнее список отводов генераторов кода Голда для $n = 5$. В табл. 2 по диагонали записаны отводы генераторов М-последовательностей. Для получения генератора кода Голда необходимо выбрать такие два отвода генераторов М-последовательностей, у которых пересечение соответствующей строки и столбца указывают на ячейку с символом «+».

Таблица 2

Представление пар генераторов Голда в сжатом виде

[5,2]	–	+	+	+	+
–	[5,3]	+	+	+	+
+	+	[5,3,2,1]	+	+	–
+	+	+	[5,4,2,1]	–	+
+	+	+	–	[5,4,3,1]	+
+	+	–	+	+	[5,4,3,2]

Из табл. 2 видим, что пара отводов регистров [5,2] и [5,3,2,1] формируют код Голда. Каждый из этих отводов в свою очередь формирует код Голда с другим отводом [5,4,2,1]. Отсюда следует, что на регистре с разрядностью $n = 5$ можно выбрать таких три генераторов М-последовательностей, комбинация которых всегда формирует код Голда.

Описанный выше алгоритм выбора отводов генератора позволяет получить ПСП со свойствами АКФ, похожих на М-последовательности с гарантированными боковыми лепестками ВКФ, как у кодов Голда. В табл. 3 представлены все возможные варианты комбинаций генераторов, формирующие ПСП с хорошими свойствами АКФ и ВКФ для $n = 5$.

Табл. 3 Варианты комбинаций генераторов формирования ПСП

№	Отводы
1	[5,2], [5,3,2,1], [5,4,2,1]
2	[5,2], [5,3,2,1], [5,4,3,1]
3	[5,2], [5,4,3,1], [5,4,3,2]
4	[5,3], [5,3,2,1], [5,4,2,1]
5	[5,3], [5,4,3,1], [5,4,3,2]

При увеличении разрядности регистра n возрастает число генераторов кодов Голда и количество вариантов комбинаций ПСП с хорошими свойствами АКФ и ВКФ. Например, для разности регистра $n = 7$ доступно 6 генераторов, отводы которых будут следующими: [7,1], [7,3], [7,3,2,1], [7,5,2,1], [7,4,3,2], [7,6,4,1]. В настоящее время проводится разработка алгоритма для автоматического отбора отводов генераторов и построение готового списка.

И так в результате проведения исследования был разработан алгоритм поиска списка таких отводов M -последовательностей, любая комбинация которых, состоящая из двух отводов формирует код Голда. Предложенный алгоритм позволяет получить ПСП со свойствами АКФ, как у M -последовательностей и гарантированными боковыми лепестками ВКФ, как у кодов Голда. Подобные псевдослучайные последовательности могут найти применение при кодовом разделении сигналов, например, опорных станций наземных систем.

Список литературы

1. Диксон, Р. К. Широкополосные системы: пер. с англ.; под ред. В.И. Журавлева. – М: Радио и связь, 1979. – 304 с.
2. Варакин, Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М: Радио и связь, 1985. – 384 с.