МИНИМИЗАЦИЯ БОКОВЫХ ЛЕПЕСТКОВ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ

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

Асламов. А.П., Асламов Ю. П.

Карпушкин Э. М. – канд. техн. наук, доц.

Аннотация — Предложен способ уменьшения боковых выбросов взаимокорреляционной функции сложного шумоподобного сигнала, формируемого путем фазовой манипуляции по закону кода Голея. Приведено сравнение взаимокорреляционных функций для рассматриваемого типа сигнала и сигнала, формируемого путем фазовой манипуляции по закону последовательности максимального периода (М-последовательности).

Шумоподобные сигналы (ШПС) эффективно применяются в системах мобильной связи, а также в глобальных спутниковых радионавигационных системах. Сдерживающим фактором использования шумоподобных сигналов в радиолокации является достаточно высокий уровень боковых выбросов функции взаимной корреляции ШПС, что в значительной мере затрудняет обнаружение так называемых «слабых» целей, с низким значением эффективной поверхности рассеяния (ЭПР), в случае присутствия близко расположенных «сильных» целей, с высоким значением ЭПР. В разное время предпринималось большое количество попыток разработать способы уменьшения боковых выбросов функции корреляции. Это всевозможные способы взвешивания, способ рассогласования приемного тракта, способ формирования прямоугольного спектра сигнала и формирования заданного распределения токов в раскрыве линейной антенны, с целью пространственного ослабления боковых выбросов. Однако ни один из перечисленных способов не обеспечивает приемлемого результата.

Предлагаемый способ уменьшения боковых выбросов корреляционной функции, заключается в использовании кодов Голея (комплементарных последовательностей) для бинарной фазовой манипуляции (ФМ). Будем рассматривать формирующие последовательности, у которых $a_i = \{+1, -1\}$. Необходимо отметить то, что у комплементарных последовательностей число символов должно быть одинаковым, то есть $N_1 = N_2$, где N_1 — количество символов основной последовательности, а N_2 — количество символов комплементарной последовательности. При этом число символов N_1 и N_2 должно быть четным и равняться сумме квадратов двух целых чисел, что также включает и нуль — это основное правило кодообразования.

Если существует пара последовательностей $\{a_n\}$ и $\{a_n^*\}$ длины *N* ,то их композицией будем называть последовательности длины 2*N*, которые образуются по соответствующим правилам из базовых. $\{a_n\}$ — символ основной последовательности, $\{a_n^*\}$ — символ комплементарной последовательности.

Известны два правила образования композиций последовательностей: правило чередования и правило присоединения. Для примера используем присоединение. Если заданы две последовательности $\{a_n\}$ и $\{a_n^*\}$, то последовательность построенная по этому правилу будет иметь вид:

$$\{a_n, a_n^*\} = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1}, a_0^*, a_1^*, \dots, a_{N-1}^*).$$

Если использовать правило присоединения *k* раз, то можно получить пару дополнительных последовательностей длины:

$$N_k = 2^k N.$$

В качестве базовой последовательности при *k* = 0 возьмем один символ 1, при этом $a_n = a_n^* = 1$, потом согласно алгоритму: $\{a_n, a_n^*\} = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1}, a_0^*, a_1^*, \dots, a_{N-1}^*)$ – основная последовательность, $\{a_n, -a_n^*\} = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1}, -a_0^*, -a_1^*, \dots, -a_{N-1}^*)$ – комплементарная последовательность можно осуществлять построение кодовых последовательностей.

При *k* = 1 имеем:

$$\{a_n\} = 1,1 \ ;\ \{a_n^*\} = 1,-1 \ .$$

При *k* = 2 имеем:

$$\{a_n\} = 1,1,1,-1 \ ;\ \{a_n^*\} = 1,1,-1,1 \ \text{ и так далее.}$$

Отличительная особенность комплементарных последовательностей заключается в том, что сумма их корреляционных функций равна нулю для всех случаев кроме нулевого сдвига:

$$\rho_a\ k\ + \rho_{a^*}\ k\ = 0, \qquad k \neq 0.$$

Список использованных источников:

[1] Golay M.J.E. Complemetary Series. «IRE Trans. Of Inform. Theory», 1961, v. IT-7, No.2, pp. 82-87.

[2] Hsieh P, Hsiao M. V. Several Classes of Codes Generated from Orthogonal Functions. «IEEE Trans. On Inform. Theory», 1964, v. IT-10, No. 1, pp.88-91.