

УДК 621.391

Ю. В. СТАСЕВ, канд. техн. наук

**СОСТАВНЫЕ ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫЕ СИГНАЛЫ
С МАЛЫМИ ПЕРВЫМИ ПИКАМИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИИ**

При построении синхронных адресных систем связи (САСС) для кодового разделения каналов применяются ортогональные системы

$$\begin{cases}
 R^{ln}(0) = R^{sc}(0) + R^{am}(0) + R^{bf}(0) + \dots + R^{kp}(0); \\
 R^{ln}(1) = R^{sm}(0) + R^{af}(0) + \dots + R^{kc}(1); \\
 \dots \\
 R^{ln}(j) = \begin{cases}
 R^{sc}(r) + R^{am}(r) + \dots + R^{kp}(r), \text{ если } j/d - \text{целое;} \\
 r = j/d; \\
 R^{sm}(r) + R^{af}(r) + \dots + R^{ks}(r+1), \text{ если } (j-1)/d - \text{целое, } r = (j-1)/d; \\
 \dots \\
 R^{sp}(r) + R^{ac}(r+1) + R^{bm}(r+1), \dots, \text{ если } (j+1)/d - \text{целое;} \\
 r = [(j+1)/d] - 1;
 \end{cases} \\
 R^{ln}(L-2) = R^{s(p-1)}(N-1) + R^{ap}(N-1) + R^{bc}(0) + \dots; \\
 R^{ln}(L-1) = R^{sp}(N-1) + R^{ac}(0) + R^{bm}(0) + \dots
 \end{cases}$$

Анализ систем (3), (4) показывает, что уровни боковых пиков ПФАК и ПФВК составных сигналов зависят от значений уровней боковых пиков ПФАК и ПФВК сложных элементов, образующих составной сигнал, а уровень первых от основного выброса боковых пиков ПФАК и ПФВК составных сигналов зависит от значений ПФВК $R(0)$, $R(1)$, $R(N-1)$ сложных элементов. Следовательно, для минимизации уровней первых боковых пиков ПФАК и ПФВК составных сигналов целесообразно использовать сложные элементы $|R(0)|$, $|R(1)|$, $|R(N-1)|$, ПФВК которых минимальны.

В качестве сложных элементов, как показали исследования [1], могут быть использованы производные системы сигналов, с ПФВК $R(0) = 0$.

Необходимо отметить, что использование в качестве сложных элементов производных систем сигналов приводит к уменьшению ансамбля ортогональных сигналов в Ld/N раз. Однако при небольших значениях d , например при $d = 2$, объем ансамбля сигналов в два раза больше объема, определяемого границей Чернова [1] (граница, определяющая минимальный объем сигналов с заданными корреляционными свойствами), и в четыре раза меньше объема, определяемого границей Грея — Рэнкина [4] (граница, определяющая максимальный объем сигналов с заданными корреляционными свойствами). Например, при $d = 2$, $L = 512$, $N = 256$ можно построить 128 различных сигналов с минимальным уровнем первых боковых пиков.

Предложенный алгоритм построения сигналов с минимальным уровнем первых боковых пиков ПФАК и ПФВК позволяет получить большее число ансамблей сигналов за счет применения различных алгоритмов построения матриц Адамара.

Проведем оценку достигаемых значений первых пиков функций корреляции.

В табл. 1 приведены результаты расчетов значения $R(i)$ ПФАК и ПФВК при $i = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$, $N = 32, 60, 256$. Задающими выбраны первые четыре строки матриц Адамара, производящими — сигналы

N	Номер сигнала	Номер сигнала																											
		1							2							3							4						
		сдвига																											
1	2	-3	-2	-1	0	1	2	3	-3	-2	-1	0	1	2	3	-3	-2	-1	0	1	2	3	-3	-2	-1	0	1	2	3
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
32	1	0	0	0	32	0	0	0	4	0	4	0	-4	0	-4	-8	-4	-4	0	0	4	-4	4	-4	0	0	4	4	-8
	2	-4	0	-4	0	4	0	4	0	0	0	32	0	0	0	-4	-4	0	0	-4	4	8	8	-4	4	0	0	4	4
	3	-4	4	0	0	-4	-4	8	8	4	-4	0	0	-4	-4	4	0	4	32	4	0	4	-4	0	4	0	0	0	0
	4	4	4	-8	0	0	-4	4	0	4	4	0	-4	-4	8	0	0	0	0	0	0	0	4	0	-4	32	-4	0	4
60	1	4	-12	8	60	8	-12	4	-4	4	0	0	-12	0	-16	0	4	4	0	0	0	0	-4	-8	4	0	-8	-4	0
	2	-16	0	-12	0	0	4	-4	4	4	0	60	0	4	4	0	-8	0	0	4	0	4	4	0	0	0	4	-4	12
	3	0	0	0	0	4	4	0	4	0	4	0	0	-8	0	12	-8	4	60	4	-8	12	0	4	4	0	-4	12	-8
	4	0	-4	-8	0	4	-8	-4	12	-4	4	0	0	0	4	-8	12	-4	0	0	-12	4	-4	8	-20	60	-20	8	-4
64	1	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	-16	0	0	0	0	0	0	0	-16
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	16	0	0	0	-16	0	0	0	0	0	0	-16	0
	3	0	-16	0	0	0	16	0	0	-16	0	0	0	16	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	-16	0	0	0	0	16	0	0	-16	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0
256	1	0	0	0	256	0	0	0	24	0	0	0	0	0	-24	0	0	0	0	0	0	24	-24	0	0	0	0	0	0
	2	-24	0	0	0	0	0	24	0	0	0	256	0	0	0	-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24
	3	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24	-24	0	256	0	0	-24	-8	-8	-16	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16	-8	-8	-24	0	0	256	0	0	-24	

квадратичных вычетов с добавлением единицы ($N = 32$), нелинейная последовательность ($N = 64$) и характеристические сигналы ($N = 60, N = 256$).

В табл. 2 представлены результаты расчетов ПФАК (числитель), когда составной сигнал образован из первой и второй строк матриц Адамара, умноженных на производящий сигнал, и ПФВК (знаменатель) составных сигналов, образованных из первой, второй и третьей, четвертой строк производной матрицы.

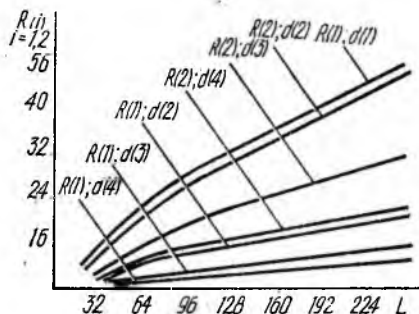
Таблица 2

Номер сдвига	2×32	2×60	2×64	2×256
-3	-4/-4	0/-4	0/16	0/0
-2	0/0	8/4	0/0	0/0
-1	-4/0	-12/0	0/0	0/0
0	64/0	120/0	128/0	512/0
1	-4/4	-12/-8	0/0	0/0
2	0/0	8/4	0/0	0/0
3	-4/0	0/0	0/0	0/0

На рисунке показаны зависимости уровня первого бокового пика $R(1)$ ПФАК и ПФВК и уровня второго бокового пика $R(2)$ от числа элементов в сигнале L , полученные в результате большого числа расчетов ПФАК и ПФВК производных ($d = 1$) и составных систем сигналов ($d > 1$).

Из анализа таблиц и рисунка видно, что максимально достигаемый уровень первых боковых пиков ПФАК и ПФВК составных систем сигналов в d/i ($i \neq 0$) раз меньше, чем у систем сигналов, предложенных в работе [2]. Последнее приводит к уменьшению вероятности ошибки в СССС [1].

Таким образом, составные сигналы, построенные по правилу чередования, имеют малый уровень первых боковых пиков ПФАК и ПФВК, что позволяет использовать их в СССС, где подстройка системы синхронизации в режиме слежения осуществляется по принимаемым сигналам.



Список литературы: 1. Варакин Л. Е. Теория систем сигналов. М., 1978. 304 с. 2. Варакин Л. Е., Сидорова Т. В. Системы ортогональных ФМ сигналов с малыми первыми пиками корреляционных функций. Радиотехника. 1985. № 2. С. 45—48. 3. Варакин Л. Е. Теория сложных сигналов. М., 1970. 375 с. 4. Ф. Дж. Мак-Вильямс, Н. Дж. А. Слоэн. Теория кодов, исправляющих ошибки: Пер. с англ. М., 1979. 744 с.

Поступила в редколлегию 06.01.88