

УДК 621.396.43.833

МАРИГОДОВ В. К., МАТВЕЕВ Ю. В.

### **АДАПТИВНАЯ КОРРЕКЦИЯ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ С КВАДРАТУРНОЙ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ**

Рассмотрено применение адаптивных корректоров искажений сигналов в системах с квадратурной амплитудной модуляцией в условиях действия аддитивных гауссовских помех. Показана эффективность предложенного метода адаптивного корректирования.

Для существующих радиоканалов связи характерны искажения формы амплитудно-частотной характеристики и нелинейность фазочастотной характеристики. Они приводят в основной полосе к межсимвольной интерференции (МСИ), а в системах связи с многоуровневой квадратурной модуляцией (МКАМ) и к межканальным искажениям (МКИ). Наряду с искажениями в каналах связи имеют место аддитивные гауссовские помехи (АГП). Для компенсации этих искажений применяют комплексные адаптивные корректоры. В связи с этим представляет интерес рассмотреть эффективность метода адаптивной коррекции сигналов при наличии в канале АГП.

Для исследования метода адаптивной коррекции искажений сигнала представляется целесообразным рассмотреть модель системы связи с МКАМ и вывести основные соотношения. Такой синтез возможен ввиду линейности систем связи. Структурная схема системы связи изображена на рис. 1.

Для рассматриваемой системы связи сигнал на выходе модулятора передатчика имеет вид

$$s(t) = \frac{A_{\max}}{\sqrt{2}(\sqrt{M}-1)} \left[ \sum_{i=-\infty}^{\infty} a_i x(t-iT) \cos(2\pi f_0 t) - \sum_{i=-\infty}^{\infty} b_i x(t-iT) \sin(2\pi f_0 t) \right],$$

где  $a_i, b_i$  — синфазные и квадратурные данные символов в  $i$ -й момент времени, принимающие значения  $\pm 1, \pm 3, \dots, \pm(\sqrt{M}-1)$ , при числе позиций в видеосигнале  $\sqrt{M}$ ;  $f_0$  — несущая частота;  $A_{\max}$  — максимальное значение амплитуды сигнала;  $x(t)$  — видеоимпульс, форма которого определяется по выражению

$$x(t) = \begin{cases} 1, & |t| \leq T/2; \\ 0, & \text{для других случаев,} \end{cases}$$

где  $T$  — период следования элементов сигнала.

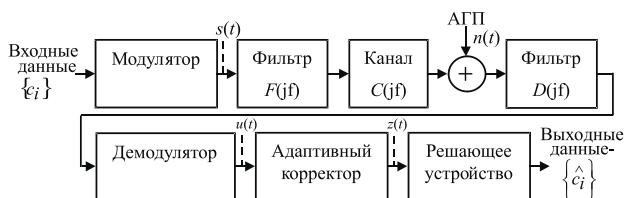


Рис. 1

Сигнал  $s(t)$  целесообразно представить в виде действительной части аналитического сигнала

$$S(t) = s(t) + j s(t) = \frac{A_{\max}}{\sqrt{2}(\sqrt{M}-1)} \left[ \sum_{i=-\infty}^{\infty} c_i x(t-iT) \exp(j2\pi f_0 t) \right], \quad (1)$$

где  $c_i = a_i + j b_i$ ;  $s(t)$  — мнимая часть аналитического сигнала  $S(t)$ .

Найдем при воздействии сигнала вида (1) сигнал на выходе канала с импульсной характеристикой  $r(t)$ :

$$U_1(t) = S(t) * r(t) = s(t) * r(t) + j s(t) * r(t), \quad (2)$$

где  $*$  — оператор свертки;  $r(t)$  — импульсная характеристика канала.

Импульсная характеристика канала  $r(t) = \text{Re}[r_0(t) \exp(j2\pi f_0 t)]$ , где  $\text{Re}$  — действительная часть, а функция  $r_0(t)$  представляет собой импульсную характеристику, соответствующую части спектральной характеристики канала в области положительных частот, смещенной в полосу модулирующих частот. Импульсную характеристику полосы модулирующих частот можно получить обратным преобразованием Фурье комплексной частотной характеристики (ЧХ) эквивалентной системы  $R(jf) = F(jf) \cdot C(jf) \cdot D(jf)$ , где в полосу модули-

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беллами Дж. Цифровая телефония: Пер. с англ.— М. : Радио и связь, 1986.— 544 с.
2. Rummel W. D. A comparison of calculated and observed performance of digital radio on the presence of interference // IEEE Trans. on Commun.— 1982.— COM-30.— July.— №7.— P. 1693—1700.
3. Маригодов В. К., Бабуров Э. Ф., Матвеев Ю. В. Адаптивная нелинейная коррекция в цифровых системах с многоуровневой АМ // Труды НИИР.— 1995.— С. 61—64.
4. Маригодов В. К., Матвеев Ю. В. Адаптивная коррекция и предсказание сигналов в каналах с межсимвольными искажениями и гауссовскими помехами // Радиоэлектроника.— 2002.— № 9.— С. 29—38. (Изв. вузов).

Севастопольский национальный технический ун-т,  
Севастопольский национальный ин-т ядерной энергии  
и промышленности.

Поступила в редакцию 03.20.03.