

У ДК 621.391.833.2

МЕТОД ОЦЕНКИ УРОВНЯ ИСКАЖЕНИЙ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Матвеев Ю.В.

Севастопольский национальный институт ядерной энергии и промышленности
ул. Курчатова Севастополь, Украина, 99033

E-mail: sky10@hotmail.ru

*Предложен новый метод измерения величины искажений, учитывающий
уровень межканальных искажений в каналах систем связи с квадратурной
амплитудной модуляцией.*

Внедрение новых систем радиорелейной и спутниковой связи накладывает более жесткие требования на верность передачи информации. В настоящее время для передачи данных применяют системы связи с фазовой манипуляцией и M -уровневой квадратурной амплитудной модуляцией (МКАМ). Простой таких систем передачи информации обусловлен появлением в основной полосе приемника межсимвольных (МСИ) и межканальных (МКИ) искажений из-за многолучевого характера распространения радиоволн, а также аддитивных гауссовских помех (АГП) [1]. Для снижения уровня этих искажений применяют адаптивный корректор искажений.

В этих условиях измерение уровня искажений сигнала является актуальной задачей.

Признаком искажений сигнала в канале служат отклонения принимаемого сигнала от требуемых значений в точках отсчета, взятых через тактовый интервал T .

На практике доступными измерению являются максимальные (пиковые) D_p и среднеквадратические E отклонения принимаемого сигнала от требуемых значений в точках отсчета [2]. При автоматической настройке адаптивного корректора в зависимости от алгоритма минимизируются пиковые значения отклонения принимаемого сигнала от требуемых значений (алгоритм форсирования нуля), либо среднеквадратические отклонения сигнала от требуемого значения (алгоритм минимума среднего квадрата ошибки (МСКО)).

Рассмотрим оба этих метода. Значение уровня МСИ с позиций алгоритма МСКО определяется следующим образом [2]

$$E = \frac{\sum_{\substack{i=-\infty \\ i \neq 0}}^{\infty} [y_s(t_0 - iT)]^2}{y_s^2(t_0)},$$

где $y_s(t_0 - iT)$ - отсчеты импульсной реакции синфазного канала, берущиеся с шагом T ; $y_s(t_0)$ - значение импульсной реакции канала в момент времени t_0 . Вследствие того, что принимаемые решения могут быть ошибочными, при значении $E > 1$ величину отклонений сигналов от эталонного значения трудно определить.

Уровень пиковых искажений можно определить по следующему выражению [2]

$$D_P = \frac{\sum_{\substack{i=-\infty \\ i \neq 0}}^{\infty} |y_s(t_0 - iT)|}{|y_s(t_0)|}.$$

Из-за простоты в реализации данный критерий нашел применение в алгоритме работы схемы измерителя уровня искажений сигналов.

На практике уровень искажений видеосигнала можно наблюдать по глазковой диаграмме с помощью осциллографа при синхронизации его развертки с частотой символов [2]. Использование осциллографа не позволяет точно оценить величину искажений, а также, вследствие быстротечности процессов, применить его для автоматического контроля над состоянием качества канала связи.

Для систем с МКАМ глазковая диаграмма открыта при значении величины пиковых искажений

$$D_P \leq \frac{1}{(\sqrt{M} - 1)}, \quad (1)$$

где M - число уровней в сигнале с МКАМ. При $M=16$ величина $D_P \leq 0,333$. Полностью открытая глазковая диаграмма соответствует значению $D_P = 0$.

Для оценки уровня искажений исследован и разработан новый метод. Предложенный метод заключается в измерении величины максимальных искажений в квадратурных каналах с выбором наихудшего значения уровня искажений и индикацией полученных результатов. Если значение $|y_s(t_0)|$ нормировать, то можно измерить величину искажений.

Структурная схема измерителя уровня искажений изображена на рисунке

1, где введены следующие обозначения 1 - схема отсчета; 2 - решающее

устройство; 3 - схема вычисления и усреднения уровня искажений; 4 -
схема сравнения; 5 - мультиплексор 6 - дешифратор; 7 - индикатор

Измеритель уровня искажений работает следующим образом. С выхода схем отсчетов 1 видеосигналы синфазного и квадратурного каналов поступают в решающие устройства 2. В системах с МКАМ в качестве решающего устройства используется аналого-цифровой

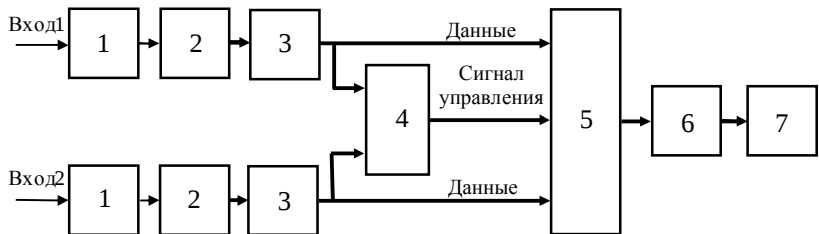


Рисунок 1 – Структурная схема измерителя уровня искажений

преобразователь (АЦП). Применение АЦП для преобразования аналоговой величины в число (код) с конечным количеством разрядов приводит к систематической ошибке. Эта ошибка называется ошибкой квантования. Если количество разрядов АЦП мало, то такая ошибка может стать значительной. Ее значение составляет $\pm 1/2$ единицы младшего разряда (ЕМР), т.е. имеет величину, равную половине приращения входного напряжения, которое необходимо для изменения кода в младшем разряде. С учетом ошибки, вносимой АЦП, выражение (1) можно переписать в следующем виде

$$D_P \leq \frac{(1 - (1/2)EMP)}{(\sqrt{M} - 1)}.$$

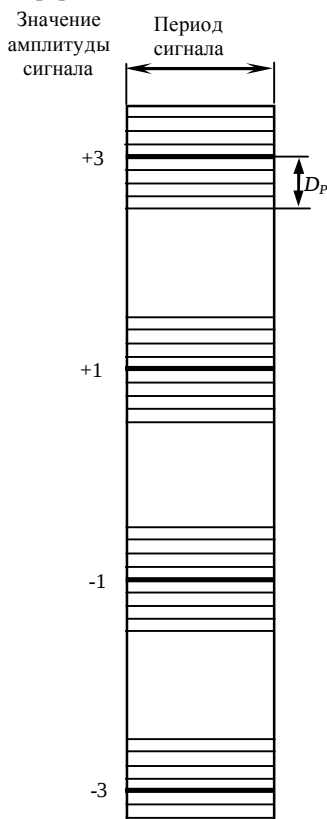
Опорные напряжения АЦП выбирают, исходя из максимально-возможной амплитуды входного сигнала с искажениями. Первый и второй разряды АЦП определяют данные ($\pm 1, \pm 3$), а его третий-пятый разряды отображают величину искажений.

На рисунке 2,а изображена осциллограмма четырехуровневого видеосигнала с искажениями на входе АЦП, а на рисунке 2,б – содержание выходных разрядов АЦП.

Данные (рисунок 2) соответствуют видеосигналу одного из каналов системы 16 КАМ. Для исключения ошибки на один младший разряд в схему вычисления и усреднения уровня искажений 3 введена инверсия кода четвертого и пятого разрядов в зависимости от значения третьего

разряда АЦП. В течение одного цикла, равного нескольким посылкам, выбирается наибольшее (пиковое) значение уровня искажений. Значения величин искажений заносятся в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), где в дальнейшем усредняются за нескольких периодов. Количество периодов усреднения следует выбирать в зависимости от количества уровней в видеосигнале и заданной точности определения величины искажений, а требуемая точность измерения величины искажений зависит от количества разрядов АЦП. При наличии сдвига несущей частоты приемника, обусловленного замираниями, уровень квадратурных искажений в каналах становится различным. В таких условиях для предотвращения простоя системы связи следует выбрать наихудшее значение уровня искажений. Последняя операция осуществляется с помощью схемы сравнения 4 и мультиплексора 5, коммутирующего выбранный код на дешифратор кода 6. Дешифратор кода 6 преобразует двоичный код в код, необходимый для работы индикатора 7.

С применением данного метода измерения повысится точность и эффективность оценки уровня искажений сигналов в цифровых системах передачи информации.



1	1	1	1	1
			0	0
		0	1	1
			0	0
			1	1
			0	0
	0	1	1	1
			0	0
		0	1	1
			0	0
			1	1
			0	0
0	1	1	1	1
			0	0
		0	1	1
			0	0
			1	1
			0	0
	0	1	1	1
			0	0
		0	1	1
			0	0
			1	1
			0	0
1-й разряд	2-й разряд	3-й разряд	4-й разряд	5-й разряд

Библиографический список

1. Маригодов В.К. Адаптивная нелинейная коррекция в цифровых системах с многоуровневой АМ / В.К. Маригодов, Э.Ф. Бабуров, Ю.В. Матвеев // Тр. НИИР. — М., 1995. — С. 17–24.

2. Боккер П. Передача данных. Техника связи в системах телеобработки данных. Т. 1. Основы: Пер. с нем. / П. Боккер; Под ред. Д.Д. Кловского — М: Связь, 1980. — 264 с.

Поступила в редакцию 27.12.2001 г.