

Шостко И.С.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭФИРНОЙ ЦИФРОВОЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ DVB

Используемые в современных цифровых системах связи сигналы, как правило, имеют сложную структуру. Временная, и спектральная форма представления сложных сигналов не позволяет оценить качество сформированного модулированного сигнала, определить степень изменения параметров сигнала, возникающих при прохождении РЧ тракта. Выявить такие изменения, позволяет векторный анализ сигналов (Vector Signal Analysis, VSA). Векторный анализ позволяет использовать новые, более точные показатели качества связи (EVM и др.).

Величина векторной ошибки (error vector magnitude, EVM) является мерой различия между идеальным модулированным сигналом и реально переданным сигналом. Измерение EVM позволяет обнаружить различные нарушения в работе передатчика, в том числе просачивание несущей, IQ несоответствия, нелинейность, фазовый шум гетеродина и отклонение частоты от номинальной. Требования к EVM уже является частью, большинства стандартов беспроводной связи, таких как IEEE802.11a-1999 стандарт и IEEE802.16e-2005 WiMAX стандарт.

Цель работы: проанализировать влияние искажающих факторов на модулированный сигнал и их воздействие на модуль вектора ошибки.

Для достижения указанной цели решается следующая задача:

- теоретический анализ влияния искажений на EVM;
- анализ влияния помех и искажений на EVM с помощью компьютерного моделирования.

В общем случае вектор ошибки EVM - векторное различие между идеальным опорным сигналом и измеряемым сигналом. Для вычисления величины (амплитуды) вектора ошибки EVM для каждого символа сигнала необходимо найти значения вектора ошибки как разность между идеальным опорным положением сигнальной точки и положением сигнальной точки реального измеряемого сигнала.

Величина вектора ошибки может быть определена как среднеквадратичное (root-mean-square, RMS) значение от разницы между собранными измеренными символами и идеальными символами. Значение EVM усредняется обычно на большое количество символов, и оно часто выражается в процентах (%) или в дБ. Величина вектора ошибки может быть представлена как:

$$EVM_{RMS} = \sqrt{\frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |S_r(n) - S_i(n)|^2}{P_0}},$$

где N - это количество символов, по которым измеряется значение величины вектора ошибки;

$S_r(n)$ является нормированным n-ым принятым поврежденным символом, $S_i(n)$ идеальное переданное значение n-ого символа;

P_0 - либо максимальная нормированная мощность идеального символа или средняя мощность всех символов для выбранной модуляции:

$$P_0 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |S_n|^2.$$

Значение вектора EVM дает возможность определить источники ошибок и их вклад в процесс формирования и обработки сигналов в цифровых телекоммуникационных системах. Он чувствителен к любому ухудшению качества сигнала, влияющему на величину и фазовую траекторию демодулируемого сигнала.

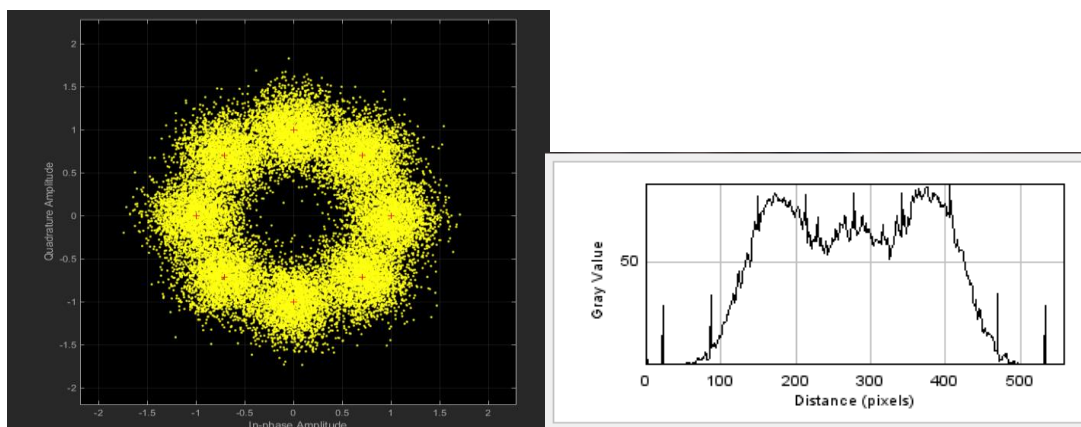
Результаты расчёта значений EVM в зависимости от отношения сигнал/шум на примере сигнала стандарта DVB-T2 с модуляцией 8-PSK и скоростью кодирования 3/5 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость EVM по пиковому Peak и среднему значению RMS от отношения сигнал/шум

Отношение сигнал/шум	EVM			
	RMS, %	RMS, dB	Peak, %	Peak, dB
5	35,065	-9,103	36,335	-8,793
10	23,399	-12,616	32,382	-9,794
20	13,926	-17,261	17,261	-15,259
30	2,459	-32,185	3,112	-30,14
40	1	-40	1,27	-37,922
50	0,279	-51,097	0,379	-48,42
60	0,197	-54	0,253	-51,949

Для обнаружения различных нарушений в работе передатчика непосредственно по изображению звездных диаграмм сигнала (рис.1), в данной работе предлагается использовать программный продукт ImageJ – программу, предназначенную для анализа и обработки изображений.



а)

б)

Рис.1. Звездная диаграмма стабильного (уровень 55 дБмкВ) сигнала (а) и обработанное изображение диаграммы в программе ImageJ (плагин Plot), уровень Gray Value – 98 усл. ед. (б)

По результатам исследований сделан вывод, что если уровень Gray Value превышает 2.5 усл. ед., то число ошибок вектора велико, изображение не декодируется. Распределение интенсивности векторов модуляции становится более пологим, декодирование сигнала будет проходить с многочисленными ошибками.