

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ *PSNR* ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА *WiMAX*

Ивженко А.В., Цопа А.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, каф. основ радиотехники, тел. (057) 702-15-87,
E-mail: rtv6061944@gmail.com

The given work is about of searching in field of transmission of multimedia data through wireless radio systems, based on *OFDM*-modulation technique, such like *WiMAX*. In this work is given a mathematical model of a system and a radio channel; block of estimation of errors. Based on the model's results, proposed to add and apply *PSNR* measure in systems of transmission of multimedia data.

На сегодняшний день наиболее распространенной метрикой качества передачи данных в телесистемах является уровень битовой ошибки *BER* (*Bit Error Rate*). На основе данной метрики формируются требования к качеству обслуживания абонента *QoS* (*Quality of Service*) для различных систем передачи данных, в том числе и в системе радиодоступа *WiMAX* [1]. Однако, для беспроводных радиосистем, данная метрика измеряется весьма в широких пределах: от « 10^{-3} » до « 10^{-6} ». Современные радиосети используют пакетную передачу данных, что позволяет одинаково легко передавать различную по виду информацию: аудио и видео данные, текстовые последовательности, комбинированную информацию и т.п. Для каждого из этих видов информации требования по качеству различны и здесь *BER* не всегда может выступать в качестве универсальной метрики.

В данной работе, на основе моделирования беспроводного канала связи и анализа механизмов адаптации системы к условиям канала при передаче различных изображений предложено внедрение метрики *PSNR* (*Peak Signal to Noise Ratio*) для оценки качества передачи видеоданных и статических изображений в беспроводных системах связи.

Для исследований была разработана математическая модель системы фиксированного абонентского радиодоступа *WiMAX* (стандарт *IEEE 802.16-2009*), которая использует для передачи информации метод ортогонального частотного мультиплексирования *OFDM* (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*) и квадратурную амплитудную модуляцию *QAM*.

Модель включает в себя несколько функциональных блоков, каждый из которых реализует свою отдельную функцию: передающая часть – блок ввода и определения типа данных, система исправления ошибок методом упреждения (*FEC*) на основе кодера Рида-Соломона (B_i, C_i), где B_i – количество байт после кодирования, C_i – количество байт данных; модулятор, формирователь символа *OFDM* с количеством поднесущих nk , канал связи и приемная часть – *OFDM* демодулятор, демодулятор, декодер, обработка и вывод полученных результатов. Структурная схема модели представлена на рис.1.

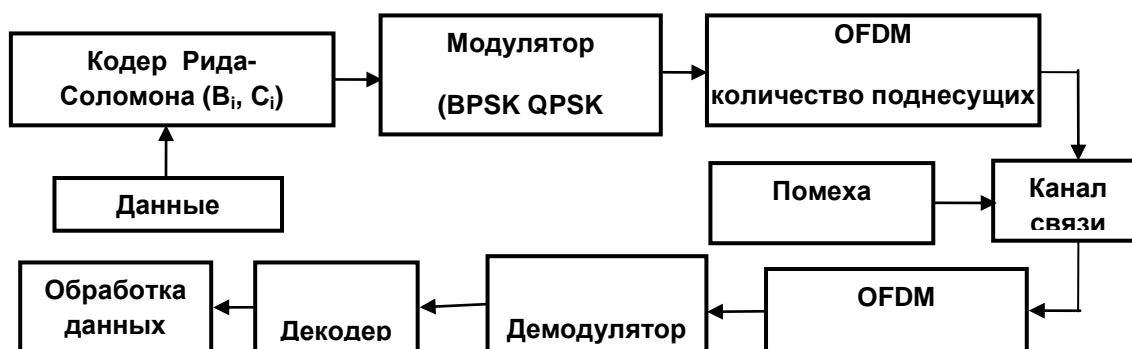


Рис.1 Структурная схема модели *WiMAX* канала связи

Так как наиболее жесткие требования предъявляются к передаче видео и отдельных изображений, то было решено, что модель будет оперировать именно с этими типами данных. Для того, чтобы оценить передачу различных данных, в работе использовались медицинские диагностические снимки, изображения текстовых последовательностей, массивы случайных данных, имитирующие по своей структуре изображения. В ходе исследований использовались 2 параметра качества передачи: *BER* и *PSNR*. Передача данных велась при изменении соотношения сигнал/шум от 0 до 30 дБ с шагом в 1дБ. При моделировании использовались рекомендованные стандартом [1] адаптивные схемы кодирования и модуляции, применяемые в системе *WiMAX*. Данные о них сведены в табл. 1.

Таблица 1.

Соответствие длины кода Рида-Соломона различным видам модуляции

Тип модуляции	Размер незакодированного сообщения (байт)	Длина кода Рида-Соломона	Скорость кодирования
BPSK	12	(12,12,0)	-
QPSK	24	(32,24,4)	2/3
QPSK	36	(40,36,2)	5/6
16-QAM	48	(64,48,8)	2/3
16-QAM	72	(80,72,4)	5/6
64-QAM	96	(108,96,6)	3/4
64-QAM	108	(120,108,6)	5/6

Критерием качества передачи изображений был выбран уровень $PSNR = 37\text{дБ}$, что соответствует субъективной оценке *MOS* (Mean Opinion Score) равной 5(отлично) [2]. *MOS* – это метрика, основанная на экспертной оценке и учитывающая особенности человеческого зрения. Сравнение метрик *PSNR* и *MOS* приведено в таблице 2.

Таблица 2.

Соотношение *PSNR* и *MOS*

<i>PSNR</i>	<i>MOS</i>
>37	5
31-37	4
25-31	3
20-25	2
< 20	1

BER рассчитывался поочерёдным сравнением каждого бита исходного и переданного изображений. Определение уровня *PSNR* происходило по формуле:

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{MAX}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (1)$$

где, *MSE* (*mean squared error*) – среднеквадратичная ошибка:

$MSE = \frac{1}{M * N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [I(i, j) - K(i, j)]^2$, где *MAX* – это максимальное значение, принимаемое пикселем изображения; *M* – горизонтальное разрешение изображения; *N* – вертикальное разрешение изображения; *I* – изображение до передачи по каналу связи; *K* – изображение после прохождения канала связи; *i, j* – позиция по горизонтали и вертикали текущего бита.

Для цветных изображений с тремя компонентами *RGB* на пиксель применяется такое же определение *PSNR*, но *MSE* считается по всем трем компонентам (и делится на утроенный размер изображения).

В докладе приводятся результаты численного моделирования, которые показывают, что для различных типов данных (медицинские диагностические снимки и изображения, отображающие текст) уровень *BER* при приемлемом качестве картинки будет различным, при этом, разница может составлять несколько порядков. Напротив, добиваясь уровня *PSNR* в *37дБ*, всегда получали отличное качество изображения. Следовательно, имея показатели только *BER* нельзя точно охарактеризовать соответствие переданных данных оригиналу. Также результаты показали, что гарантировано высокое качество можно получить лишь в том случае, если уровень *BER* достаточно мал, начиная от 10^{-5} и 10^{-6} , что не всегда достижимо в реальных системах.

Получение таких значений возможно лишь при высоком соотношении сигнал/шум. На рис. 2. приведен график зависимости *PSNR* от *BER*. Прямая горизонтальная линия – уровень *PSNR* в *37 дБ*, который является критерием оценки качества передачи данных.

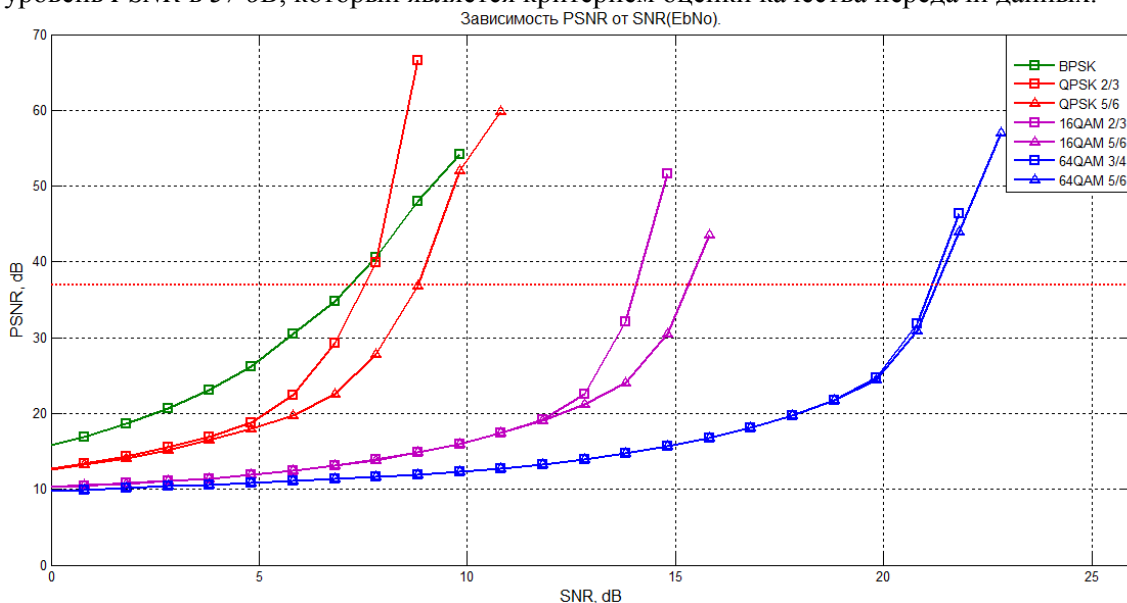


Рис.2 Зависимость *PSNR* от соотношения сигнал/шум в канале связи

В заключение доклада, предложено использовать *OFDM*-поднесущие, использующиеся для передачи пилот-тонов для доставки к приемнику заранее известных данных, соответствующего формата – такого же, как и в основном канале и измеряя *PSNR* вспомогательного канала, определять качество передачи в основном канале связи.

Литература:

1. IEEE 802.16e-2009. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands.
2. P. Cherriman, L. Hanzo. Robust H.263 Video Transmission over mobile channels in interference limited //Dept. of Electr. and Comp. Sc., Univ. of Southampton, SO17 1BJ, UK.