

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕЖСТАНЦИОННОЙ ПОМЕХИ НА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Стандарт беспроводных сетей IEEE 802.16 предусматривает метод модуляции посредством ортогональных несущих – OFDM (orthogonal frequency division multiplexing), используемый в режиме WirelessMAN-OFDM.

При модуляции данных в технологии OFDM в частотном канале со средней частотой f_c выделяются N ортогональных поднесущих с разносом частот между ними Δf и каждая поднесущая модулируется независимо посредством квадратурной амплитудной модуляции. Суммарный сигнал вычисляется методом обратного быстрого преобразования Фурье (ОБПФ) как:

$$s(t) = \text{Re} \left\{ e^{i2\pi f_c t} \sum_{k=-N/2}^{N/2} c_k e^{i2\pi k \Delta f (t-T_g)} \right\}, (0 < t < T_s),$$

где c_k — комплексное представление символа квадратурной модуляции (QAM-символа) на k -й поднесущей, T_s — длительности символа канального алфавита, T_g — защитный интервал.

Модель радиотехнической системы передачи информации можно условно разделить на три части: источник сообщения, канал и приёмник сообщения.

1. В источнике сообщения формируются символы и сигналы OFDM. Групповой сигнал, мощностью P_{nc} , разделённый на N потоков, модулируется и преобразуется по алгоритму ОБПФ.

2. В канале аддитивный белый гауссовский шум (АБГШ) и межстанционная помеха. Из канала искажённый сигнал попадает на приёмник сообщений.

3. В приёмнике принятый сигнал преобразуется по алгоритму быстрого преобразования Фурье, демодулируется и поступает к получателю.

С использованием разработанной модели радиосистемы передачи информации были получены зависимости средней вероятности ошибки на бит $p_{ош}$ от отношения сигнал/шум E_b/N_0 для видов модуляции ФМ-4, КАМ-16 и КАМ-64 при различных уровнях мощности P_{cc} межстанционной помехи для систем с OFDM в канале с АБГШ (рис. 1).

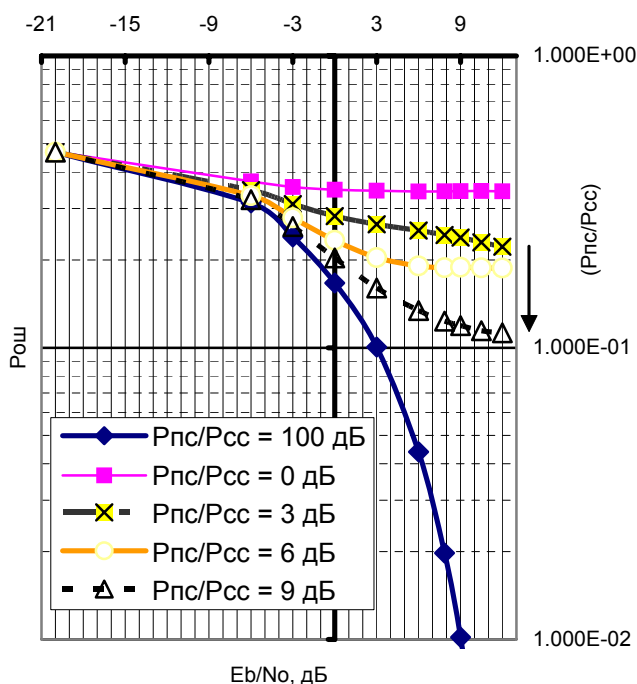


Рис. 1. Зависимость вероятности ошибки от уровня шумов и межстанционной помехи (КАМ-16)

приём сигналов осложнён. С уменьшением отношения P_{nc}/P_{cc} , необходимо улучшать помеховую обстановку в канале. Однако, при определенных отношениях P_{nc}/P_{cc} появляется

Межстанционная помеха существенно ухудшает помехоустойчивость системы. Так в случае сигналов с КАМ-16 (см. рис. 1) при действии межстанционной помехи средней мощности ($P_{nc}/P_{cc} = 5$ дБ) устойчивый

несократимая вероятность ошибки. Мерами для преодоления данной трудности могут быть применение помехоустойчивого кодирования и методов защиты от помех. В случае больших шумов практически единственным способом реализации устойчивого приёма полезного сигнала является адаптивный переход на другой, с более высокой помехоустойчивостью метод модуляции (ФМ-4) – такая возможность предусматривается в режиме WirelessMAN-OFDM.

Для увеличения помехоустойчивости радиосистемы с КАМ-64 в случае воздействия межстанционных помех также мало применимы такие меры, как увеличение соотношения сигнал/шум в радиоканале и увеличение соотношения $P_{пс}/P_{сс}$, потому что даже при больших значениях E_b/N_0 или $P_{пс}/P_{сс}$, вероятность возникновения ошибок остаётся большой. В данном случае, как и при КАМ-16, возможно применение помехоустойчивого кодирования и использование адаптивности WiMAX, переходя к более помехоустойчивым вариантам РСПИ. Использование РСПИ с КАМ-64 возможно в случае одновременно благоприятной и шумовой, и помеховой обстановки, когда оба параметра: и E_b/N_0 , и $P_{пс}/P_{сс}$, высоки, в таком случае достигается наибольшая скорость передачи данных по беспроводному каналу.

В случае сильной помехи, $P_{пс}/P_{сс} = 0$ дБ, видим, что помехоустойчивость систем и с ФМ-2, 4, и с КАМ-16, 64 идентична (рис. 2). На графиках видно, что в данном случае в

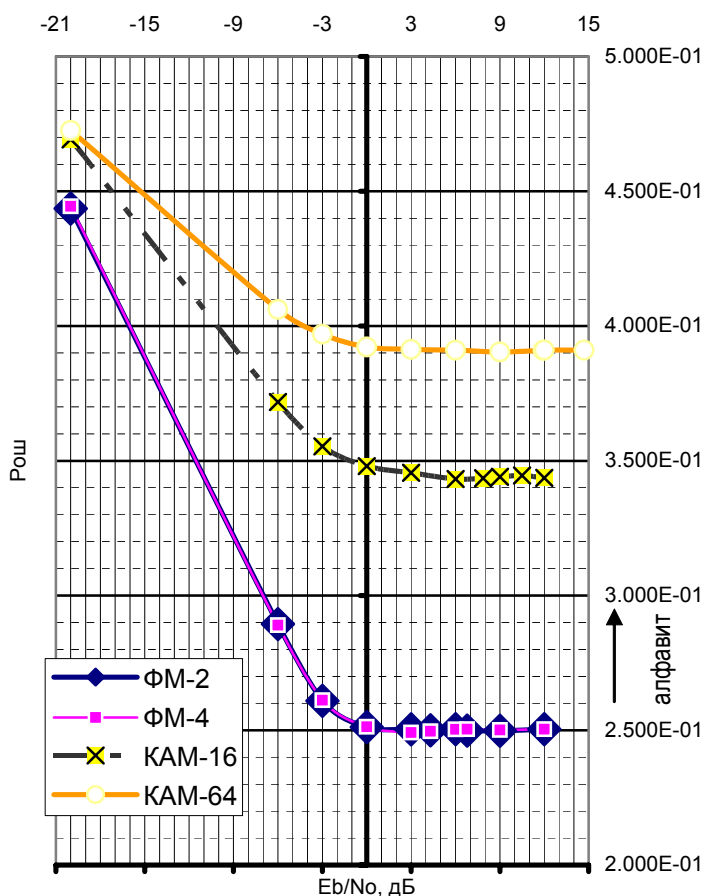


Рис. 2. Зависимость вероятности ошибки от уровня шумов и способа модуляции ($P_{пс}/P_{сс} = 0$ дБ)

области положительных значений отношений сигнал/шум на всех кривых образуются так называемые «полочки» (несократимая вероятность ошибки – НВО), в зависимости от способа формирования сигнала, меняется уровень этих «полочек»: для ФМ-2,4 она расположена на уровне $P_{ош} = 0,25$, для КАМ-16 – $P_{ош} = 0,34$, для КАМ-64 – $P_{ош} = 0,39$.

Несократимая вероятность ошибки объясняется тем, что в области большого шума основное влияние на помехоустойчивость оказывает помеха, накладываемая в канале на полезный сигнал. Шум вносит меньшие искажения в передаваемый сигнал, чем относительно большая межстанционная помеха, поэтому вероятность ошибки не изменяется с увеличением отношения сигнал/шум. А постоянная и большая по величине ($P_{пс}/P_{сс} = 0 = \text{const}$) межстанционная помеха, искажая сообщение, делает среднюю вероятность ошибки большой и постоянной по величине ($> 25\%$) для каждого вида формирования сигнала.

