

УДК 621.391

С.П. Белов, Д.И. Ушаков, Альзаки Хайдер М.Х.

Belov@bsu.edu.ru, Ushakov_d@bsu.edu.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

О МОДЕЛИРОВАНИИ ВЛИЯНИЯ УЗКОПОЛОСНЫХ ПОМЕХ НА СИГНАЛЬНО-КОДОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ OFDM¹

Узкополосные помехи получили своё название в силу того, что основная часть их мощности сосредоточена в отдельных, относительно небольших участках диапазона частот, как правило, меньше полосы пропускания приемника. Такие помехи имеют относительно длительный во времени характер и создаются сигналами посторонних вещательных радиостанций, излучениями генераторов высокой частоты различного назначения (промышленными, медицинскими).

Одной из наиболее простых моделей узкополосных помех являются квазигармонические помехи (многотональные помехи) [1], представляющие собой сумму синусоид равной мощности со случайными фазами

$$J(t) = \sum_{k=1}^n \sqrt{\frac{2P_j}{n}} \sin(2\pi f_k t + \theta_k); \quad (1)$$

где P_j - мощность j -й помехи, θ_k - независимые и равномерно распределенные на интервале $[0, 2\pi]$ случайные фазы.

В [2] доказано, что плотность вероятности мгновенных значений узкополосного случайного процесса распределена по закону Релея и имеет следующий вид:

$$p(U) = \frac{U}{\sigma_x^2} \exp\left[-\frac{U^2}{2\sigma_x^2}\right]; \quad (4)$$

где: σ_x^2 - дисперсия случайной величины;

Распределение начальной фазы узкополосного процесса также описывается плотностью вероятности следующего вида:

$$p(\varphi) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} z \exp\left[-\frac{z^2}{2}\right] dz = \frac{1}{2\pi}; \quad (6)$$

Таким образом, начальная фаза узкополосного случайного процесса распределена равномерно на отрезке $[0, 2\pi]$.

Тогда узкополосный случайный процесс может быть описан выражением следующего вида:

$$S(t) = A(t) \cos(\omega_0 t + \varphi(t)) + B(t) \sin(\omega_0 t + \varphi(t));$$

где: $A(t)$ и $B(t)$ - случайные величины распределенные по закону Релея;

$\varphi(t)$ - случайный процесс имеющий равномерное распределение на интервале $[0, 2\pi]$.

Зная статистические характеристики узкополосного случайного процесса можно осуществлять его моделирование, что необходимо для оценки эффективности разработанных в работе методов.

Оценка влияния помех проводилась с использованием компьютерного моделирования в среде MatLAB. Ввиду того, что одним из наиболее важных требований, предъявляемых к системам радиосвязи, является верность передаваемой от источника сообщения к получателю информации, то в качестве критерия оценки влияния помехи на сигнал целесообразно использовать вероятность ошибки на бит (Bit Error Rate - BER).

Результаты помехоустойчивости для сигнала OFDM соответствуют результатам, представленным в ряде авторитетных источников, что свидетельствует об адекватности используемых компьютерных моделей и достоверности полученных результатов.

Полученные в результате моделирования значения вероятности ошибки на бит представлены кривыми на рисунке 1.

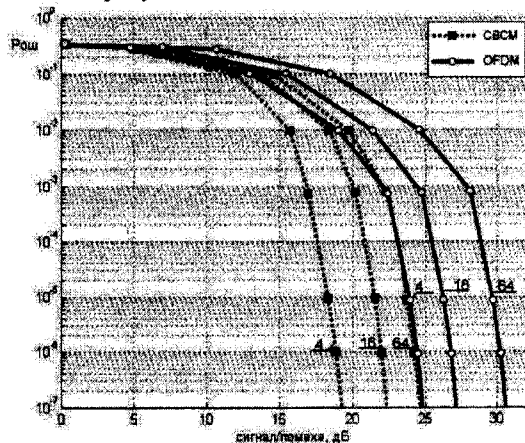


Рис. 1 – Вероятность ошибки на бит (BER) при использовании

1. классического OFDM;
2. сигнала сформированного на основе собственных векторов субполосных матриц.

Список литературы

- 1) Сикарев А.А., Фалько А.И. Оптимальный прием дискретных сообщений [Текст] / М.: Связь, 1978. с. 328.
- 2) Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. – М.: «Бином-Пресс», 2006 г. – 656 с.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 12-07-00514-а