

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТИ БИТОВОЙ ОШИБКИ В РЕЛЕЕВСКИХ КАНАЛАХ СВЯЗИ SISO

Вовченко В.С., Нух Таха Насиф., Видничук А.Г., Лихоман А.А.
 Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Лихограй В.Г.
 Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина
 E-mail: Vovchenko_VS@mail.ru

Аннотация — Получены зависимости вероятности битовой ошибки (ВБО) в радиоканалах с одним входом и одним выходом (Simple Input Simple Output (SISO) с учетом M-арной фазовой модуляции (при M=2,4).

1. Введение

Для анализа помехозащищенности цифровых радиосистем передачи информации (ЦРСПИ) вводится ВБО как отношение среднего числа неправильно принятых бит к общему числу переданных.

Целью данной работы является анализ ВБО в релейевских каналах SISO при бинарной (Binary Phase Shift Keying (BPSK) и квадратурной (Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) фазовой модуляции.

2. Основная часть

Пусть свойства канала SISO изменяются во времени и определяются коэффициентом передачи \hat{h} для которого выполняется условие $E\{|\hat{h}(t)|^2\}=1$. Мгновенное значение отношения энергии символа E_S к спектральной плотности мощности шума (СПМ) N_0 в канале (далее ОСШ) является случайной величиной и определяется как

$$\rho_S = \frac{E_S}{N_0} = \frac{kE_b}{N_0} = k\rho_b, \quad (1)$$

где k — разрядность символа объема алфавита M .

Пусть амплитуда коэффициента передачи \hat{h} имеет релейевское распределение, тогда случайная величина (1) будет иметь экспоненциальное распределение [1]:

$$f(\rho) = \frac{1}{\rho_S} \exp\left(-\frac{\rho}{\rho_S}\right). \quad (2)$$

ВБО релейевского канала определим на основе ВБО гауссовского канала с весовой функцией (2):

$$BER = \int_0^{\infty} f(\rho_S) BER_0(\rho_S) d\rho_S \quad (3)$$

где $BER_0(\rho_S)$ — ВБО в гауссовском канале без замираний при ОСШ ρ_S . Известно [2], что ВБО гауссовского канала при BPSK ($\rho_S = \rho_b$) определяется как

$$BER_0(\rho_S) = Q(\sqrt{2 \cdot \rho_S}), \quad (4)$$

а при QPSK определяется формулой

$$BER_0(\rho_S) = Q(\sqrt{\rho_S}), \quad (5)$$

где $Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du$ — интеграл ошибок Гаусса [2].

С учетом (2-5) получены выражения для ВБО релейевского канала с BPSK:

$$BER = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\rho_S}{\rho_S + 1}}\right), \quad (6)$$

и QPSK в виде

$$BER = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\rho_S}{\rho_S + 2}}\right). \quad (7)$$

В случае больших ОСШ $\rho_S \gg 1$ для (6-7) можно получить приближения:

$$BER \approx \begin{cases} \frac{1}{4\rho_S} & \text{при BPSK;} \\ \frac{1}{2\rho_S} & \text{при QPSK.} \end{cases} \quad (8)$$

Из (8-9) видно, что ВБО обратно пропорционально ОСШ.

На основании (4-8) было проведено математическое моделирование и получены зависимости ВБО от ОСШ ρ_S для релейевских каналов с учетом бинарной и квадратурной фазовой модуляции, которые представлены на рис. 1.

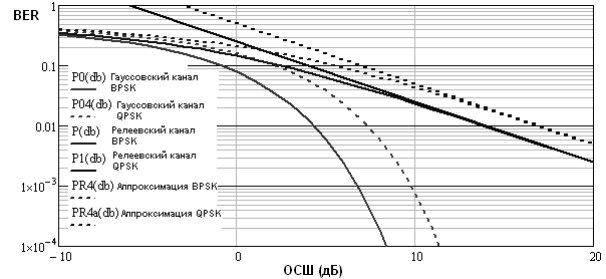


Рис. 1

3. Заключение

Из рис. 1 видно, что кривые ВБО для гауссовского и релейевского каналов имеют разный наклон, отсюда ВБО в релейевских каналах выше, чем в гауссовских. Передача данных с одинаковой ВБО через релейевский канал требует больших энергетических затрат по сравнению с гауссовским каналом. Так, при ВБО 10^{-2} энергетический выигрыш в гауссовском канале на 8-9 дБ выше, а при ВБО 10^{-3} — на (17...18) дБ по сравнению с релейевским каналом в случае MPSK, где $M=2,4$.

4. Список литературы

- [1] Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники / Б.Р. Левин. — М.: Радио и связь, 1966. — 728 с.
- [2] Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр. — М.: Вильямс, 2003. — 1104 с.

THE ANALYSIS OF PROBABILITY OF THE BIT ERROR RATE IN RAYLEIGH SISO CHANNELS

Vovchenko V.S., Nooh Taha Nasif, Vidnichuk A.G., Lihoman A.A.

Scientific adviser: Lykhograi V.G.

Kharkov National University of Radioelectronics, Ukraine

Abstract — The dependencies of the probability of a bit error rate in radio channels with simple input simple output (SISO) with the M-th phase modulation ($M=2,4$) are obtained.