

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА 802.11n

Урывский Л.А., Осипчук С.А., Чекунов Н.В.

Институт телекоммуникационных систем КПИ им. И. Сикорского

E-mail: serhii_osypchuk@ieee.org

Information efficiency research of communication system built on 802.11n standard

The information efficiency research of wireless 802.11n data transmission system is performed.

Беспроводные системы передачи занимают все более заметное место в современной инфраструктуре телекоммуникаций. Одним из самых современных стандартов построения средств беспроводной связи для LAN сетей на физическом и канальном уровнях является стандарт IEEE 802.11n [1].

Актуальным вопросом является оценка эффективности работы систем передачи, в частности показателя *информационной эффективности*, η [2]. Информационная эффективность показывает, насколько полно используется имеющаяся в распоряжении пропускная способность непрерывного канала связи.

Целью работы является определение эффективности сигнально-кодовых конструкций (СКК), применяемых в стандарте IEEE 802.11n. Для достижения указанной цели предлагается релевантный метод, в котором использованы понятия теории информации и теории помехоустойчивости (ПУ) систем передачи данных. Для вычислений использован программный продукт Matlab, в котором реализован предложенный метод.

При оценке информационной эффективности рассмотрено 3 варианта индекса модуляции и схемы кодирования с параметром скорости кодирования r_k из 31 возможной для стандарта 802.11n: MCS2 (QPSK, $r_k=3/4$), MCS4 (QAM-16, $r_k=3/4$) и MCS7 (QAM-64, $r_k=5/6$). Информационная эффективность системы передачи η определяется следующим образом:

$$\eta = \frac{R_d}{C_n}, \quad (1)$$

где R_d – производительность дискретного канала связи, C_n – пропускная способность непрерывного канала связи [2].

Определим энергетический параметр канала связи в точке приема $h_{\text{прм}}^2$:

$$h_{\text{прм}}^2 = \frac{E_S}{N_0} = \frac{1}{N_0 \Delta F} \cdot \frac{g P_{\text{пер}}}{L^2}, \quad (2)$$

где N_0 – спектральная плотность белого шума, E_S – энергия сигнала, ΔF – полоса частот, примем $N_0 = -100$ дБм, $P_{\text{пер}}$ – мощность излученного передатчиком сигнала, L – расстояние между передатчиком и приемником (переменная), g – нормирующий коэффициент, который зависит от параметров передающей и приемной антенн и несущей частоты [3].

На рис. 1 показано:

- А: вероятность ошибки $BER=f(E_s/N_0)$ для видов модуляции с кодированием: QPSK, $r_k=3/4$; 16-QAM, $r_k=3/4$; 64-QAM, $r_k=5/6$, а также без кодирования;
- Б: информационная эффективность канала связи η при использовании указанных видов СКК;
- В: оценка расстояния L , на котором достигается определенное значение отношения уровня сигнала к уровню шума E_s/N_0 ;
- Г: линейная проекция расстояния L с оси абсцисс на ось ординат с целью введения третьей координаты – расстояния между точками А и Б, и получения зависимостей $BER, P_r, h_{\text{прм}}^2$ от расстояния L ;

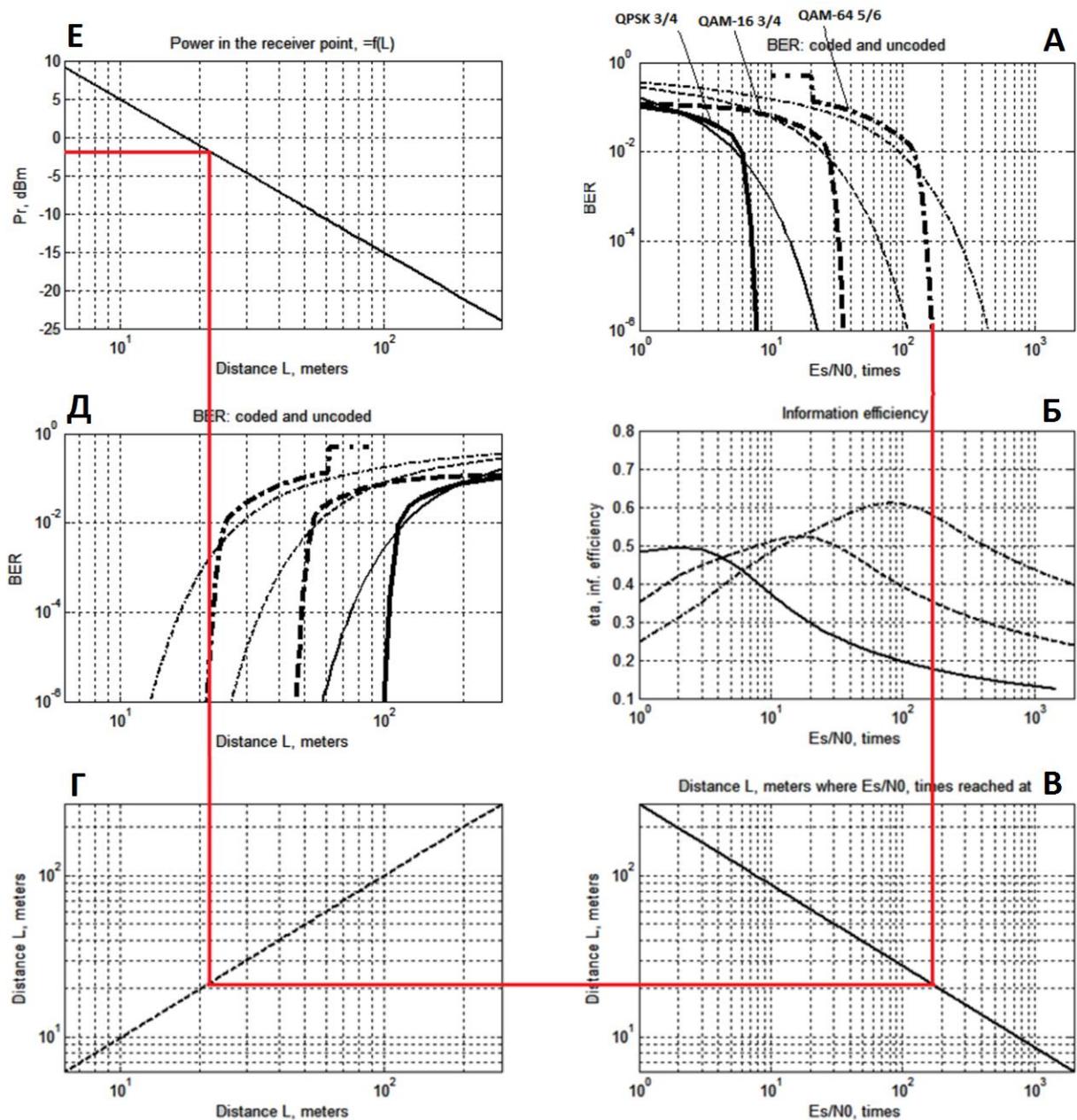


Рис. 1. Трехмерное представление оценки вероятности ошибки, информационной эффективности и уровня сигнала в точке приема как функция отношения сигнал/шум и расстояния между приемником и передатчиком.

- Д: вероятность ошибки $BER=f(L)$ для указанных видов модуляции с кодированием, а также без кодирования, как функция расстояния между передатчиком и приемником;
- Е: уровень сигнала в точке приема P_r , дБм как функция расстояния L с учетом мощности сигнала передатчика и других параметров линии связи.

Валидация результатов метода проведена в лабораторных условиях (рис. 2) на основе линии связи, состоящей из двух приемопередающих устройств Mikrotik RBGroove52HPn на базе технологии 802.11n [4] и аттенюатора ДЗ-28, что показало ожидаемую корреляцию между результатами оценки уровня сигнала на входе приемника согласно методу, и измеренным уровнем сигнала на входе приемника при внесении аттенюатором ДЗ-28 определенного ослабления в линию связи.



Рис. 2. Валидация результатов метода в лабораторных условиях на базе оборудования 802.11n производителя Mikrotik и аттенюатора ДЗ-28.

Результаты исследования показали, что информационная эффективность линии связи находится в пределах $\eta=0,23...0,6$ в зависимости от вида СКК и уровня сигнал/шум с обеспечением достоверности передачи не хуже $BER < 10^{-6}$.

Также целесообразно исследование информационной эффективности η всех комбинаций СКК стандарта 802.11n по предложенной методике для формулирования полных выводов о точках оптимального переключения режимов СКК по критерию наилучшей информационной эффективности с одновременным обеспечением требуемой достоверности и наилучшей скорости передачи информации.

Литература

1. Matthew S. 802.11n: A Survival Guide / O'Reilly, 2013. – 152p.
2. Gallager R. G. Information Theory and Reliable Communication / Wiley, 1968. – 588 p.
3. Uryvsky L. Information efficiency assessment of high data rate IP-protocol based transmission systems // L. Uryvsky, S. Osypchuk / Radio Electronics & Info Communications (UkrMiCo), 2016 International Conference, Kyiv, Ukraine. – 2016. – pp. 1-5.
4. Приемопередавач 802.11n MikroTik RBGroove52HPn. Режим доступу: <https://routerboard.com/RBGroove52HPn>.