

МЕТОД ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ ДВІЙКОВИХ СИГНАЛІВ В КАНАЛАХ ЗВ'ЯЗКУ З ШУМАМИ

д-р техн. наук, проф. О.А. Серков, асп. Б.О. Лазуренко, НТУ "ХПІ", м. Харків

Для систем цифрового зв'язку найбільш важливою є модель каналу з адитивним гаусовим шумом (AWGN). Комплекс, що включає модулятор, демодулятор та шумове середовище розповсюдження сигналів моделюється як симетричний канал з імовірністю похибки на біт інформації для двійкового сигналу у вигляді [1]:

$$P = Q(x) \left(\sqrt{\frac{2E_D}{N_0}} \right),$$

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz - \text{Гаусів інтеграл похибок};$$

де E_D / N_0 – відношення сигнал/ шум (SNR) на біт інформації.

Пристрій кодування системи безпроводного цифрового зв'язку отримує двійкові інформаційні символи від джерела, додає до них надлишкові символи для виправлення більшої частини похибок, які виникають під час модуляції сигналів, їх передачі по каналу з AWGN та подальшою демодуляцією. Аналіз існуючих методів завадостійкого кодування [2] показав переважне застосування послідовного кодування та модуляції інформаційного двійкового сигналу. Однак їх одночасне провадження забезпечує більш високу ефективність та енергетичний вигреш від кодування [3]. Причому, вигреш від кодування визначають як різницю між відношенням SNR системи з кодуванням та без нього за умов однакової швидкості передачі інформації та імовірності похибки. Таким чином при випромінюванні інформаційного сигналу до вільного простору застосовано принцип одночасного кодування кожного інформаційного біту кількома сотнями надкоротких імпульсів, що надходять з певною послідовністю та їх модуляцію двійковими інформаційними сигналами шляхом зсуву у часі на чверть тривалості імпульсу відносно його основного положення [4, 5]. При цьому умовна функція щільності імовірності (ФЩІ) послідовності сигналів у на виході каналу за умов, що на його вході передавалася послідовність x дорівнює:

$$P(y|x) = P_n(y-x) = \frac{\prod_{i=0}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{nN_0}} \exp(y_i - x_i)^2}{N_0},$$

де: $P(y|x)$ – є ФЩІ n статистично незалежних та однаково розподілених відліків шуму з нульовим середнім та дисперсією, яка дорівнює $N_0/2$. Величина N_0 є односторонньою спектральною щільністю потужності шуму. Декодування здійснюють за максимумом правдоподібності що відповідає обранню послідовності x^* , яка мінімізує квадрат Евклідової відстані між прийнятою послідовністю y та x^* :

$$D^2(x, y) = \sum_{i=0}^{n-1} (x_i - y_i)^2.$$

Список літератури: 1. *Серков О.А.* Метод оцінки імовірності бітової похибки в системах надширокосмугового зв'язку / *О.А. Серков, Б.О. Лазуренко, К.А. Трубочанінова* // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2019. – Вип. 6 (58). – С.111-114. 2. *Морелос-Сарагоса Р.* Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. – М.: Техносфера, 2005. – 320 с. 3. *Massey J.L.* Coding and Modulation in Digital Communications // Proc. Int. Zurich Seminar on Dig. Comm., pp. E2(1)-E2(4), Zurich, Switzerland, 1974. 4. Спосіб передачі інформації надширокосмуговими імпульсними сигналами: патент на винахід UA 123519 Україна - а2019 05980: МПК H04B 1/02 / *Б.О. Лазуренко, О.А. Серков*, та ін.; заявл. 30.05.2019; опубл. 14.04.2021. Бюл. № 15. 5. *Lazurenko B.A.* Security Improvement Techniques for mobile applications of Industrial Internet of Things / *B.A. Lazurenko, A.A. Serkov, K.A. Trubchaninova, A.E. Horiushkina* // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. – Vol. 20. – No. 5. – P. 145-149.