

ЗАВАДОЗАХИЩЕНІСТЬ ДЕМОДУЛЯТОРА ЧМБФ СИГНАЛІВ НА БАЗІ УЗГОДЖЕНОГО ФІЛЬТРУ З УСЕРЕДНЕННЯМ

Вінницький національний технічний університет.

Анотація

Проаналізовано субоптимальний метод демодуляції ЧМБФ сигналів. Досліджено завадозахищеність демодулятора ЧМБФ сигналів на базі узгодженого фільтру з усередненням. Проаналізовано залежність частоти бітових помилок від індексу модуляції, відношення сигнал/шум та величини інтервалу спостереження.

Ключові слова: частотна маніпуляція, модуляція з безперервною фазою, субоптимальний демодулятор.

Abstract

It is analyzed suboptimal demodulation method of CPF signals. It is investigated noise immunity of the CPF signals demodulator on the basis of the average approved filter. The dependence of bit error rate frequency on the modulation index, the relation signal/noise and sizes of observation interval is analyzed.

Keywords: frequency shift keying, continuous phase modulation, suboptimal demodulator.

Вступ

Швидке збільшення кількості радіоелектронних систем, що використовують загальний діапазон частот, і підвищення вимог до пропускну здатності каналів зв'язку викликає необхідність у поліпшенні характеристик існуючих і пошуку нових методів передачі інформації. Пошук нових методів передачі інформації починається з вибору сигнального формату. Збільшення швидкості передачі інформації та прагнення до економічності й мініатюризації прийомо-передавачів викликає необхідність у використанні сигналів з максимальною енергетичною ефективністю. Для сучасних радіосистем різноманітного призначення досить перспективними, з цієї точки зору, є частотно-маніпульовані сигнали з безперервною фазою (ЧМБФ) [1].

Основна частина

Коли в сигналі немає пам'яті, загальний демодулятор за алгоритмом «від символу до символу», такий як наприклад використовується для PSK, FSK, QPSK і т.д., є оптимальним в тому розумінні, що він мінімізує ймовірність помилки символу. ЧМБФ є модуляцією з пам'яттю, тому сигнал на кожному символному інтервалі залежить не тільки від переданого в цей момент символу, але й від історії роботи. Оптимальний алгоритм приймання сигналу з пам'яттю називається алгоритмом максимально-правдоподібної оцінки послідовності (англ. Термін – Maximum Likelihood Sequence Estimation (MLSE)) [2]. На практиці, для знаходження такого функціонального перетворення потрібно застосувати дуже складні математичні обчислення. Тому за правило використовують моделі з обмеженою оптимальністю продуктивності. Одним з таких є демодулятор на базі узгодженого фільтру з усередненням. Для цього, при низьких значеннях ВСП E_b/N_0 , оцінки значень ЧМБФ сигналу $x_{\pm j}$ апроксимуються згідно [1, 3]

$$x_{\pm 1j} = 1 + \frac{2}{N_0} \int_0^{nT} r(t) s(t, a_1 = \pm 1, A_j) dt \quad (1)$$

а алгоритм роботи такого демодулятора визначається з наступного співвідношення

$$l = \frac{\sum_{j=1}^m \exp\left(\frac{2}{N_0} \int_0^{nT} r(t) s(t, a_1 = +1, A_1) dt\right)}{\sum_{j=1}^m \exp\left(\frac{2}{N_0} \int_0^{nT} r(t) s(t, a_1 = -1, A_1) dt\right)} = \frac{\sum_{j=1}^m x_{+1j}^{+1}}{\sum_{j=1}^m x_{-1j}^{-1}} > 1 \quad (2)$$

Результати дослідження завадозахищеності демодулятора ЧМБФ сигналів на базі узгодженого фільтру з усередненням представлені на рис. 1.

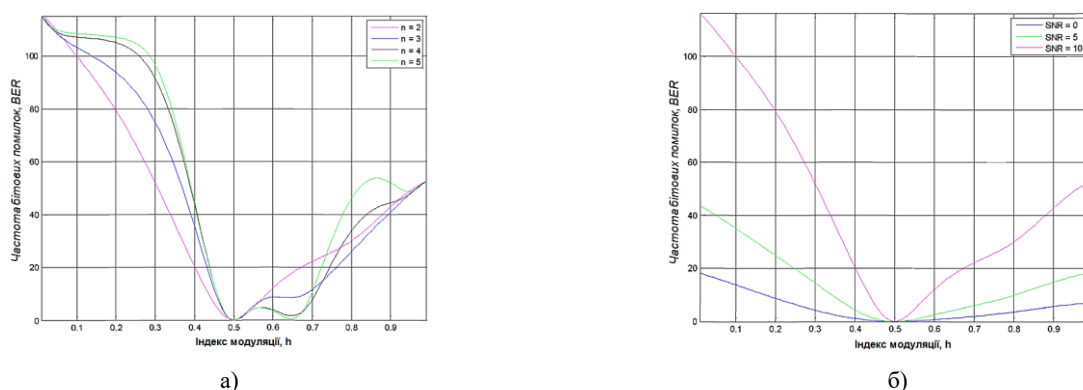


Рис. 1. Залежність частоти бітових помилок: а) від індексу модуляції h при різному інтервалі спостереження n , при ВСШ=6дБ; б) від індексу модуляції h при різному ВСШ

Висновки

Початкове збільшення h приводить до покращення продуктивності ЧМБФ демодулятора, поки це не досягає продуктивності ВРСК (ЧМБФ $h=0.5$). Згодом, продуктивність починає погіршуватися знову як показано на рис. 1б для різних ВСШ. Для всіх n ЧБП при $h=0.5$ є однаковим і дорівнює продуктивності ЧБП ВРСК (рис. 1а). Крім того, збільшення n призводить до наближення ЧБП до граничного рівня, що становить значення ВРСК з $h=0.646$, і це є максимальним значенням ВСШ. Результати дослідження пропонується використовувати як керівництво при проектуванні системи з обмеженням пропускної здатності. З графіків можливо визначити складність демодулятора для певного n , визначивши, в свою чергу, оптимальне значення h , що задає пропускну здатність й мінімізує ЧБП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Proakis J. G. Digital Communications / Proakis, J. G., McGraw-Hill, New York, 2001. – 928p.
2. Sklar B. Digital communications fundamentals and applications. / Sklar B.// Second edition. - Prentice Hall P T R , 2012. - 1079 p.
3. Osborne W. and LUNTZ, M., 1974. Coherent and Noncoherent Detection CPFSK. Communications, IEEE Transactions on, 22(8), pp. 1023-1036.

Арсенюк Максим Іванович — студент групи ТТК-17м факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maximarseniuk@gmail.com.

Сидоренко Вадим Віталійович — студент групи РТ-17м факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sidorvlad1998@gmail.com.

Лаврека Вадим Анатолійович — студент групи РТР-16мс факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Воловик Андрій Юрійович** — канд. техн. наук, доцент кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Arsenyuk Maxim I. — student of the TTK-17m group, Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maximarseniuk@gmail.com.

Sidorenko Vadim V. — student of the RT-17m group, Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sidorvlad1998@gmail.com.

Lavreca Vadim A. — student of the PTP-16mc group, Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Volovyk Andrii U.** — Ph.D. (Eng), Associate Professor of Radio engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.