

ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ ТИПІВ МОДУЛЯЦІЇ ПРИ OFDM

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз виділення елементарних складових з OFDM сигналу при використанні різних типів модуляції елементарних носійних. При цьому отримано алгоритм виділення ортогональних несучих з лінійно-незалежними ортогональними складовими.

Ключові слова: модуляція, ортогональна несуча, математична модель, пілот-тон, OFDM.

Abstract

In this work we show the results of analysis of components with different OFDM modulations. Obtained demodulation algorithm of linearly independent elementary constituents.

Keywords: modulation, orthogonal carrier, mathematical model, pilot tone, OFDM.

Вступ

Використання в широкосмугових системах безпроводової передачі даних комбінування різних типів модуляцій на піднесучих при OFDM ускладнює задачу правильної демодуляції таких складових [1, 2]. Тому важливою задачею при проектуванні систем з комбінованими модуляціями є отримання ортогональних несучих з лінійно-незалежними ортогональними складовими.

Метою роботи є проведення аналізу методу OFDM та його використання для різних типів цифрових модуляцій.

Результати дослідження

Автокореляційна функція сигналу з OFDM визначається інтегралом [1]:

$$\psi(\tau) = \int f(t)F(t - \tau)dt$$

АКФ показує зв'язок функції $f(t)$ з копією самої себе, зміщеної на величину τ . Функція $f(t)$ є сигналом з OFDM.

Виконання дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) для N-точок:

$$X_p(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x_p(n)e^{-j(2\pi/N)kn}$$

Зворотнє дискретне перетворення Фур'є в цьому випадку:

$$x_p(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_p(k)e^{-j(2\pi/N)kn}$$

Отже, можна отримати ортогональні несучі з лінійно-незалежними ортогональними складовими [3].

Для послідовності даних $(d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1})$, де кожна складова d_n є комплексним числом ($d_n = a_n + jb_n$)

$$D_k = \sum_{n=0}^{N-1} d_n e^{-j(2\pi nk/N)} = \sum_{n=0}^{N-1} d_n e^{-j2f_n t_k}, k = 0, 1, 2, \dots, N-1.$$

де $f_n = n/(N\Delta t)$, $t_k = k\Delta t$ і D символ довільної тривалості і послідовності даних d_n . Для QPSK $a_n, b_n = \pm 1$, для QAM $a_n, b_n = \pm 1, \pm 3, \dots$ (16QAM).

Застосувавши дані компоненти для фільтра нижніх частот з часовими інтервалами Δt , отримується сигнал, який точно апроксимує мультиплексований сигнал [4] з частотним розділенням.

$$y(t) = \sum_{n=0}^{N-1} [(a_n \cos(2\pi f_n t_k) + b_n \sin(2\pi f_n t_k))], \quad 0 \leq t \leq N\Delta t$$

Використовуючи пілот-тон в сигналі проводиться оцінка каналу. Положення пілот-тону в OFDM-сигналі заздалегідь відомо. Маючи еталонне значення сигналу пілот-тону в певний момент часу і порівнявши його з реально прийнятим [5], можна оцінити спотворення сигналу, тобто розрахувати передатну характеристику каналу. Також на основі пілот-тону базується принцип дії еквалайзера.

Висновки

Таким чином проведений аналіз дозволяє отримати ортогональні несучі з лінійно-незалежними ортогональними складовими при OFDM, якими є різними за складністю модуляції. Що важливо для їх подальшої обробки та правильного декодування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Belov V. S., Belov A. S. Components Decoder Of Complex Channel With Orthogonal Carriers Frequency Division // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies Vol 6, No 12(66) (2013) Physical and technological problems of radio engineering devices, telecommunication, nano-and microelectronics ISSN: 1729-3774 (<http://journals.uran.ua/ejet/article/view/19681/17401>)
2. Belov V. S., Belov A. S. Analysis Of The Spectrum In The Uhf Range Based On Quadrature Processing Of Elementary Components // International scientific-technical magazine "Measuring and Computing Devices in Technological Processes", Khmelnytsky, 2014, No 1 (46) ISSN: 2219-9365 (http://journals.khnu.km.ua/vottp/pdf/pdf_full/vottp-2014-1.pdf)
3. Кичак В.М. Оцінка впливу кількісних характеристик зміни інформаційного параметру на завадостійкість каналів зв'язку з КАМн / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов. Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету». – 2012. - №4.- с. 59-62 (http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2012_4/14kic.pdf)
4. Кичак В.М. Визначення бітових спотворень в каналах з прямою корекцією помилок / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов. Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2012. - №1.- с. 121-124 (http://journals.khnu.km.ua/vottp/pdf/2012_1/61kuc.pdf)
5. Morelos-Zaragoza, Robert H. The Art of Error Correcting Coding, Second Edition [Текст] / Robert H. Morelos-Zaragoza - John Wiley & Sons. – 2006.

Белов Володимир Сергійович – асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: nbcvin@gmail.com

Белов Антон Сергійович – здобувач кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: us5nar@gmail.com

Vladimir S. Belov – lecturer of Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nbcvin@gmail.com

Anton S. Belov – Postgraduate candidate of Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: us5nar@gmail.com