

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛІВ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ З CPFSK

Белов В.С., Белов А.С., Савчук Б.С.

Вінницький національний технічний університет, Україна

E-mail: nbcvin@gmail.com

Анотація — В роботі наведені основні переваги застосування методу модуляції CPFSK, схему обробки сигналів такого типу, математично описано принцип роботи схеми обробки та основні характеристики сигналів. Наведено результати аналізу сигналів цифрових систем зв'язку з CPFSK.

1. Вступ

Типові сигнали з FSK є досить поширені в сучасних системах цифрового зв'язку. Принцип частотної маніпуляції використовується для передачі даних в стандартах стільникового зв'язку, наприклад GSM та DECT. Особливістю широкого застосування такого способу формування сигналів є простота їх генерування та прийому враховуючи нечутливість до початкової фази. При передачі інформації існують обмеження на ширину спектра сигналу, тому спосіб модуляції без розривів фази доцільніший. В докладі наведені деякі результати аналізу сигналів, сформованих методом CPFSK.

2. Основна частина

При певних умовах приймач цифрового сигналу CPFSK можна будувати як приймач ортогональних сигналів, або як приймач протилежних сигналів, аналогічно до детектора фазової маніпуляції. Запропонована схема, наведена на рис. 1 реалізує можливість прийому та обробки CPFSK [1].

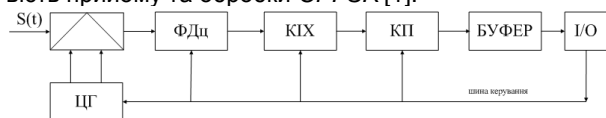


Рис. 1

Основні елементи реалізації схеми: ЦГ — цифровий гетеродин; ФДц — фільтр-дециматор; КІХ — фільтр з кінцевою імпульсною характеристикою; КП — комплексний множник вихідного сигналу; І/О — порт введення-виведення.

Цифровий квадратурний гетеродин забезпечує перенесення спектру вхідного дійсного сигналу з проміжної частоти на низьку частоту, шляхом помноження відліків вхідного сигналу на відліки опорного сигналу. В гетеродині реалізовано керування частотою та фазою опорного сигналу.

Фільтр-дециматор побудований як фільтр з фіксованим коефіцієнтом, призначений для попередньої децимації сигналу (CIC — *cascaded integrator-comb*).

Комплексний помножувач вихідного сигналу дозволяє здійснювати плавне регулювання підсилення каналу та управління фазою вихідного сигналу, що може бути використано для поліпшення динамічного діапазону тракту обробки та побудови системи цифрового автоматичного регулювання підсилення (ЦАРП). Після множення вихідного сигналу на квадратурні компоненти отримуємо

$$x(t) = S(t) \cos(\omega_0 t) = \frac{A_0}{2} \cos[2\omega_0 t + mS_m(t)] + \frac{A_0}{2} \cos[mS_m(t)];$$

$$y(t) = -S(t) \sin(\omega_0 t) = -\frac{A_0}{2} \sin[2\omega_0 t + mS_m(t)] + \frac{A_0}{2} \sin[mS_m(t)].$$

Після фільтрації компонент за подвоєною частотою на виході ФНЧ отримується

$$X(t) = \frac{A_0}{2} \cos[mS_m(t)]; Y(t) = \frac{A_0}{2} \sin[mS_m(t)].$$

На практиці таким чином можливо провести аналіз сигналів цифрових систем зв'язку [2], де використовується принцип CPFSK. На рис. 2 та рис. 3 зображено комплексний сигнал типової форми з CPFSK інкапсульований бітовою послідовністю. Використовуючи цифровий демодулятор з КІХ-фільтром можливо провести визначення інформаційних станів модуляції рис. 4, а та рис. 4, б та визначити бітову послідовність модулюючого сигналу, рис. 4, в.

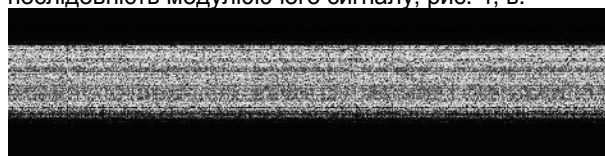


Рис. 2

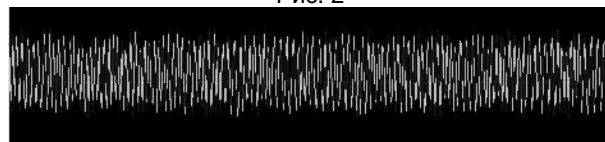


Рис. 3

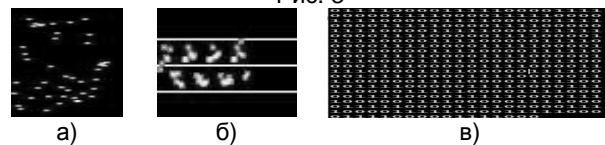


Рис. 4

3. Висновки

Після демодуляції CPFSK сигналу та виділення вихідного модулюючого сигналу необхідно звернути увагу на те, що наведені умови можуть бути застосовані не лише при когерентному прийомі, як в ФМн сигналах, тобто допускається наявність частотного і фазового неузгодження несучої частоти і частоти квадратурного гетеродина.

4. Список літератури

- [1] Белов В.С. Реалізація апаратного декодера мультимплексованих сигналів з ортогональним частотним поділенням / В.С. Белов, А.С. Белов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2012. — № 3. — С. 129 — 133.
- [2] Кичак В.М. Вимірювання параметрів фазоманіпульованих сигналів при частотному мультиплексуванні / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов, Б.С. Савчук // «Контроль і управління в складних системах» (КУСС-2012): Тези доповідей XI Міжнар. конф. — Вінниця: ВНТУ, 2012. — С. 283.

ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS WITH CPFSK

Belov V.S., Belov A.S., Savchuk B.S.
Vinnitsya National Technical University, Ukraine

Abstract — The main advantages, application of the modulation CPFSK, and signal processing scheme are given. The principle of circuit processing and basic characteristics of signals is described mathematically. The results of signal analysis of digital communication systems CPFSK are presented.