

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ М-ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДА КОДОВОГО РОЗПОДІЛУ КАНАЛІВ

Міщай Д.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Бондар Д.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІМІ

м. Харків, Україна

e-mail: dmytro.mitsai@nure.ua

This work is devoted to assessing the possibility of using signals of pseudo-random binary sequences as spreading sequences in a code division transmission system. Attention is drawn to the presence of families of pseudo-random binary sequences formed in accordance with the parameter of their period. Correlation processing is used as a method for identifying a subscriber channel. The study is based on the results of computer modeling. A conclusion is formulated about the prospects of this method of implementing the multichannel communication method.

В сучасних телекомунікаційних системах, які ґрунтуються на застосуванні цифрових технологій зв'язку, для формування інформаційних потоків застосовують широкосмугові двійкові сигнали. Цей факт обумовлений можливістю використання методів узгодженої фільтрації сигналів з метою розпізнавання двійкових інформаційних символів в сигналі, що передається та приймається. Потужним засобом в цьому аспекті є методи кореляційної обробки. Кореляційна обробка ґрунтується на розрахунку кореляційних функцій сигналів.

Метод широкосмугового зв'язку передбачає розширення частотної смуги спектру інформаційного сигналу, якій первинно можна вважати вузькосмуговим. Один з методів розширення спектру інформаційного сигналу є метод прямого розширення спектру (DSSS – direct sequence spread spectrum). Цей метод передбачає перетворення кожного інформаційного двійкового символу на певного вигляду широкосмугову двійкову послідовність. В якості послідовності, що розширює, можна використати псевдовипадкову послідовність максимальної довжини, яку ще часто називають m -послідовністю.

Відомо, що m -послідовність має автокореляційну функцію (АКФ) дуже подібну на АКФ білого шуму з високим та вузьким центральним максимумом та мінімальним рівнем бічних пелюстків. Саме ця особливість АКФ допомагає зробити процес розпізнавання m -послідовності більш впевненим. Крім того корисною особливістю m -послідовності є простий метод (алгоритм) її генерування на основі регістру зсуву, охопленого лінійним зворотним зв'язком. Таким чином m -послідовності можна розрізняти за кількістю розрядів регістра n .

Довжина m -послідовності визначається як $N = 2^n - 1$. Ця величина також є періодом послідовності. Кількість m -послідовностей з періодом N визначається формулою:

$$M = \frac{\Phi(N)}{n}$$

де $\Phi(N)$ – функція Ейлера, що показує кількість натуральних взаємно простих з N чисел в діапазоні від 1 до N . З ростом N функція Ейлера стрімко зростає. Тому і кількість m -послідовностей з періодом N також швидко росте. Наприклад для довжини $N = 3$ маємо 2 послідовності, а для $N = 1023$ маємо вже 60 послідовностей. Такім чином можна вважати, що для певних N виникає сім'я m -послідовностей в кількості M .

Метод кодового розподілу каналів в системі багатоканального зв'язку вимагає застосування сім'ї широкосмугових послідовностей, які призначені грати роль кодів абонентів. З огляду на це виникає питання чи можна використати m -послідовності перної сім'ї, яка визначається параметром N в якості кодів абонентських в груповому потоці системи зв'язку.

Проведемо моделювання кодового ущільнення каналів на комп'ютері за допомогою пакету MathCad. З цією метою розроблено ряд макросів, які дозволяють генерувати масиви сім'ї m -послідовностей, розраховувати їхні кореляційні функції, створювати масив групового сигналу та проводити розпізнавання інформаційних символів.

Моделювання проведено з використанням сім'ї m -послідовностей з $N = 7$. В цій сім'ї всього дві послідовності, ким відповідають генеруючі поліноми: $1 + x^2 + x^3$ та $1 + x + x^3$. Схеми генераторів цих послідовностей наведені на рис. 1.

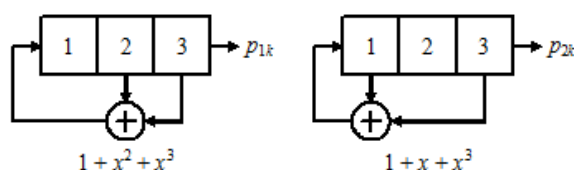


Рисунок 1 – Генератори двох m -послідовностей з сім'ї $N = 7$

Моделюванню підлягає система передачі з двома каналами, в яких задано два двійкових тестових сигнали: 0011 та 0101. Після розширення інформаційних символів кожного з каналів своєю m -послідовністю груповий сигнал багатоканального зв'язку набере вигляду, який наведено на рис. 2.

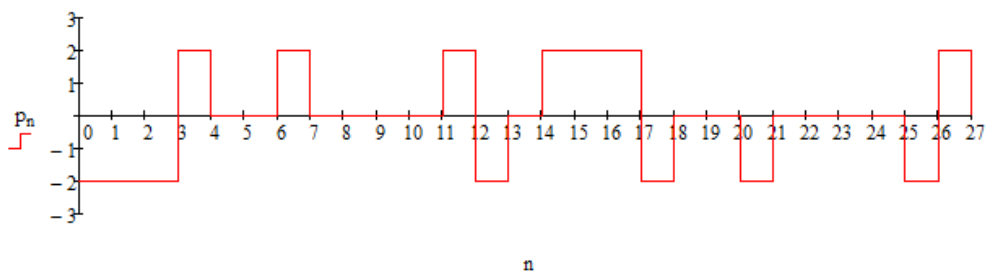


Рисунок 2 – Часова діаграма групового сигналу

Наступним кроком в моделюванні буде розрахунок ВКФ групового сигналу з двома m -послідовностей. Результати зображені на рис. 3.

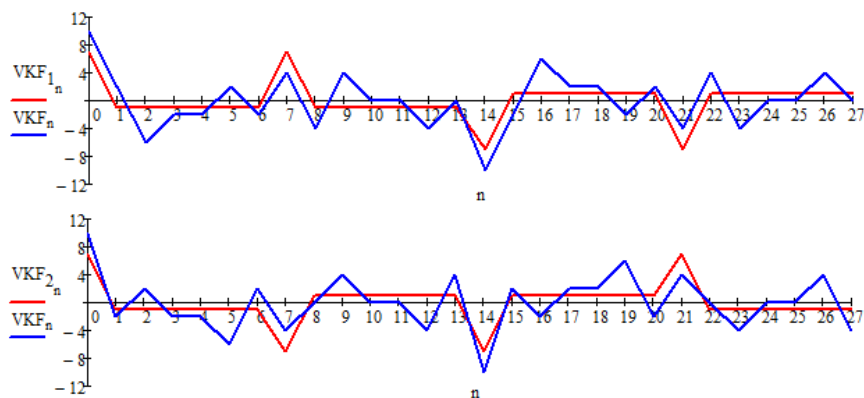


Рисунок 3 – Результати розрахунку ВКФ групового сигналу двома m -послідовностями

Червоною кривою для порівняння зображено АКФ відповідної двома m -послідовності. Результати свідчать про те що перспектива використання двома m -послідовностей в якості кодових сигналів при методі кодового розподілу каналів виглядає непереконливою.

Список використаних джерел:

1. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. Москва, 1985. 384 с.
2. <https://www.gaussianwaves.com/2018/09/maximum-length-sequences-m-sequences/>