

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИГНАЛЬНОЇ РАНДОМІЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАВАДОСТІЙКОГО ПЕРЕДАВАННЯ СИГНАЛІВ

Лазарович І. М.

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Анотація. Метою дослідження є моделювання та перевірка ефективності застосування процедури сигнальної рандомізації для збільшення заводозахищеності передавання даних у вузькосмугових каналах зв'язку. Завданням дослідження є розробка програмної моделі, що реалізує запропонований метод, перевірка її адекватності та ефективності. Об'єктом дослідження є методи цифрової рандомізації, способи перетворення сигналів на основі рандомізації. Для перевірки ефективності використано методи дискретного кореляційного аналізу. В результаті дослідження будуть запропоновані рішення для впровадження запропонованих методів у системах передавання вузькосмугових сигналів, які експлуатуються в умовах інтенсивних завод. Основною перевагою методу є використання методів рандомізації для розширення спектру, завдяки чому при застосуванні передавання інформації фазоманіпульованими сигналами, досягається підвищення заводозахищеності.

Ключові слова: заводозахищеність, кореляція, М-последовність, оптимальний приймач, рандомізація, хешування.

RESEARCH OF EFFICIENCY OF SIGNAL RANDOMIZATION FOR NOISE RESISTANT DATA TRANSMISSION

Lazarowych I.

Precarpathian National University of Vasyl Stefanyk

Abstract. The aim of the research is to simulate and test the efficacy of the procedure signal randomization to increase the noise immunity data on narrowband communication channels. The objective of the study is to develop a programming model that realizes the proposed method, test its adequacy and effectiveness. Object is a method of digital randomization ways to convert signals from randomization. To test the effectiveness of methods used discrete correlation analysis. The study will be proposed solution for the implementation of the recommendations in the transmission systems of narrowband signals, which are exposed to intense noise. The main advantage of the method is the use of randomization to expand the range, so that the application of information transfer phase shift keying signals is achieved by increasing the noise immunity.

Keywords: correlation, hashing, noise immunity, M-sequence, optimal receiver, randomization.

Вступ. Сучасне суспільство характеризується різким зростанням інформаційних потоків, які передаються як на виробництві, так і в побутовій сфері з одночасним зростанням рівня завод, які накладаються на корисні сигнали. Це обумовлює складність передавання сигналів, підвищує ймовірність виникнення помилок. Одним із можливих рішень для заводозахищеного передавання сигналів є використання широкосмугових шумоподібних сигналів (ШПС), що має місце в сучасному мобільному зв'язку, в технологіях безпроводної передачі даних. Основним недоліком цього методу є необхідність широкосмугових каналів зв'язку, що для багатьох застосувань є або неможливим, або економічно не вигідним. Тому в сучасних умовах актуальною є задача пошуку, дослідження та впровадження нових методів цифрової обробки та передавання даних, що характеризуються високою заводозахищеністю та не потребують широкосмугового каналу передавання.

Постановка задачі. Інтенсивний розвиток та зниження вартості мікроелектронної техніки, зокрема універсальних контролерів, цифрових сигнальних процесорів (DSP) та програмованих логічних матриць (PLD) дає можливість розробляти, досліджувати та впроваджувати методи нелінійної обробки даних, які базуються на великій кількості перетворень та обчислень. Пропонується використати процедуру рандомізації для перетворення гармонічного сигналу в близький до псевдовипадкового, що дає можливість отримувати такі особливості ШПС як характерна кореляційна функція, тим самим використовуючи в каналі зв'язку вузькосмуговий сигнал.

Мета роботи. Необхідно дослідити спосіб перетворення гармонічного сигналу у псевдовипадковий засобами рандомізації, визначити оптимальний тип ШПС, оцінити якісні показники запропонованого методу а також дати рекомендації щодо можливих способів практичної реалізації запропонованого методу та галузі його використання.

Основна частина. В роботі [1] показано, що для перетворення вузькосмугових сигналів у широкосмугові доцільно застосовувати методи рандомізації. Метою даної роботи є дослідження ефективності застосування різнотипних базових сигналів при формуванні широкосмугових сигналів методами рандомізації.

Рандомізація – це нелінійна процедура навмисного внесення «випадковості» або шумоподібності в обробку вибірових даних [1]:

$$X = \{x_i\} \dots \mathcal{Ran}(X) = \mathcal{Ran}(\{x_i\}) = X^{\mathcal{Ran}}, \quad X^{\mathcal{Ran}} = \{x_j\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = k_i.$$

де $K = \{k_i\}$ – масив-ключ (закон) процедури рандомізації \mathcal{Ran} .

При виконанні сигнальної рандомізації для формування широкосмугових сигналів із вузькосмугових, зокрема гармонічних коливань, в якості базових широкосмугових сигналів можуть бути ШПС. В якості ШПС в дослідженні використовувались М-последовності, коди Баркера, последовності Гоулда, Касамі, а також шумоподібні сигнали з гаусовим розподілом [2]. Мірою ефективності сигнальної рандомізації можна вважати оцінку ймовірності правильного приймання переданих даних до загальної кількості транзакцій при впливі завад різних потужностей. Для дослідження було розроблено програмну модель оптимального приймача фазоманіпульованих сигналів, в якому формується бітова последовність для передавання, здійснюється відповідна фазова маніпуляція. До отриманого сигналу додається гаусівський білий шум змінної амплітуди, що відповідає моделі каналу зв'язку. Далі сигнал рандомізується з використанням вищевказаних ШПС, обчислюється функція кореляції отриманого сигналу. Шляхом перевірки значення кореляційної функції на вихід за межі апертури відбувається виявлення прийнятого сигналу.

Дослідження проводилось для всіх кодів з усіма можливими комбінаціями последовностей. Кількість ітерацій для кожного дослідження $N=50$. У кожному дослідженні обчислювалась ймовірність спотворення сигналу при різних відношеннях сигнал/завада.

Проведені експерименти показали, що найбільшу завадостійкість мають сигнали з використанням гаусівського розподілу. Дані сигнали дозволяють приймати дані при ймовірності правильного приймання даних 94% при відношенні сигнал/завада 0,33, тобто коли потужність завади в 3 рази більша за потужність корисного сигналу. Крім того дані сигнали дозволяють приймати інформацію без помилок не менше 80% при різних последовностях.

Також велику завадостійкість мають коди Гоулда але їхня завадостійкість залежить від вибраної последовності, чим більше переходів тим менша завадостійкість. Наприклад при последовності 01010 ймовірність правильного приймання даних при відношенні сигнал/завада 0,4 становить тільки 38%.

Висновки. Таким чином, проведені дослідження підтвердили прогнозовану ефективність запропонованого методу, який може бути практично реалізований при передаванні даних із цифрових сенсорів на низових рівнях комп'ютерних систем керування на виробництві, в цифрових системах зв'язку та низових рівнях комп'ютерних та телекомунікаційних систем. Проведені дослідження є підставою для розробки структури цифрової системи передавання та створення спецпроцесора на основі ПЛІС

Список використаних джерел

1. Дослідження ефективності сигнальної рандомізації при передаванні цифрових даних //Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка». – 2008. № 9 (132). – Донецьк: ДонНТУ, 2008. – С.172-176.
2. Скляр, Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. : Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.