

С. В. Індик, В. П. Лисечко

Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна

МЕТОД ПЕРЕСТАНОВКИ ІНТЕРВАЛІВ З ВРАХУВАННЯМ ВЗАЄМОКОРЕЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СЕГМЕНТІВ

Анотація. Актуальною задачею є розробка нових методів перестановки інтервалів з врахуванням взаємокореляційних властивостей кожного сегменту. Тому необхідно розробити новий метод перестановок часових інтервалів, який забезпечить підвищення об'єму ансамблів з урахуванням значень рівня завад множинного доступу. Розроблений метод базується на застосуванні взаємокореляційних властивостей часових інтервалів шляхом поетапного перебору. Часові інтервали кодових послідовностей відеоімпульсів з низькою взаємодією у часовій області піддаються кореляційному аналізу. У розробленому методі перестановок було здійснено перебір часових інтервалів послідовностей рівновіддалених імпульсів змінної довжини, при цьому враховувалися взаємокореляційні властивості сегментів, завдяки чому можливо розподілити імпульси так, що взаємодія між сигналами у часовій області буде мінімальною, що в свою чергу призведе до мінімальної взаємодії між сигналами, а отже значною мірою зменшить вплив завад множинного доступу.

Ключові слова: завада множинного доступу, відеоімпульс, тривалість імпульсу, період слідування імпульсів, функція взаємної кореляції.

Вступ

У широкосмугових системах з частотним розподілом сигналів дія завади множинного доступу обумовлена частковим перекриттям спектрів сигналів. Поділ ансамблю сигналів на послідовності рівновіддалених імпульсів змінної довжини дозволяє значною мірою зменшити рівень завад множинного доступу, крім того, розбиття послідовностей на рівні часові інтервали та їх наступна перестановка призводить до збільшення об'єму ансамблів сигналу [1].

Тому актуальною задачею являється визначення оптимального порядку слідування часових інтервалів у послідовностях сигналів.

Аналіз літератури. Питання збільшення об'єму ансамблів при заданих значеннях рівнів завад множинного доступу розглядаються як у вітчизняній, так і у закордонній літературі [1-15]. Але дослідження ансамблів послідовностей відеоімпульсів із різною кількістю елементів на основі перестановки часових інтервалів розглянуті недостатньо [12-15]. Отже актуальною задачею є розробка нових методів перестановки інтервалів з врахуванням взаємокореляційних властивостей кожного сегменту

Тому необхідно розробити новий метод перестановок часових інтервалів, який забезпечить підвищення об'єму ансамблів з урахуванням значень рівня завад множинного доступу.

Основна частина

Розроблений метод базується на застосуванні взаємокореляційних властивостей часових інтервалів шляхом поетапного перебору. Часові інтервали кодових послідовностей відеоімпульсів з низькою взаємодією у часовій області піддаються кореляційному аналізу.

На рис. 1 даний метод представлено у вигляді алгоритму, який реалізує такі операції:

1. Здійснюють визначення вихідних даних: задають необхідну кількість послідовностей та часових інтервалів, на які розбиваються послідовності.



Рис. 1. Алгоритм процесу перестановки інтервалів у послідовностях з низькою взаємодією в часовій області

2. У кожній послідовності проводять попарний розрахунок значення максимальних викидів бічних пелюсток функцій взаємної кореляції та визначають їх загальне середнє значення. На основі розрахованих значень складають ряд, в якому отримані значення будуть ставитися у відповідності до загального середнього значення максимальних викидів бокових пелюсток (МВБП) функції взаємної кореляції (ФВК).

3. Обирають часовий інтервал для першої позиції ряду, у якому значення МВБП ФВК має середнє значення. Для визначення наступних часових інтервалів проводять аналіз рейтингового ряду і розставляють значення у відповідності до загально-

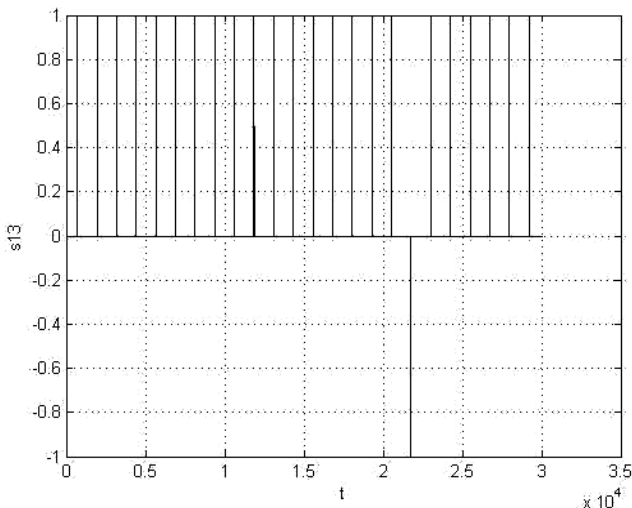


Рис. 2. Сигнал, отриманий із застосуванням перестановок послідовності з ансамблю з малою взаємодією в часовій області

Порівнявши отримані результати можна зробити висновок, що взаємкореляційні властивості перестановочних сигналів незначною мірою погіршуються, адже значення рівнів МВБП ФВК сигналів залежить від кількості інтервалів розбиття. Виходячи з отриманих результатів отримані значення максимальних викидів бічних пелюсток функцій взаємної кореляції сигналів при обраній кількості інтервалів розбиття не перевищують

$$R_{max} \leq 2,6\sqrt{B},$$

тобто відповідають вимоги до рівня взаємної кореляції сигналів одного ансамблю. За рахунок зміни тривалості інтервалів розбиття перестановочні послідовності, синтезовані з різних послідовностей з малою взаємодією у часовій області, мають низьку

го середнього значення МВБП ФВК. Таким чином буде сформовано новий усереднений ряд значень МВБП ФВК.

Для підтвердження працездатності розробленого алгоритму приводиться приклад, в якому використовується чотири послідовності $S_1(t)$, $S_2(t)$, $S_3(t)$, $S_4(t)$, які синтезуються у відповідності до запропонованого алгоритму, розглянутому в [3], з тривалостями послідовностей $T \approx 405$ мкс, тривалість імпульсів $\tau = 10$ нс. Сигнал, отриманий за допомогою перестановки часових інтервалів вихідної послідовності шляхом їх перебору представлено на рис. 2. На рис. 3 представлена нормована ФВК цього сигналу.

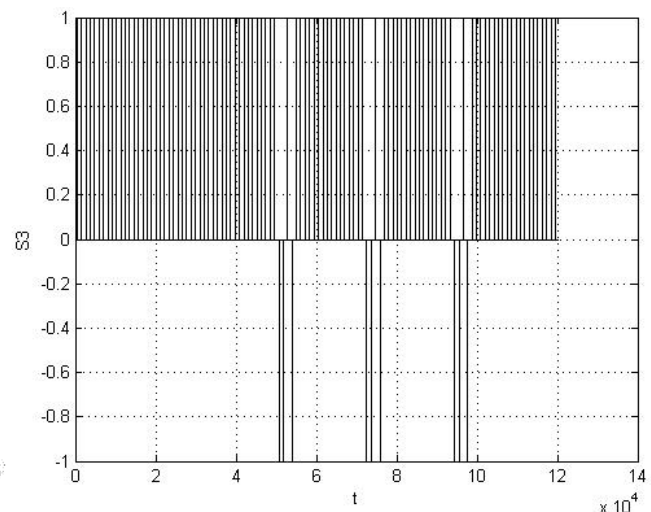


Рис. 3. Нормована ФВК сигналу, отриманого шляхом перестановки часових інтервалів кодової послідовності з ансамблю з малою взаємодією в часовій області

кореляцію – це дає можливість формувати на їх основі ансамблі сигналів, об'єми яких будуть перевищувати об'єми ансамблів вихідних кодових послідовностей, в число елементів розбивки (рис. 4).

Висновок

Використання запропонованого методу перестановки інтервалів з врахуванням взаємкореляційних властивостей кожного сегменту дозволяє мінімізувати взаємодію між сигналами в часовій області. Наслідком цього являється істотне зменшення рівня завад множинного доступу, що значною мірою підвищує кількість ансамблів сигналів із задовільними взаємкореляційними властивостями і дає можливість використовувати їх в існуючих системах радіозв'язку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами, под ред. Г.И. Тузова. - М.: «Радио и связь», 1985 г. – 284 с.
2. Степаненко Ю.Г., Лисечко В.П. Метод визначення періоду проходження коротких відеоімпульсів в кодових послідовностях на основі апроксимації функції Хевісайда / Степаненко Ю.Г., Лисечко В.П., Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС – 2009. – Вип. 4(20). – С. 170-173.
3. Степаненко Ю.Г. Метод наращивания объема ансамбля последовательностей коротких видеоимпульсов с низким уровнем взаимной корреляции / Степаненко Ю.Г., Лисечко В.П., Качуровський Г.Н. Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Х.: УкрДАЗТ – 2010. – Вип. 116. – С. 100-106.
4. Kovalenko, A. and Kuchuk H. (2018), "Methods for synthesis of informational and technical structures of critical application object's control system", *Advanced Information Systems*, 2018, Vol. 2, No. 1, pp. 22–27, DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.1.04>

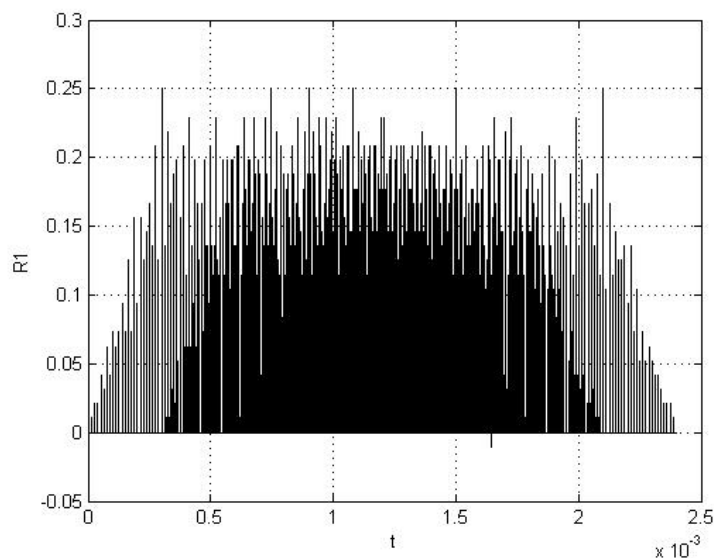


Рис. 4. Нормована ФАК сигналу, отриманого на основі перестановок інтервалів кодової послідовності з ансамбля з низькою взаємодією в часовій області

5. Мохаммад А.С., Коваленко А.А., Кучук Г. А. Метод параметрического управления передачей данных для модификации транспортных протоколов беспроводных сетей // Системи обробки інформації. – 2011. – № 8(98). – С. 211-218.
6. Гахов Р.П. Моделирование трафика беспроводной сети передачи данных / Р. П. Гахов, Н. Г. Кучук // Научные ведомости БелГУ. – 2014. – № 1 (172). – Вып. 29(1). – С. 175-181.
7. Кучук Г.А. Розрахунок навантаження мультисервісної мережі / Г.А. Кучук, Я.Ю. Стасева, О.О. Болюбаш // Системи озброєння і військова техніка. – 2006. – № 4 (8). – С. 130 – 134.
8. Зиков І. С., Кучук Н. Г., Шматков С. І. Синтез архітектури комп'ютерної системи управління транзакціями e-learning. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, № 3. С. 60–66. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.3.10>
9. Кучук Г.А. Метод дослідження фрактального мережного трафіка / ГА Кучук // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2005. – Вып. 5 (45). – С. 74-84.
10. Nechausov A., Mamusuc I., Kuchuk N. Synthesis of the air pollution level control system on the basis of hyperconvergent infrastructures. *Сучасні інформаційні системи*. 2017. Т. 1, № 2. С. 21 – 26. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2017.2.04>
11. Кучук Г. А. Метод синтезу інформаційної структури зв'язного фрагменту корпоративної мультисервісної мережі / Г. А. Кучук // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. – 2013. – № 2(35). – С. 97-102.
12. Коваленко А. А. Подходы к синтезу технической структуры компьютерной системы, образующей систему управления объектом критического применения / А.А. Коваленко // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2014. – № 1(38). – С. 116-119.
13. Кучук Г.А. Метод мінімізації середньої затримки пакетів у віртуальних з'єднаннях мережі підтримки хмарного сервісу / Г.А. Кучук, А.А. Коваленко, Н.В. Лукова-Чуйко // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава . ПНТУ, 2017. – Вып. 2(42). – С. 117-120.
14. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с.
15. Степаненко Ю.Г. Метод перестановки часових інтервалів шляхом поетапного перебору / Степаненко Ю.Г., Жученко С.С., Чигрин Д.С. Системи озброєння і військова техніка. — 2012. — № 3(31). – С. 235-238.

Received (Надійшла) 14.07.2020

Accepted for publication (Прийнята до друку) 02.09.2020

Method of permutation of intervals, taking into account correlation properties of segments

S. Indyk, V. Lysechko

Abstract. The purpose of the article. Development of a new method of permutation of time intervals, which will increase the volume of ensembles taking into account the values of the level of multiple access interference. An urgent task is to develop new methods of permutation of intervals taking into account the intercorrelation properties of each segment. Therefore, it is necessary to develop a new method of permutation of time intervals, which will increase the volume of ensembles, taking into account the values of the level of interference to multiple access. The developed method is based on the application of intercorrelation properties of time intervals by step-by-step search. The time intervals of the code sequences of video pulses with low interaction in the time domain are subject to correlation analysis. In the developed method of permutations, the time intervals of sequences of equidistant pulses of variable length were searched, taking into account the intercorrelation properties of the segments, so it is possible to distribute the pulses so that the interaction between signals in the time domain is minimal, which in turn leads to minimal interaction between signals and therefore significantly reduce the impact of multiple access interference. **Conclusions.** The use of the proposed method of permutation of intervals taking into account the intercorrelation properties of each segment allows to minimize the interaction between the signals in the time domain. The consequence is a significant reduction in the level of multiple access interference, which significantly increases the number of signal ensembles with satisfactory intercorrelation properties and makes it possible to use them in existing radio communication systems.

Keywords: multiple access interference, video pulse, pulse duration, pulse repetition period, cross-correlation function.