

УДК 621.391

Ю.Г. Степаненко<sup>1</sup>, С.С. Жученко<sup>1</sup>, Д.С. Чигрин<sup>2</sup><sup>1</sup>Українська державна академія залізничного транспорту, Харків<sup>2</sup>Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

## МЕТОД ПЕРЕСТАНОВКИ ЧАСОВИХ ІНТЕРВАЛІВ ШЛЯХОМ ПОЕТАПНОГО ПЕРЕБОРУ

*Сутність методу перестановок полягає в поетапному переборі часових інтервалів послідовностей із різною кількістю еквідистантних імпульсів в кожній із врахуванням взаємкореляційних характеристик, що дозволяє здійснити розстановку імпульсів таким чином, щоб мінімізувати взаємодію між сигналами в часовій області, і, як наслідок, істотно зменшити рівень завад множинного доступу в ансамблі.*

**Ключові слова:** відеоімпульс, шпаруватість, період слідування імпульсів, функція взаємної кореляції, завада множинного доступу.

### Вступ

При одночасній роботі радіо засобів зосереджених на обмеженій території в одному частотно-му діапазоні виникають завади множинного доступу. Використання послідовностей із різною кількістю еквідистантних імпульсів дозволяє істотно зменшити рівень завад множинного доступу, а застосування розбиття послідовностей на рівні часові інтервали з наступною перестановкою дозволяє збільшити об'єм ансамблів сигналів [1, 3]. Тому питання визначення порядку переставлення часових інтервалів у послідовностях є актуальним.

**Аналіз літератури. Постановка задачі.** У вітчизняній та закордонній літературі розглядаються питання збільшення об'єму ансамблів при заданому значенні рівнів завад множинного доступу [1, 3 – 5]. Однак, для ансамблів послідовностей коротких імпульсів із різною кількістю елементів на основі перестановок часових інтервалів такі задачі не вирішувались. Тому необхідно розробити метод перестановки часових інтервалів, який забезпечує підвищення об'єму ансамблів при заданому значенні рівня завад множинного доступу.

### Основна частина

Запропоновано метод, заснований на використанні взаємкореляційних властивостей часових інтервалів шляхом поетапного перебору, який полягає в застосуванні кореляційного аналізу до часових інтервалів кодових послідовностей коротких відеоімпульсів з низьким взаємодією у часовій області. Алгоритм, який реалізує даний метод представлений на рис. 1 і включає виконання перерахованих нижче операцій.

1. Визначаються вихідні дані: кількість послідовностей; кількість часових інтервалів, на які розбиваються всі послідовності одночасно.

2. У кожній послідовності проведемо попарно розрахунок значення максимальних викидів бічних пелюсток функцій взаємної кореляції, Усереднені розра-

ховані значення для кожного часового інтервалу, і потім створимо ряд, в якому отримані значення будуть ранжовані за зростанням значення максимальних викидів бокових пелюсток функції взаємної кореляції (від малого до більшого (максимальному) значенням).

3. Вибирається два часових інтервалу, у яких значення максимальних викидів бокових пелюсток ФВК має найменше значення. Ці послідовності і займуть дві перші позиції А1 і А2. Для того, щоб визначити номер наступного часового інтервалу, визначимо з рейтингового ряду значень максимальних викидів бокових пелюсток ФВК наступне найменше значення МВБЛ ФВК з інтервалом, який займає позицію А2. Якщо найменше значення МВБЛ ФВК визначається з інтервалом, який вже зайняв А-позицію, то береться наступне за зростанням значення МВБЛ ФВК і відповідно вибирається сусідній елемент для даної позиції.

4. Така вибірка здійснюється до останнього, що залишився часового інтервалу. Таку ж перестановку можна здійснити помінявши вихідні позиції А1 і А2 місцями, і потім провести аналогічну процедуру розстановки часових інтервалів послідовностей по вищеприписаному шляху.

Працездатність запропонованого алгоритму опишемо прикладом, в якому використовувалися послідовності  $s_1(t)$ - $s_4(t)$ , синтезовані відповідно до алгоритму, запропонованому в [4], з тривалостями послідовностей  $T \approx 835$  мкс, тривалість імпульсів  $\tau = 1$  мкс. Вид сигналу, отриманого шляхом перестановки часових інтервалів вихідної послідовності шляхом їх перебору наведено на рис. 2. ПФВК цього сигналу представлена на рис. 3.

Порівняння отриманих результатів показує, що взаємкореляційні властивості перестановочних сигналів можуть незначно погіршуватися. При цьому необхідно враховувати той факт, що значення рівнів максимальних викидів бічних пелюсток функцій взаємної кореляції сигналів залежить від кількості інтервалів розбиття.

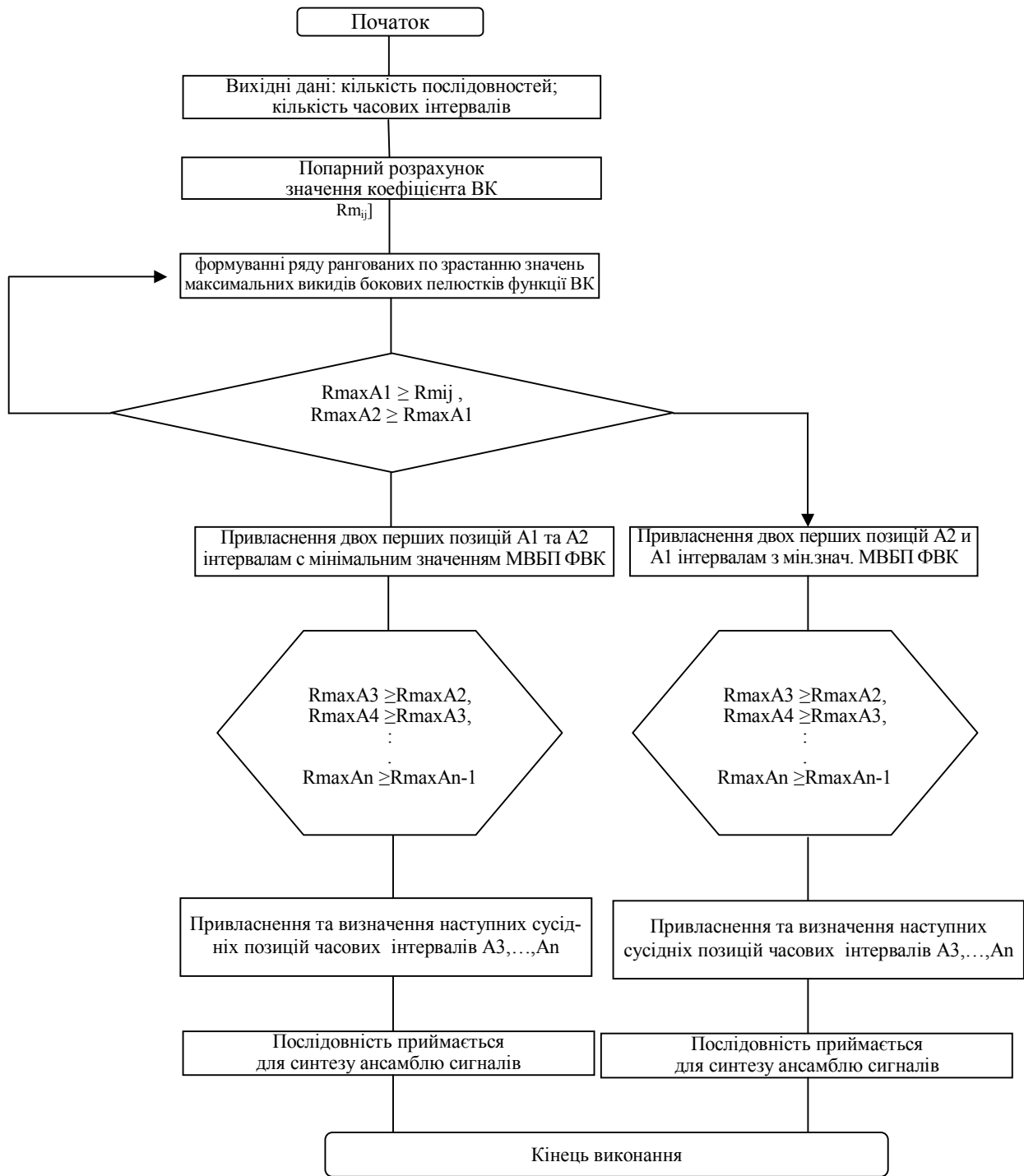


Рис. 1. Алгоритм формування перестановочних ансамблів на основі послідовностей з низькою взаємодією в часовій області

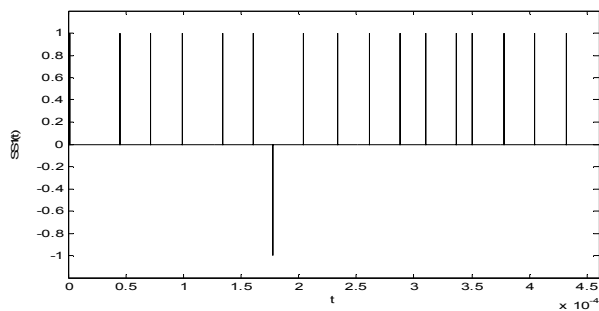


Рис. 2. Сигнал, отриманий із застосуванням з малою взаємодією в часовій області – n1=17

З рисунків видно, що для даного випадку значення максимальних викидів бічних пелюсток функцій взаємної кореляції сигналів при відносній тривалості інтервалу розбивки  $\Delta t = 20\%$ , тобто на 5 часових інтервалів від загальної тривалості не перевищує  $R_{max} \leq 3/\sqrt{N}$ . Отримані результати знаходяться в доброму відповідно до вимоги до рівня взаємної кореляції сигналів одного ансамблю. Перестановочні послідовності, синтезовані з різних послідовностей з малим взаємодією у часовій області, мають низьку кореляцію за рахунок зміни тривалості

інтервалів розбиття, що дає можливість формувати на їх основі ансамблі сигналів, обсяги яких будуть

перевищувати обсяги ансамблів вихідних кодових послідовностей, в число елементів розбивки.

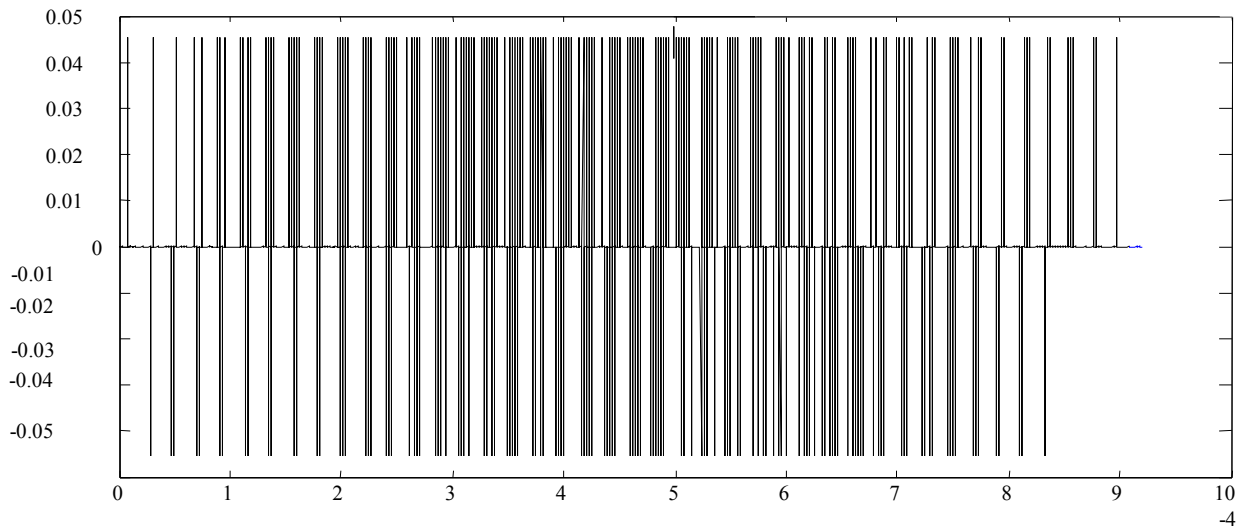


Рис. 3. Нормована ФВК сигналу, отриманого шляхом перестановок часових інтервалів кодової послідовності з ансамблю з малою взаємодією в часовій області,  $n_1=17$  та  $n_1=23$

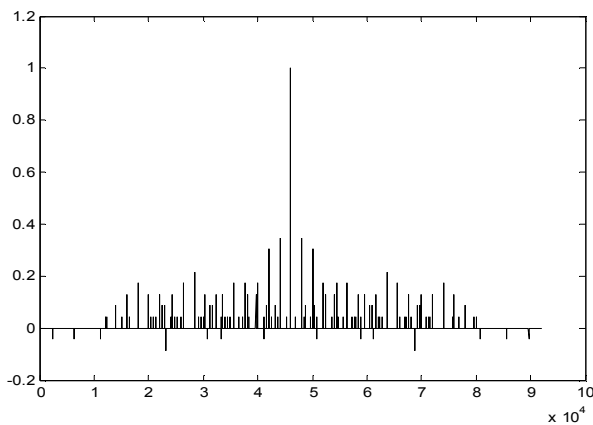


Рис. 4. Нормована ФВК сигналу, отриманого на основі перестановок часових інтервалів кодової послідовності з ансамблю з низькою взаємодією в часовій області,  $n_1=17$

Однак, для більш детального вивчення взаємодіяючих і ансамблевих властивостей перестановочних сигналів на основі послідовностей з низьким рівнем взаємної кореляції необхідно провести додаткові дослідження.

## Висновок

Використання запропонованого методу розстановки інтервалів в послідовностях переставних сигналів дозволяє мінімізувати взаємодію між сигналами в часовій області, і, як наслідок, істотно змен-

шити рівень внутрішньосистемних завад. При цьому значно підвищиться кількість ансамблів сигналів із задовільними взаємокореляційними властивостями, що забезпечить можливість їх використання в існуючих системах радіозв'язку.

## Список літератури

1. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами / под ред. Г.И. Тузова. – М.: Радио и связь, 1985. – 284 с.
2. Оганов Т.А. Помехоустойчивость инвариантного приема импульсных сигналов / Т.А. Оганов. – М.: Радио и связь, 1984. – 176 с.
3. Степаненко Ю.Г. Метод визначення періоду проходження коротких відеоімпульсів в кодових послідовностях на основі апроксимації функції Хевісайда / Ю.Г. Степаненко, В.П. Лысечко // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2009. – Вип. 4(20). – С. 170-173.
4. Степаненко Ю.Г. Метод нарацівання обсяга ансамбля послідовностей коротких відеоімпульсів с низьким рівнем взаємної кореляції / Ю.Г. Степаненко, В.П. Лысечко, Г.Н. Качуровський // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Х.: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 116. – С. 100-106.
5. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л.Е. Варакин. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с.

Надійшла до редколегії 14.08.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.І. Приходько, Українська державна академія залізничного транспорту, Харків.

## МЕТОД ПЕРЕСТАНОВКИ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПУТЕМ ПОЭТАПНОГО ПЕРЕБОРА

Ю.Г. Степаненко, С.С. Жученко, Д.С. Чигрин

Сущность метода перестановок состоит в поэтапном переборе временных интервалов последовательностей с разным количеством эквидистантных импульсов в каждой с учетом взаимокорреляционных характеристик, что позволяет выполнить расстановку импульсов таким образом, чтобы минимизировать взаимодействие между сигналами во временной, и, как следствие, существенно снизить уровень помех множественного доступа в ансамбле.

**Ключевые слова:** видеоимпульс, скважность, период следования импульсов, функция взаимной корреляции, внутрисистемная помеха

### METHOD OF SHIFT OF TIME INTERVALS BY STAGE-BY-STAGE SEARCH

J.G. Stepanenko, S.S. Zhuchenko, D.S. Chygryn

*The essence of a method of shifts consists in stage-by-stage search of time intervals of sequences with different quantity impulses in everyone with the account cross-correlation characteristics that allows to execute arrangement of impulses so that to minimise interaction between signals in time, and, as consequence, it is essential to lower level hindrances of plural access in ensemble.*

**Keywords:** *a video impulse, porosity, the period of following of impulses, function of mutual correlation, an intersystem hindrance, cross-correlation properties.*