

Ю. Г. СТЕПАНЕНКО, аспірант, УкрДАЗТ, Харків

АНАЛІЗ АНСАМБЛЕВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЕРЕСТАВНИХ СИГНАЛІВ

У статті проведено аналіз ансамблевих властивостей складних сигналів, отриманих шляхом перестановок часових інтервалів послідовностей коротких відеоімпульсів з низькою взаємною кореляцією.

Ключові слова: об'єм ансамблю сигналів, короткі відеоімпульси, взаємкореляційні властивості, переставні сигнали.

Постановка проблеми. Застосування складних сигналів з покращеними взаємкореляційними властивостями, отриманих на основі перестановок часових інтервалів кодових послідовностей коротких відеоімпульсів з низькою взаємною кореляцією в системах радіозв'язку множинного доступу дає можливість значно збільшити кількість ансамблів таких сигналів при низькому рівні завад множинного доступу за рахунок зменшення значень максимальних викидів бічних пелюстків функцій взаємної кореляції (ФВК) таких сигналів [1-3]. Застосування таких ансамблів дає можливість значно збільшити кількість абонентів подібних систем, що обслуговуються, [6]. Існує необхідність дослідження ансамблевих властивостей таких сигналів. Визначення обсягу ансамблів сигналів на основі перестановок часових інтервалів кодових послідовностей з низьким рівнем взаємної кореляції необхідно для подальшого застосування розроблених сигналів у системах радіозв'язку множинного доступу з кодовим розділенням каналів. Тому проведення аналізу ансамблевих властивостей сигналів на основі перестановок часових інтервалів кодових послідовностей з низьким рівнем максимальних викидів бічних пелюстків ФВК є актуальним.

Аналіз літератури. Ансамблеві властивості відомих сигналів для систем радіозв'язку з кодовим поділом каналів широко розглянуті в літературі [5, 6], однак для сигналів, побудованих на основі перестановок часових інтервалів кодових послідовностей з низьким рівнем максимальних викидів бічних пелюстків ФВК такий аналіз не здійснювався.

Мета статті. Метою статті є проведення аналізу об'єму ансамблю складних сигналів, отриманих шляхом перестановок часових інтервалів кодових послідовностей з низьким рівнем взаємної кореляції й розробка рекомендацій з їхнього використання в системах радіозв'язку з кодовим поділом каналів.

Основний матеріал. Для виконання умови мінімальної подоби двох сигналів однакової тривалості рівень максимальних викидів бічних пелюстків

їх ФВК не повинен перевищувати значення [2, 3, 5, 6]

$$\max R \leq \frac{\alpha}{\sqrt{B}}, \quad (1)$$

де α – коефіцієнт, рівний 1,2...5; B – база, $B = \Delta F \cdot T$, ΔF – ширина спектра сигналу, T – тривалість сигналу.

Для послідовностей коротких імпульсів з фіксованою кількістю елементів мінімальна подоба визначається виразом [й]

$$\max R \leq \frac{1}{\sqrt{n_i n_j}}, \quad (2)$$

де n_i, n_j – кількість імпульсів у відповідних послідовностях, що порівнюються.

Цей вираз дійсний також для ансамблів сигналів отриманих за рахунок перестановок часових інтервалів кодових послідовностей з низьким рівнем максимальних викидів бічних пелюстків функцій взаємної кореляції [2]. При цьому, кількість отриманих послідовностей буде збільшуватись пропорційно кількості переставних інтервалів.

Згідно [5], середнє значення обсягу великої системи сигналів L_{cp} , при якому обсяг значно більше бази сигналу буде визначатися як

$$L_{cp} \geq C(\alpha) \frac{n^{\alpha-1}}{[\ln(an)]^{3/2}}, \quad (3)$$

де $C(\alpha) = 3\pi^{1/2} a^{-\alpha} 2^{-2} \alpha^{3/2}$; n – кількість імпульсів у послідовностях; $a \approx 1,6$ [5].

Визначимо як k , кількість послідовностей у вихідному ансамблі із низьким рівнем взаємної кореляції, на основі якого формуються решта дочірніх ансамблів. p – кількість інтервалів, на які розбиваються послідовності. Тоді, кількість ансамблів, які можна сформувати за рахунок переставлень часових інтервалів, буде визначатися факторіалом кількості інтервалів, а саме $(p-1)$. Таким чином, у найпростішому випадку кількість інтервалів розбиття буде: на першому кроці алгоритму, описаному в [3] $a = 2$, на другому кроці – $b = 3$, на третьому – $c = 4$, на четвертому – $d = 5$ і так далі.

Тому, можна зробити висновок, що сумарна кількість утворених послідовностей першого етапу із кожного наступного ансамблю буде визначатися виразом:

$$V = k + k(a-1) + k(a-1)(b-1) + k(a-1)(b-1)(c-1) + \\ + k(a-1)(b-1)(c-1)(d-1) + k \prod_1^p (p-1), \quad (4)$$

де a, b, c, d – кількість часових інтервалів розбиття послідовностей; p – максимальна кількість інтервалів розбиття.

Можна зробити припущення, що максимальна кількість часових інтервалів, на які розбивається ансамбль послідовностей із низьким рівнем максимальних викидів бічних пелюстків функцій взаємної кореляції буде визначатися відношенням T/τ , тобто тривалості послідовності до тривалості імпульсу.

Було побудовано математичну модель ансамблів, утворених за рахунок перестановок часових інтервалів кодових послідовностей з низьким рівнем максимальних викидів бічних пелюстків ФВК. Аналіз ансамблевих властивостей отриманих ансамблів в залежності від кількості інтервалів розбиття наведено на рис. 1.

При цьому, кількість інтервалів, на які було розбито послідовності було обмежено десят'юма.

З рис. 2, крім того, видно, що об'єм ансамблю перестановочних сигналів на основі послідовностей з малою взаємодією у часовій області задовольняє вимозі до великого ансамблю (2) і значною мірою перевищує значення обсягу ансамблю нелінійних послідовностей при інших рівних умовах. Крім того, з огляду на, що утворюючими послідовностями для одержання таких сигналів є нелінійні послідовності з досить великими об'ємами ансамблів, можна затверджувати, що об'єм ансамблю сигналів, отриманих на основі перестановок часових інтервалів послідовностей з малою взаємодією у часовій області, буде перевищувати об'єм ансамблю нелінійних послідовностей в p разів. Те ж можна віднести й до синтезу ансамблів сигналів на основі послідовностей з мінімальною енергетичною взаємодією, використовуючи в якості утворюючі кодові послідовності інших типів, наприклад: М-Послідовності, послідовності Голда, Френка й інших.

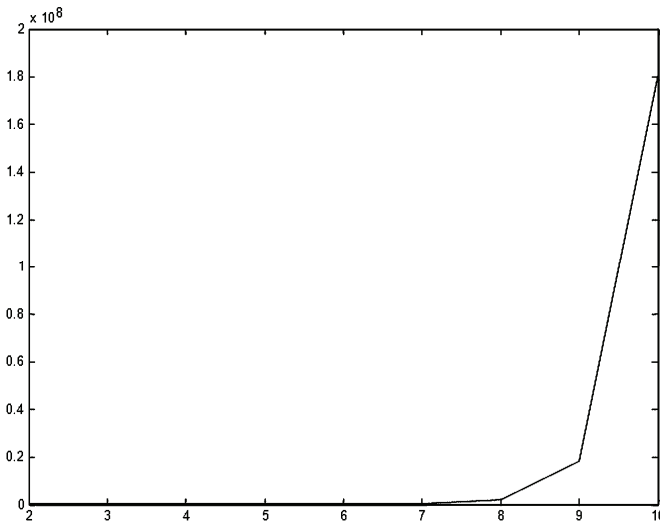


Рисунок 1 – Залежність кількості утворених послідовностей від числа інтервалів розбиття

Поведений аналіз показує, що ансамблі сигналів, отриманих шляхом перестановок часових інтервалів послідовностей з низькою взаємодією у часовій області мають об'єм, що при інших рівних умовах відрізняється від вихі-

дних послідовностей, тобто пропорційний кількості інтервалів розбиття послідовностей з низьким рівнем взаємної кореляції.

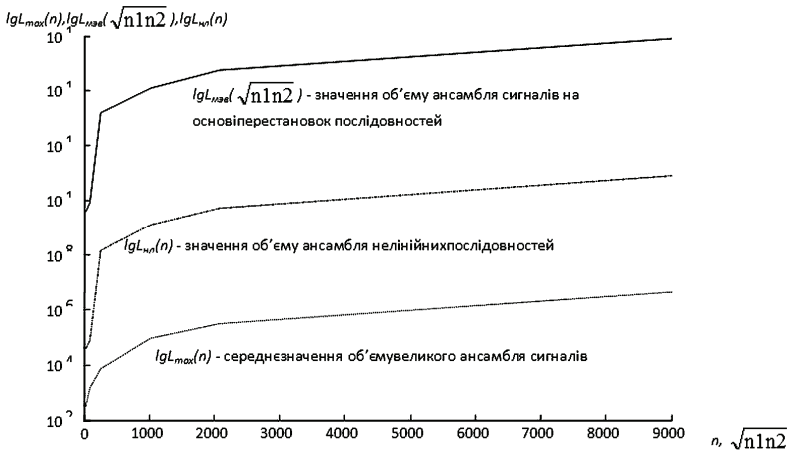


Рисунок 2 – Об’єм ансамблю сигналів при зміні кількості імпульсів у послідовностях

Це значить, що зменшення інтервалів розбиття послідовностей з низькою взаємодією у часовій області приведе до збільшення об’єму ансамблів сигналів при можливому незначному погіршенні взаємнокореляційних характеристиках сигналів.

Висновки.

Проведені дослідження ансамблевих властивостей послідовностей, отриманих шляхом перестановок часових інтервалів послідовностей з низьким рівнем взаємної кореляції показали, що вони мають значно більший об’єм ансамблю ніж існуючі складні сигнали, які застосовуються в системах радіозв’язку. Це дозволяє будувати системи радіозв’язку з кодовим розділенням каналів з низьким рівнем завад множинного доступу.

Список літератури: 1. Степаненко Ю.Г., Лысечко В.П. Метод визначення періоду проходження коротких відеоімпульсів в кодових послідовностях на основі апроксимації функції Хевісайда // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2009. – Вип. 4 (20). – С. 170-173. 2. Степаненко Ю.Г. Метод формування ансамблів складних сигналів шляхом перестановки часових інтервалів // Системи управління, навігації та зв’язку. Збірник наукових праць. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління. –2010. – Вип. 4 (16). – С. 183-186. 3. Степаненко Ю.Г., Лысечко В.П., Качуровський Г. Метод наращивания объема ансамбля последовательностей коротких видеоимпульсов с низким уровнем взаимной корреляции. – Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Х.: УкрДАЗТ. – 2010. – Вип. 116. – С. 100-106. 4. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с. 5. И.М. Пышкин Теория кодового разделения сигналов. – М.: Связь, 1980. – 208 с. 6. Петрович Н.Т., Размахнин М.К. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Советское радио, 1969. – 232 с.

Надійшла до редколегії 18.10.2012

УДК 621.391

Аналіз ансамблевих властивостей переставних сигналів / Ю.Г. Степаненко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХП», 2012. – № 52 (958). – С. 168-172. – Бібліогр.: 6 назв.

У статті проведено аналіз ансамблевих властивостей складних сигналів, отриманих шляхом перестановок часових інтервалів послідовностей коротких відеоімпульсів з низькою взаємною кореляцією.

Ключові слова: об'єм ансамблю сигналів, короткі відеоімпульси, взаємкореляційні властивості, переставні сигнали.

The analysis of ensemble properties of the transposition signals received on the basis of code sequences with the minimal power interaction is executed.

Keywords: volume of ensemble of signals, short videopulses, correlationproperties, permutable signals.