

## ОЦІНКА КОРЕЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОХІДНИХ ХАРАКТЕРИСТИЧНИХ СИГНАЛІВ

О.О. Івасюк, Я.Ю. Стасєва

(подав д.ф.-м.н., проф. С.В. Смеляков)

*У статті досліджуються кореляційні властивості похідної характеристичної системи сигналів, яка сформована запропонованим методом. Наводяться результати проведених досліджень.*

**Постановка проблеми.** На сьогодні, завдяки темпам розвитку обчислювальної техніки, великого поширення у широкосмугових системах зв'язку (ШСЗ) набули похідні послідовності. Вони мають покращені ансамблеві та структурні властивості. Тому формування похідної кодової послідовності запропоновано проводити наступним методом. Для визначеної розмірності простого поля Галуа  $GF\{p\}$  формується ансамбль характеристичних послідовностей, які є неінверсними – ізоморфізмами, та на їх підставі шляхом мультиплікативного об'єднання відбувається формування похідних послідовностей. Проведемо розрахунок можливих значень для ПФАК, ПФВК, СПФК отриманих складних сигналів.

**Аналіз літератури.** До теперішнього часу проводилась оцінка значень ПФАК, ПФВК, СПФК похідних квазіортогональних послідовностей, які формувались на підставі матриць Адамара [1, 2]. Метод, вперше запропонований, передбачає використання тільки характеристичних послідовностей.

**Ціль статті.** На підставі розрахунку межі значення ПФВК і ПФАК похідних квазіортогональних сигналів, яка розроблена у [3], провести розрахунок межі ПФАК, ПФВК, СПФК, розроблених похідних характеристичних послідовностей з відповідними доповненнями, які враховують особливості запропонованого методу.

**Основний матеріал.** Значення функції кореляції –  $W$ , дорівнює різниці між кількістю співпадань та неспівпадань у послідовності  $f$  під час порівняння двох сигналів  $a_j$  і  $a_k$ :

$$f_m = a_j(m)a_k(m+n), \quad (1)$$

де  $m$  – номер елемента;  $n$  – циклічний зсув.

Розподілення імовірностей появи значення бічного піку –  $g$ , ФК двох сигналів при умові, що вони мають по  $M$  блоків, визначається імо-

вірністю появи ваги  $W$  при умові наявності  $\mu$  блоків у сигналах, ФК яких розраховується.

Імовірність появи визначеного значення функції кореляції  $p(g/M)$  визначається виразом

$$p(g/M) = \sum_{M=1}^{\mu, M} p(g/\mu) p(\mu/M), \quad (2)$$

де  $p(g/\mu)$  – імовірність отримання значення  $W = g$ ;  $p(\mu/M)$  – імовірність переходу знаку в послідовності  $f$ , яка має  $M$  блоків.

Імовірність отримання значення  $W = g$  визначається як

$$p(g/\mu) = \frac{L(W/\mu)}{L(M)}; \quad (3)$$

$$L(W/\mu) = C_{(L+W)/2-1}^{\mu+1} - C_{(L-W)/2-1}^{\mu-1} + C_{(L-W)/2-1}^{\mu-1} C_{(L-W)/2-1}^{\mu+1}, \quad (4)$$

де  $L(W/\mu)$  – кількість сигналів у повному коді, які мають значення  $W$  і кількість блоків  $\mu$

$$L(M) = 2C_{L-1}^{\mu-1}, \quad (5)$$

де  $L(\mu)$  – загальна кількість сигналів з  $\mu$  блоками.

Запишемо вираз, завдяки якому можна розрахувати значення  $p(\mu/M)$ :

$$p(\mu/M) = \frac{(L - M_1)(M_2 - 1) + (L - M_2)(M_1 - 1)}{(L - 1)^2}, \quad (6)$$

де  $M_1$  – кількість блоків у сигналі  $a_j$ ;  $M_2$  – кількість блоків у сигналі  $a_k$ .

Для розроблених сигналів кількість блоків у сигналах однакова і тому вираз (6) можна записати у наступному вигляді:

$$p(\mu/M) = \frac{2(L - M)(M - 1)}{(L - 1)^2}. \quad (7)$$

Однак кількість елементів у похідній послідовності знаходиться у наступних межах:

$$|M_1 - M_2| + 1 \leq \mu \leq \begin{cases} M_1 + M_2 - 1 & M_1 + M_2 \leq L + 1; \\ 2L - M_1 - M_2 + 1 & M_1 + M_2 \geq L + 1. \end{cases} \quad (8)$$

Для випадку, який розглядається, кількість блоків у похідній послідовності буде знаходитись у наступних межах:

$$|M_1 - M_2| + 1 \leq \mu \leq M_1 + M_2 - 1. \quad (9)$$

Таким чином імовірність отримання похідної послідовності з  $\mu$  блоками описується наступним біноміальним законом розподілу

$$p(\mu/M) = C_{L-1}^{\mu-1} p_1^{\mu-1} (1 - p_1)^{L-\mu}. \quad (10)$$

За допомогою отриманих виразів були проведені дослідження і отримані результати, на підставі яких були побудовані графіки (рис. 1).

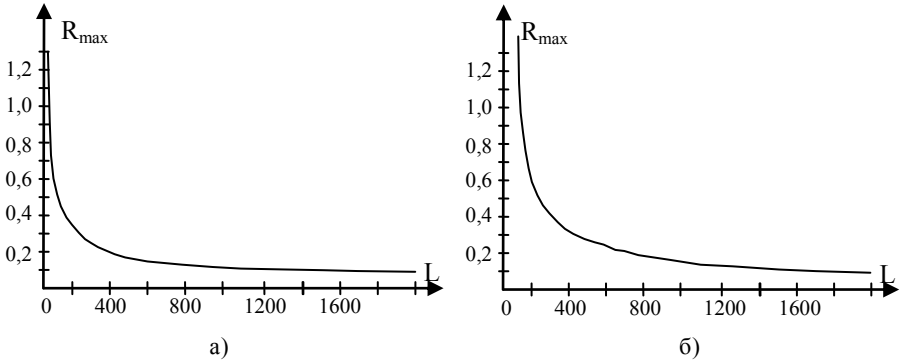


Рис.1. Графік залежності  $R_{\max}$  (а – ПФАК, б – ПФВК, СПФК) розробленої похідної характеристичної системи сигналів

Таким чином, при відомій кількості блоків у формуючому і задаючому сигналах можна розрахувати імовірність появи відповідного значення бічного рівня ФК. Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступний висновок: максимальне значення ПФАК не перевищує значення  $R_{\max} \leq \left| 4/\sqrt{L} \right|$ , а значення ПФВК і СПФК не перевищує  $R_{\max} \leq \left| 4,25/\sqrt{L} \right|$ .

**Висновок.** Такі результати дозволяють вести мову про несуттєве погіршення кореляційних властивостей отриманих сигналів у порівнянні з сигналами, які формуються на підставі класичних кодових послідовностей, побудованих у простих полях Галуа  $GF\{p\}$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с.
2. Долгов В.И., Горбенко И.Д., Сныткин И. И. Теория дискретных сигналов. Ч. 1. Оптимальные дискретные сигналы с одно- и двухуровневой ПФАК. – Х.: ХВВКИУ, 1984. – 166 с.
3. Горбенко И.Д., Стасев Ю.В., Замула А.А. Теория дискретных сигналов. Ч. 1. Ортогональные дискретные сигналы. – Х.: МО СССР, 1988. – 118 с.

Поступила 20.05.2004

*ІВАСЮК Олександр Олегович, ад'юнкт ПВІЗ. В 2001 закінчив ХВУ. Область наукових інтересів – методи завадозахищеності інформаційних мереж.*

*СТАСЄВА Яна Юрївна, науковий співробітник ХВУ. В 2002 році закінчила ХНУРЕ. Область наукових інтересів – методи захисту інформації в автоматизованих системах управління.*