

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 μ 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 μ

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

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

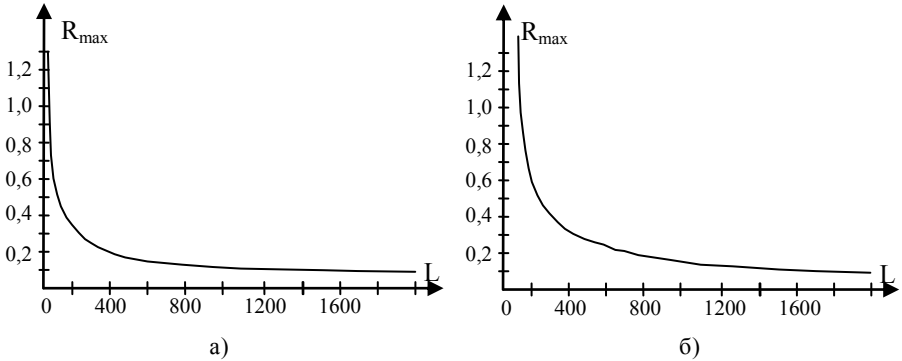


Рис.1. Графік залежності R_{\max} (а – ПФАК, б – ПФВК, СПФК) розробленої похідної характеристичної системи сигналів

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.