

УДК 621.391

О. Ю. Іохов

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ

Пропонується метод визначення параметрів складних сигналів для радіомереж множинного доступу, утворених на основі смугової фільтрації послідовностей з мінімальною енергетичною взаємодією.

Постановка проблеми. Для практичної реалізації алгоритму формування ансамблів складних сигналів, утворених на основі смугової фільтрації спектрів псевдовипадкових послідовностей коротких відеоімпульсів з мінімальною енергетичною взаємодією [1], необхідно розробити метод оптимального вибору параметрів сигналів: ширини смуги фільтрації зазначених послідовностей та мінімальних значень пік-чинника за умови заданих значень максимальних викидів бічних пелюсток взаємнокореляційних функцій (ВКФ) сигналів, а також визначення кількості імпульсів у послідовностях з мінімальною енергетичною взаємодією.

Аналіз публікацій. У сучасних наукових виданнях розглядаються різні методи формування складних сигналів з хорошими взаємними кореляційними властивостями, засновані на використанні лінійних і нелінійних рекурентних послідовностей [2], які використовуються для фазової модуляції несучого коливання. Перевагою отриманих на цій основі сигналів є те, що їх пік-чинник близький до одиниці навіть після проходження смугових фільтрів тракту передачі [3]. Питання синтезу сигналів, які є ділянками спектрів складних широкосмугових сигналів, вивчені істотно менше [4]. У [5] наведений приклад використання таких сигналів в системі короткохвильового радіозв'язку Rake.

Метою статті є розроблення методу вибору параметрів складних сигналів із заданими рівнями пік-чинника і максимальних викидів ВКФ, утворених шляхом смугової фільтрації псевдовипадкових послідовностей коротких відеоімпульсів з мінімальною енергетичною взаємодією.

Виклад основного матеріалу. Синтез великих ансамблів складних сигналів на основі псевдовипадкових послідовностей коротких імпульсів з мінімальною енергетичною взаємодією [1] можна реалізувати шляхом смугової фільтрації вказаних послідовностей.

Розрахунок параметрів сигналів полягає у визначенні ширини смуги пропускання фільтрів, за допомогою яких синтезуються сигнали з оптимальними значеннями пік-чинника, а також у підборі псевдовипадкових послідовностей з мінімальною енергетичною взаємодією за кількістю символів за умови заданих рівнів максимальних викидів бічних пелюсток ВКФ сформованих сигналів.

Вибору параметрів сигналів відповідає алгоритм, спрощена структурна схема якого представлена на рис. 1.

1. Визначають ширину смуги пропускання смугових фільтрів за заданих значень максимальних викидів бічних пелюсток ВКФ залежно від кількості елементів у взаємодіючих послідовностях.

2. Визначають оптимальні значення пік-чинника і кількість елементів у послідовностях за розрахованої ширини смуги фільтрації.

3. Підбирають ширину смуги фільтрації послідовностей з урахуванням кількості їх елементів за необхідних значень пік-чинника і максимальних викидів бічних пелюсток ВКФ.

4. Параметри сигналів, визначені у результаті розрахунків, приймаються для формування ансамблів сигналів з

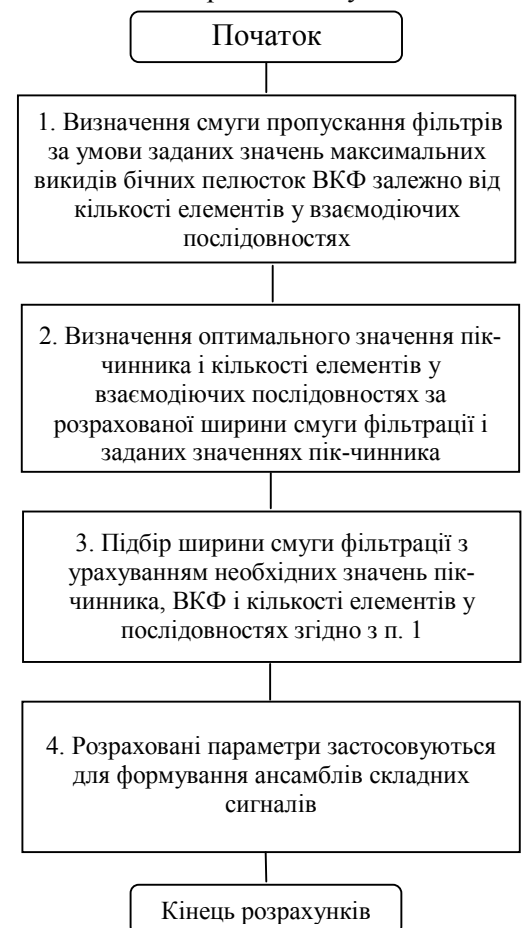


Рис. 1. Спрощена структурна схема алгоритму вибору параметрів сигналів на основі послідовностей з мінімальною енергетичною взаємодією

покращеними взаємними кореляційними властивостями.

Дієвість алгоритму підтверджується таким прикладом.

Було розглянуто 18 послідовностей, сформованих згідно з алгоритмом, представленим у [1].

Для визначення оптимальної ширини смуги фільтрації побудовано залежність максимального значення функцій взаємної кореляції $R(\tau)$ від кількості елементів у взаємодіючих послідовностях $\sqrt{n_i n_j}$ і від ширини смуги фільтрації (ΔF) – $\max R(\tau, \sqrt{n_i n_j}, \Delta F)$ (рис. 2).

Задаючи порогове значення $\max R_{\text{пор}}(\tau, \sqrt{n_i n_j}, \Delta F)$, можна визначити ширину смуги фільтрації. Очевидно, якщо порогове значення $\max R_{\text{пор}}(\tau, \sqrt{n_i n_j}, \Delta F) = 0.15$, то оптимальна ширина смуги пропускання фільтрів повинна бути $\Delta F \geq 3$ кгц за даних значень $\sqrt{n_i n_j}$.

Розраховані значення пік-чинників сигналів, що визначені у [2] як

$$\Pi_i = \frac{P_{\max i}}{P_{\text{cp},i}},$$

де $P_{\max i}$ і $P_{\text{cp},i}$ – відповідно максимальне і середнє значення потужності i -го сигналу, які представлені у таблиці. Залежність пік-чинника від кількості імпульсів у послідовностях $\Pi(n_i, \Delta F)$ зображена на рис. 3.

Для ширини смуги фільтрації $\Delta F = 3$ кгц значення пік-чинника змінюється в межах $\Pi = 4 \dots 69$, тому необхідно внести корективи щодо використання послідовностей з малою кількістю імпульсів. Таким чином, якщо $\Pi_{\text{зад}} \leq 9$, то псевдовипадкові послідовності з кількістю елементів менше 31 не використовуються.

Значення пік-чинника сигналів

n_i	ΔF , кгц									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	23.1	46.2	69.2	92.3	115.4	138.5	161.1	183.9	207.6	230.5
7	16.5	40.0	49.4	65.9	82.4	98.9	115.1	131.4	148.2	164.6
9	12.8	25.7	38.4	51.3	64.1	76.9	89.5	102.2	115.3	128.1
11	10.7	21.0	31.4	41.9	52.4	62.9	73.2	83.6	94.3	104.7
13	9.12	17.7	26.6	35.5	44.3	53.2	61.9	70.7	79.8	88.6
17	7.2	13.7	20.4	27.1	33.9	40.7	47.3	54.1	61.1	67.8
19	7.2	12.3	18.2	24.3	30.3	36.4	42.3	48.4	54.6	60.6
20	7.6	12.2	17.4	23.1	28.8	34.6	40.2	45.9	51.8	57.6
23	5.4	10.1	15.1	20.1	25.1	30.1	35.0	39.9	45.1	50.1
31	5.03	7.9	11.8	15.0	18.6	22.3	25.9	29.6	33.4	37.1
37	5.12	7.4	9.8	12.5	15.6	18.7	21.8	24.8	28.1	31.1
47	4.6	5.5	7.5	9.97	12.4	14.8	17.2	19.6	22.1	24.5
53	4.3	5.4	7.8	9.9	11.3	13.2	15.2	17.4	19.6	21.7
57	4.2	5.9	7.1	8.9	10.2	12.3	14.4	16.3	18.2	20.2
61	5.6	4.9	7.1	7.9	9.7	11.8	13.4	15.	17.1	18.9
67	6.81	5.2	5.3	7.6	8.6	10.0	11.5	12.9	14.4	15.8
71	4.45	5.8	6.3	7.4	9.8	10.5	12.4	14.1	15.5	17.3
77	4.02	6.1	4.9	7.57	7.5	9.8	10.4	12.3	13.4	15.0

Варіюючи значення ширини смуги фільтрації послідовностей з мінімальною енергетичною взаємодією, можна добитися виконання вимог щодо забезпечення необхідних значень пік-чинника і максимальних викидів функцій взаємної кореляції. При цьому кількість дозволених сигналів $N = 10$, а кількість дозволених комбінацій сигналів $M = 45$, що складає близько 30 % від загальної кількості

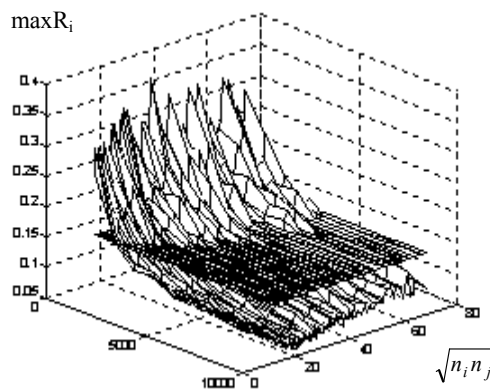


Рис. 2. Визначення оптимальної ширини смуги фільтрації послідовностей з мінімальною енергетичною взаємодією

дозволені пар початкових послідовностей. Проте необхідно враховувати, що із збільшенням кількості імпульсів у послідовностях зменшуються значення максимальних викидів бічних пелюсток ВКФ взаємодіючих сигналів і пік-чинник [5].

Застосовуючи сигнали, утворені з псевдовипадкових послідовностей з мінімальною енергетичною взаємодією та числом імпульсів $n \gg 1$, можна досягти необхідного рівня максимальних викидів бічних пелюсток ВКФ і водночас прийнятної значення середньої потужності за умови фіксованої пікової потужності передавачів, а також значно збільшити (до 90 % від початкових послідовностей) кількість комбінацій сигналів у ансамблі.

Висновки

Використання запропонованого методу для розрахунку параметрів складних сигналів, утворених на основі смугової фільтрації послідовностей з мінімальною енергетичною взаємодією, дає можливість синтезувати великі ансамблі складних сигналів із заданим рівнем максимальних викидів бічних пелюсток ВКФ для їх подальшого застосування в мережах радіозв'язку множинного доступу, схильних до дії внутрішньосистемних перешкод.

Список використаних джерел

1. Лысечко В. П. Метод борьбы с внутрисистемными радиопомехами / В. П. Лысечко, В. Н. Харченко // Системы обработки информации. – Вып. 2. – Х.: ХВУ, 2004. – С. 232–237.
2. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л. Е. Варакин. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с.
3. Банкет В. Л. Цифровые методы в спутниковой связи / В. Л. Банкет, В. М. Дорофеев. – М.: Радио и связь, 1988. – 240 с.
4. Оганов Т. А. Помехоустойчивость инвариантного приема импульсных сигналов / Т. А. Оганов. – М.: Радио и связь, 1984. – 176 с.
5. Петрович Н. Т. Системы связи с шумоподобными сигналами / Н. Т. Петрович, М. К. Размахнин. – М.: Радио и связь, 1969. – 232 с.

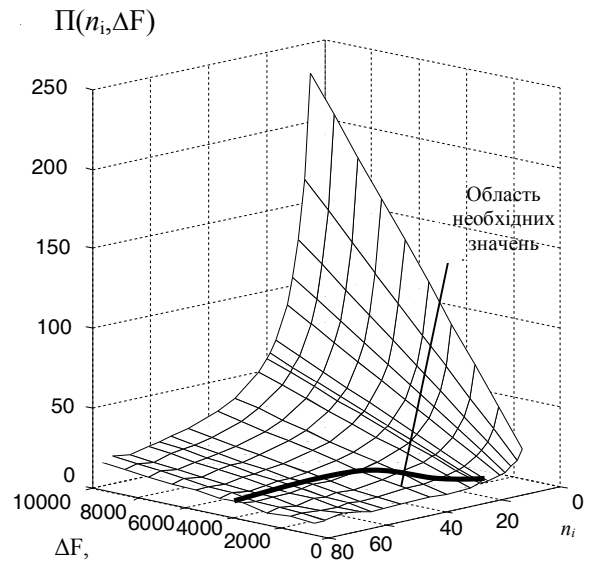


Рис.3. Залежність пік-чинника сигналів від кількості імпульсів у послідовностях і ширини смуги фільтрації

Стаття надійшла до редакції 27.10.2010 р.