

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-1.14>

**ОЦІНКА СТРУКТУРНОЇ СКРИТНОСТІ СИГНАЛІВ
МОДУЛЯЦІЇ ЦИКЛІЧНИМ ЗСУВОМ КОДУ З АДАПТАЦІЄЮ
ПО ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ
НА ОСНОВІ ДОСКОНАЛИХ ДВІЙКОВИХ МАТРИЦЬ**

Москаленко А. О.

*кандидат технічних наук,
завідувач кафедри програмної інженерії та інформаційних технологій
Полтавського інституту бізнесу Закладу вищої освіти
«Міжнародний науково-технічний університет
імені академіка Юрія Бугая»*

Ігнатович Д. А.

*здобувач вищої освіти
Полтавського інституту бізнесу Закладу вищої освіти
«Міжнародний науково-технічний університет
імені академіка Юрія Бугая»*

Окара В. В.

*здобувач вищої освіти
Полтавського інституту бізнесу Закладу вищої освіти
«Міжнародний науково-технічний університет
імені академіка Юрія Бугая»
м. Полтава, Україна*

Для радіосистем спеціального призначення актуальною є задача приховання як самого факту передавання інформації, так і переданої інформації. Одним із параметрів сигналу, що дозволяє змінювати рівень скритності, є його структура.

Під скритністю [1] розуміють здатність протистояти мірам радіо-технічної розвідки: виявленню сигналу і визначенню його структури на основі оцінки ряду його параметрів без врахування можливості розкриття смислу інформації.

Використання для оцінки структурної скритності ймовірності підбору структури сигналу, є недостатнім, оскільки не враховуються алгоритмічні чи інші проблеми, пов'язані з розкриттям події. Крім того, ймовірність підбору структури сигналу, як правило, залежить від характеристик апаратури, які не завжди відомі досліднику і змінюються в процесі вдосконалення. Тому оцінка залежить не лише від

характеру подій і супутніх обставин, а й від засобів, що використовуються [2].

В роботі [2] запропоновано використовувати в якості одиниці структурної скритності одне двійкове вимірювання (діз). Діз – середня кількість двійкових вимірювань, яку необхідно виконати для рішення задачі розкриття структури сигналу.

У відповідності до [2], структурна скритність сигналів може бути визначена наступним чином:

$$S = \log_2 V, \quad (1)$$

де S – структурна скритність сигналу, V – кількість можливих систем сигналів.

Для оцінки структурної скритності сигналів модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць необхідно розглянути порядок їх синтезу.

В роботах [3, 4] розглянуті питання синтезу сигналів удосконаленої модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передавання інформації, запропоновано математичну модель формування сигналів з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць та алгоритм їх кореляційної обробки, приведені правила формування сигналів адаптивної модуляції циклічним зсувом коду. За результатами аналізу методів формування сигналів з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць встановлено, що структурна скритність даних сигналів визначається характеристиками досконалих двійкових матриць.

В [5] зазначено, що кількість можливих ортогональних систем сигналів, отриманих на основі досконалих двійкових матриць, визначається:

$$V = \frac{3^{n/2} \times 2^{2^{n+1}-1}}{2^{2^n}} = 3^{n/2} \times 2^{2(2^n-n-1)} \text{ при парних } n \text{ і}$$

$$V = \frac{3^{(n-1)/2} \times 2^{2^{n+1}-1}}{2^{2^n}} = 3^{(n-1)/2} \times 2^{2(2^n-n-1)} \text{ при непарних } n.$$

Прийнявши довжину кодової послідовності за L , для даного випадку $n = \frac{\log_2 L}{2}$.

В табл. 1 приведено обчислені значення кількості можливих систем сигналів для різної довжини послідовності. Для порівняння показано

число M -последовательностей, що використовуються як основа для побудови ряду відомих кодів розширення спектра (Голда, Касамі та ін.).

Таблиця 1

Порівняльний аналіз ансамблевих властивостей сигналів на основі M -последовательностей і досконалих двійкових матриць

M -последовательності		Сигнали на основі досконалих двійкових матриць	
L	V	L	V
15	2	16	12
63	6	64	768
255	16	256	37 748 736
1023	60	1024	40 532 396 646 334 464
4095	144	4096	79 228 162 514 361 067 193 543 950 336

Використовуючи дані, приведені в у табл. 1, побудуємо залежності структурної скритності сигналів від довжини кодової послідовності для сигналів модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць і сигналів M -ічної ортогональної модуляції (рис. 1).

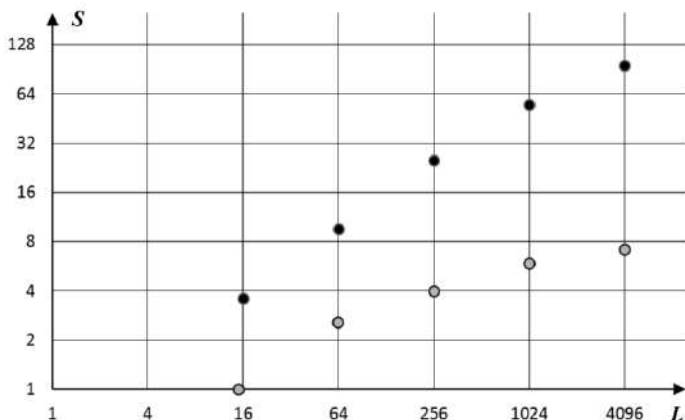


Рис. 1. Залежність структурної скритності від довжини кодової послідовності сигналів модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць і M -последовательностей

Як видно із рис. 1, структурна скритність сигналів модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць більша за структурну скритність M -последовностей, до того ж, при збільшенні довжини кодової последовності (L), структурна скритність сигналів модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць зростає стрімкіше.

Таким чином, використання сигналів модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць замість M -последовностей дозволить підвищити структурну скритність радіосистем спеціального призначення. Наприклад, при довжина кодової последовності, що використовується для розширення спектра, 256 біт, структурна скритність сигналів модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць буде більша за структурну скритність сигналів на основі M -последовностей в $25.17/4 \approx 6.29$ разів, причому виграш має тенденцію збільшуватись при збільшенні довжини кодової последовності.

Література:

1. Тузов Г.И., Сивов В.А., Прытков В.И. и др. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами. М.: Радио и связь, 1985. 264 с.
2. Каневский З.М., Литвиненко В.П. Теория скритности. Воронеж: ВГУ, 1991. 144 с.
3. Москаленко А.О., Сокол Г.В., Глуховець Ю.В., Варич В.В. Математична модель формування сигналів з адаптацією по швидкості передавання інформації на основі досконалих двійкових матриць. Системи управління, навігації та зв'язку. 2020. № 1(59). С. 147–150.
4. Москаленко А.О., Сокол Г.В., Рвачова Н.В., Буряк Т.В., Глуховець Ю.В., Варич В.В. Перешкодостійкість сигналів модуляції циклічним зсувом коду з адаптацією по швидкості передачі інформації. Системи управління, навігації та зв'язку. 2018. № 3(49). С. 175–180.
5. Гепко И.А. Синтез совершенных двоичных решеток. Радиоэлектроника (Изв. высш. учебн. заведений). 1998. Т.41. № 6. С. 13–21.