

УДК 621.391.833

Л. М. ГРИЩЕНКО,

Державний університет телекомунікацій, Київ

## МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ВЕКТОРІВ ПОКАЗНИКІВ ЗСУВУ СПЕЦІАЛЬНИХ КІЛЬЦЕВИХ КОДІВ ІЗ ПОПЕРЕДНІМ СПОТВОРЕННЯМ

**Розглянуто методи формування векторів показників зсуву спеціальних кільцевих кодів для ідентифікації кодових послідовностей. Наголошено, що завдяки попередньому спотворенню кільцевого коду можна сформувати унікальні вектори показників зсуву для кожного окремого рядка цього коду. Попереднє спотворення кільцевого коду можна здійснити двома методами: або через заміну нульових символів на одиничні, або через зміщення двійкових елементів кодової послідовності праворуч чи ліворуч.**

**Ключові слова:** кільцевий код; кодова послідовність; вектор показників зсуву; ідентифікація.

### Вступ

Вектори показників зсуву, визначення яких наведено в [1], мають важливі властивості стосовно ідентифікації кільцевих кодів [1; 2]. Зокрема, вони дозволяють ідентифікувати кільцевий код за його довжиною  $N$  та кількістю одиничних символів у кодовій послідовності, а також визначити структуру більшості кільцевих кодів. Проте за векторами показників зсуву неможливо ідентифікувати прямі та інверсні кільцеві коди, кільцеві коди із симетричними одна до одної структурами базової конфігурації кодових послідовностей та окрему кодову послідовність у межах кільцевого коду. Ці недоліки можна подолати, здійснивши попереднє спотворення кільцевого коду одним із двох методів:

- 1) заміною елементів у вихідному векторі кільцевого коду;
- 2) зміщенням елементів вихідного вектора кільцевого коду на певну кількість (від 1 до  $N - 1$ ) елементів праворуч чи ліворуч.

### Основна частина

Назвемо неспотворений кільцевий код *класичним кільцевим кодом*, кодову послідовність класичного кільцевого коду — *вихідним вектором кільцевого коду*, спотворений кільцевий код — *похідним кільцевим кодом*, спотворену кодову послідовність — *похідним вектором кільцевого коду*.

#### Алгоритм формування векторів показників зсуву заміною елементів вихідного вектора кільцевого коду

Зазначений алгоритм включає в себе чотири кроки.

1. Формується вихідний вектор кільцевого коду з певною довжиною, певною кількістю одиничних символів та певним розподілом одиничних і нульових символів по його довжині.
2. Формується класичний кільцевий код за допомогою циклічного зміщення елементів кодової послідовності на один символ праворуч або ліворуч.
3. Формується похідний спотворений вектор кодової послідовності заміною будь-якого нульового символа вихідного вектора кодової послідовності на одиничний символ.
4. Для кожної кодової послідовності сформованого похідного кільцевого коду будуються вектори показників зсуву, що складаються з десяткових компонентів, отриманих за правилом [2].

Структуру класичного та похідного кільцевих кодів довжиною 7 і двома одиничними символами, а також структуру векторів показників зсуву їхніх кодових послідовностей унаочнюють табл. 1–3.

Таблиця 1

Структура класичного кільцевого коду довжиною 7 із двома одиничними символами

Найменування об'єкта	Структура об'єкта
Вихідний вектор кільцевого коду	0 0 1 0 0 0 1
Класичний кільцевий код, отриманий циклічним зміщенням елементів кодових послідовностей довжиною 7 із двома одиничними символами на одну позицію праворуч	0 0 1 0 0 0 1
	1 0 0 1 0 0 0
	0 1 0 0 1 0 0
	0 0 1 0 0 1 0
	0 0 0 1 0 0 1
	1 0 0 0 1 0 0
	0 1 0 0 0 1 0

Таблиця 2

Структура похідного кільцевого коду довжиною 7 із двома одиничними символами

Найменування об'єкта	Структура об'єкта
Похідний вектор кільцевого коду, отриманий заміною на одиничний символ другого праворуч нульового символа	0 0 1 0 0 1 1
Похідний кільцевий код, отриманий заміною вихідного вектора класичного кільцевого коду похідним вектором	0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0

Таблиця 3

Структура векторів показників зсуву для кодів довжиною 7 із двома одиничними символами

Структура векторів показників зсуву класичного кільцевого коду із застосуванням математичних операцій XOR, OR і AND			Структура векторів показників зсуву похідного кільцевого коду із застосуванням математичних операцій XOR, OR і AND		
XOR	OR	AND	XOR	OR	AND
4 4 2 2 4 4	4 4 3 3 4 4	0 0 1 1 0 0	5 5 1 3 5 5	5 5 3 4 5 5	0 0 2 1 0 0
4 4 2 2 4 4	4 4 3 3 4 4	0 0 1 1 0 0	4 4 2 2 4 5	4 4 3 3 4 5	0 0 1 1 0 0
4 4 2 2 4 4	4 4 3 3 4 4	0 0 1 1 0 0	4 4 2 0 5 4	4 4 3 2 5 4	0 0 1 2 0 0
4 4 2 2 4 4	4 4 3 3 4 4	0 0 1 1 0 0	4 4 4 1 4 4	4 4 4 3 4 4	0 0 0 2 0 0
4 4 2 2 4 4	4 4 3 3 4 4	0 0 1 1 0 0	4 4 3 2 4 4	4 4 4 3 4 4	0 0 1 1 0 0
4 4 2 2 4 4	4 4 3 3 4 4	0 0 1 1 0 0	2 5 2 2 4 4	3 5 3 3 4 4	1 0 1 1 0 0

#### Алгоритм формування векторів показників зсуву зміщенням елементів вихідного вектора кільцевого коду

Кроки з формування векторів показників зсуву зміщенням елементів вихідного вектора кільцевого коду ті самі, що й у разі формування векторів показників зсуву заміною елементів вихідного вектора кільцевого коду. Структуру класичного кільцевого коду довжиною 7 із трьома одиницями наведено в табл. 4. Структуру похідного кільцевого коду, отриманого з класичного кільцевого коду зміщенням елементів вихідного вектора на два елементи праворуч, ілюструє табл. 5. Структуру векторів показників зсуву кодових послідовностей класичного та похідного кільцевих кодів унаочнює табл. 6.

Таблиця 4

Структура класичного кільцевого коду довжиною 7 із трьома одиничними символами

Найменування об'єкта	Структура об'єкта
Вихідний вектор кільцевого коду	0 0 1 0 0 1 1
Класичний кільцевий код, отриманий циклічним зміщенням елементів кодових послідовностей довжиною 7 із трьома одиничними символами на одну позицію праворуч	0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0

Таблиця 5

Структура похідного кільцевого коду довжиною 7 із трьома одиничними символами

Найменування об'єкта	Структура об'єкта
Похідний вектор кільцевого коду, отриманий зміщенням елементів вихідного вектора класичного кільцевого коду на два елементи праворуч	1 1 0 0 1 0 0
Похідний кільцевий код, отриманий заміною вихідного вектора класичного кільцевого коду похідним вектором кільцевого коду	1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0

Структура векторів показників зсуву для кодів довжиною 7 із трьома одиничними символами

Структура векторів показників зсуву класичного кільцевого коду із застосуванням операцій XOR, OR і AND			Структура векторів показників зсуву похідного кільцевого коду із застосуванням операцій XOR, OR і AND		
XOR	OR	AND	XOR	OR	AND
4 6 2 2 6 4	5 6 4 4 6 5	1 0 2 2 0 1	4 0 4 6 2 2	5 3 5 6 4 4	1 3 1 0 2 2
4 6 2 2 6 4	5 6 4 4 6 5	1 0 2 2 0 1	4 6 2 2 6 4	5 6 4 4 6 5	1 0 2 2 0 1
4 6 2 2 6 4	5 6 4 4 6 5	1 0 2 2 0 1	4 6 2 2 0 4	5 6 4 4 3 5	1 0 2 2 3 1
4 6 2 2 6 4	5 6 4 4 6 5	1 0 2 2 0 1	4 6 2 4 6 4	5 6 4 5 6 5	1 0 2 1 0 1
4 6 2 2 6 4	5 6 4 4 6 5	1 0 2 2 0 1	4 6 6 2 6 4	5 6 6 4 6 5	1 0 0 2 0 1
4 6 2 2 6 4	5 6 4 4 6 5	1 0 2 2 0 1	4 2 2 2 6 4	5 4 4 4 6 5	1 2 2 2 0 1

### Висновки

Аналізуючи структуру векторів показників зсуву кодових послідовностей класичного кільцевого коду, встановлюємо таке:

- усі вектори показників зсуву мають симетричну структуру;
- усі вектори показників зсуву, елементи яких отримано із застосуванням операції XOR, OR або AND, мають однакову структуру для всіх кодових послідовностей;
- кількість елементів вектора показників зсуву, отриманих із застосуванням операції OR, дорівнює сумі кількості елементів, отриманих із застосуванням операцій XOR і AND.

Аналіз структури векторів показників зсуву кодових послідовностей похідного кільцевого коду показує таке:

- усі вектори показників зсуву втратили свою симетричну структуру;
- усі вектори показників зсуву, елементи яких отримано із застосуванням операції XOR, мають унікальну структуру для кожної кодової послідовності;
- частина векторів показників зсуву, елементи яких отримано із застосуванням операцій AND або OR, різняться між собою, а частина векторів має однакову структуру;
- кількість елементів вектора показників зсуву, отриманих із застосуванням операції OR, дорівнює сумі кількості елементів, отриманих із застосуванням операцій XOR і AND.

### Література

1. Дикарев, А. В. Коды на основе двоичных колец / А. В. Дикарев // Системи управління, навігації та зв'язку.— 2014.— Вип. 1(29).— С. 50–53.
2. Дикарев, А. В. Постулаты кольцевых кодов / А. В. Дикарев // Зв'язок.— 2013.— № 5(105).— С. 53–56.

**Рецензент:** доктор техн. наук, професор **Б. Ю. Жураковський**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Л. Н. Грищенко

### МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕКТОРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СДВИГА СПЕЦИАЛЬНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ КОДОВ С ПРЕДЫСКАЖЕНИЕМ

Рассмотрены методы формирования векторов показателей сдвига специальных кольцевых кодов для идентификации кодовых последовательностей. Отмечено, что благодаря предискажению кольцевого кода можно сформировать векторы показателей сдвига для каждой отдельной строки этого кода. Предискажение кольцевого кода можно осуществить двумя методами: или заменой нулевых символов на единичные символы, или посредством сдвига двоичных элементов кодовой последовательности вправо либо влево.

**Ключевые слова:** кольцевой код; кодовая последовательность; вектор показателей сдвига; идентификация.

L. M. Hryshchenko

### METHODS OF FORMATION OF VECTORS OF THE SHIFT INDEXES OF A RING CODES

This paper focuses on the methods of formation of vector of the shift indexes of a ring codes for the code sequences identification. It is emphasized, that unique vectors of the shift indexes is created for each line of code by pre-distortion ring codes. Pre-distortion ring codes are made in two ways: through the replacement of null characters to single characters or by offset binary code sequence elements right or left.

**Keywords:** ring code; code sequence; vector of the shift indexes; identification.