

УДК 621.391.833

Л. М. ГРИЩЕНКО, здобувач,

Державний університет телекомунікацій, Київ

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ СІМЕЙСТВА КІЛЬЦЕВИХ КОДІВ:  
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ**

*Проаналізовано закономірності формування кільцевих кодів, що належать двом принципово різним сімействам — типу 0011100 (одиничні символи розміщено підряд) і типу 1010100 (одиничні та нульові символи чергуються). Побудовано математичну модель утворення кільцевих кодів першого типу та доведено, що за допомогою цієї математичної моделі можна сформулювати кільцевий код зазначеного типу будь-якої довжини та з будь-якою кількістю одиничних символів.*

**Ключові слова:** сімейство кільцевих кодів; кодова послідовність; вектор показників зсуву; дельта-фактор.

**ВСТУП**

Кільцеві коди [1] будуються за принципом блокових циклічних кодів [2–4]. Кільцевий код — це двійкова квадратна матриця розміром  $N \times N$ , кожний рядок якої містить  $m$  одиничних і  $N - m$  нульових символів. Кожний наступний рядок повторює попередній з одночасним кільцевим зсувом символів на один розряд праворуч або ліворуч. Кожний рядок (кодова послідовність) кільцевого коду характеризується дельта-фактором — розподілом нульових і одиничних символів між двома крайніми одиницями, відокремленими найбільшою для даного початкового вектора кількістю нульових символів. Кільцеві коди, що мають дельта-фактор певного типу, утворюють сімейство кільцевих кодів.

Проаналізуємо властивості сімейств кільцевих кодів на основі дельта-фактора типу 0011100 (одиничні символи в кодовій послідовності розміщено підряд) та типу 1010100 (одиничні та нульові символи чергуються).

Визначимо закономірності формування кодових послідовностей кільцевих кодів, що належать цим сімействам, згідно з їхніми значеннями в десятковій системі числення. При цьому розглядатимемо кільцеві коди, кожна кодова послідовність яких повторює попередню з одночасним кільцевим зсувом символів на один розряд **ліворуч**. Побудуємо математичну модель формування сімейства кільцевих кодів типу 0011100.

**ОСНОВНА ЧАСТИНА****Аналіз властивостей сімейства кільцевих кодів на основі дельта-фактора типу 0011100**

Розглянемо сімейство кільцевих кодів на основі дельта-фактора 0011100 при  $N = 7, 8$  і  $9$ , коли кількість одиничних символів змінюється від 1 до  $N - 1$  (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристики сімейства кільцевих кодів на основі дельта-фактора типу 0011100

Довжина кодової послідовності	Кількість одиничних символів	Структура кодової послідовності	Вектор показників зсуву (ВПЗ)	Кількість кодових послідовностей із певним ВПЗ
7	1	0000001	222222	7
	2	0000011	244442	7
	3	0000111	246642	7
	4	0001111	246642	7
	5	0011111	244442	7
	6	0111111	222222	7
8	1	00000001	2222222	8
	2	00000011	2444442	8
	3	00000111	2466642	8
	4	00001111	2468642	8
	5	00011111	2466642	8
	6	00111111	2444442	8
	7	01111111	2222222	8
9	1	000000001	22222222	9
	2	000000011	24444442	9
	3	000000111	24666642	9
	4	000001111	24688642	9
	5	000011111	24688642	9
	6	000111111	24666642	9
	7	001111111	24444442	9
	8	011111111	22222222	9

У результаті аналізу характеристик сімейства кільцевих кодів типу 0011100 виявлено такі закономірності:

- 1) максимальна кількість одиничних символів у кодовій послідовності довжини  $N$  дорівнює  $N - 1$ ;
- 2) кількість кодових послідовностей однакової довжини дорівнює  $N - 1$ ;
- 3) кількість різновидів ВПЗ для кільцевих кодів із кодovими послідовностями однакової довжини, що мають непарну кількість елементів, дорівнює  $(N - 1)/2$ ;
- 4) кількість різновидів ВПЗ для кільцевих кодів із кодovими послідовностями однакової довжини, що мають парну кількість елементів, дорівнює  $N/2$ ;
- 5) сімейство зазначених кільцевих кодів має симетрію відносно ВПЗ, яка пояснюється однаковою структурою ВПЗ для прямих та інверсних кільцевих кодів;
- 6) максимальне значення компонента ВПЗ дорівнює:
  - для прямих кільцевих кодів — кількості одиничних символів кодової послідовності кільцевого коду, помноженій на два;
  - для інверсних кільцевих кодів — кількості нульових символів кодової послідовності кільцевого коду, помноженій на два.

**Аналіз властивостей сімейства кільцевих кодів на основі дельта-фактора типу 1010100**

Розглянемо сімейство кільцевих кодів на основі зазначеного дельта-фактора при  $N = 7, 8, 9, 10, 11, 12$ , коли кількість одиничних символів змінюється від 2 до 6.

Таблиця 2

**Характеристики сімейства кільцевих кодів на основі дельта-фактора типу 1010100**

Довжина кодової послідовності	Кількість одиничних символів	Структура кодової послідовності	ВПЗ	Кількість кодових послідовностей із певним ВПЗ
7	2	0000101	424424	7
	3	0010101	624426	7
	4	1010101	624426	7
8	2	00000101	4244424	8
	3	00010101	6262626	8
	4	01010101	8080808	8
9	2	000000101	42444424	9
	3	000010101	62644626	9
	4	001010101	82644628	9
	5	101010101	82644628	9
10	2	0000000101	424444424	10
	3	0000010101	626464626	10
	4	0001010101	82828828	10
	5	0101010101	10 0 10 0 10 0 10 0 10	10
11	2	00000000101	4244444424	11
	3	00000010101	6264664626	11
	4	00001010101	8284664828	11
	5	00101010101	102846648210	11
	6	10101010101	102846648210	11
12	2	000000000101	42444444424	12
	3	000000010101	62646664626	12
	4	000001010101	82848484828	12
	5	000101010101	10 2 10 2 10 2 10 2 10	12
	6	010101010101	12 0 12 0 12 0 12 0 12	12

У результаті аналізу характеристик сімейства кільцевих кодів типу 1010100 виявлено такі закономірності:

- 1) максимальна кількість одиничних символів у кодовій послідовності довжини  $N$ , де  $N$  — парне число, дорівнює  $N/2$ ;
- 2) максимальна кількість одиничних символів у кодовій послідовності довжини  $N$ , де  $N$  — непарне число, дорівнює  $(N + 1)/2$ ;
- 3) кількість кодових послідовностей, що мають непарну кількість елементів, дорівнює  $(N - 1)/2$ ;
- 4) кількість кодових послідовностей, що мають парну кількість елементів, дорівнює  $(N - 2)/2$ ;
- 5) кількість різновидів ВПЗ для кодових послідовностей, що мають непарну кількість елементів, дорівнює  $(N - 3)/2$ ;

- 6) кількість різновидів ВПЗ для кодових послідовностей, коли  $N$  — парне число, дорівнює  $(N - 2)/2$ ;  
 7) максимальне значення компонента ВПЗ дорівнює:
- для прямих кільцевих кодів — кількості одиничних символів кодової послідовності кільцевого коду, помноженій на два;
  - для інверсних кільцевих кодів — кількості нульових символів кодової послідовності кільцевого коду, помноженій на два.

### Особливості формування сімейства кільцевого коду типу 0011100

Проаналізуємо кодові послідовності кільцевих кодів довжиною  $N = 7$ , що містять  $m$  одиничних символів,  $m = 1, 2, \dots, 6$ , за їхніми значеннями в десятковій системі числення. Двійкові та десяткові значення кільцевих кодів наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Характеристики кільцевих кодів довжиною при  $N = 7$  та  $m = 1, 2, \dots, 6$ 

Система числення	Кількість одиничних символів	Структура кодових послідовностей кільцевих кодів у двійковій та десятковій системах						
		0000001	0000010	0000100	0001000	0010000	0100000	1000000
Двійкова	1	0000001	0000010	0000100	0001000	0010000	0100000	1000000
Десяткова		1	2	4	8	16	32	64
Двійкова	2	0000011	0000110	0001100	0011000	0110000	1100000	1000001
Десяткова		3	6	12	24	48	96	65
Двійкова	3	0000111	0001110	0011100	0111000	1110000	1100001	1000011
Десяткова		7	14	28	56	112	97	67
Двійкова	4	0001111	0011110	0111100	1111000	1110001	1100011	1000111
Десяткова		15	30	60	120	113	99	71
Двійкова	5	0011111	0111110	1111100	1111001	1110011	1100111	1001111
Десяткова		31	62	124	121	115	103	79
Двійкова	6	0111111	1111110	1111101	1111011	1110111	1101111	1011111
Десяткова		63	126	125	123	119	111	95

Аналіз сформованих множин десяткових значень кодових послідовностей кільцевих кодів, наведених у табл. 3, дозволяє встановити такі закономірності:

1) найменше десяткове значення в кожному рядку, розміщене ліворуч, можна обчислити за формулою

$$n_1 = \sum_{k=0}^{m-1} 2^k,$$

де  $m$  — кількість одиничних символів у кодовій послідовності;

2) кожна сукупність десяткових значень кодових послідовностей складається з двох множин  $S_1$  і  $S_2$ , які далі схарактеризуємо докладніше.

Між значеннями сусідніх елементів множини  $S_1$  простежується лінійна залежність; значення наступного елемента вдвічі більше, ніж значення попереднього, причому кількість таких елементів дорівнює  $N - (m - 1)$ .

Кількість елементів множини  $S_2$  дорівнює  $m - 1$ , а різниця між значеннями сусідніх елементів послідовно подвоюється.

Поглиблений аналіз сукупності десяткових значень сімейства кільцевих кодів типу 0011100 дозволив побудувати математичну модель формування кодових послідовностей даної довжини  $N$  при даній кількості  $m$  одиничних символів.

Нехай  $C_k(N, m)$  — сукупність десяткових значень розглядуваних кодових послідовностей при  $k = 0, \dots, m - 1$ .

Тоді маємо:

$$C_k(N, m) = S_1 \cup S_2,$$

де  $S_1 = \{s_{11}, s_{12}, \dots, s_{1(N-(m-1))}\}$ ,  $S_2 = \{s_{21}, s_{22}, \dots, s_{2m-1}\}$ .

Запишемо загальні вирази для елементів множини  $S_1$ .

$$s_{11} = \sum_{k=0}^{m-1} 2^k \text{ (найменше десяткове значення кодової послідовності).}$$

$$s_{12} = 2 \cdot s_{11}; s_{13} = 2 \cdot s_{12}, \dots, s_{1(N-(m-1))} = 2^{N-(m-1)} \cdot s_{11}.$$

Загальні вирази для елементів множини  $S_2$  набирають такого вигляду:

$$s_{21} = s_{11},$$

$$s_{22} = s_{21} - 2^0 (2^{N-m} - 1),$$

$$s_{23} = s_{22} - 2^1 (2^{N-m} - 1),$$

$$s_{2(m-1)} = s_{2(m-2)} - 2^{m-2} (2^{N-m} - 1).$$

Обчислимо елементи множин  $S_1$  і  $S_2$  для випадку, коли  $N=9$ , а  $m=5$ .

$$s_{11} = \sum_{k=0}^{m-1} 2^k = 2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4 = 31.$$

$$s_{12} = 2^1 \cdot 31 = 62;$$

$$s_{13} = 2^2 \cdot 31 = 124;$$

$$s_{14} = 2^3 \cdot 31 = 248;$$

$$s_{15} = 2^4 \cdot 31 = 496;$$

$$s_{21} = 496 - 2^0 (2^{9-5} - 1) = 496 - 15 = 481;$$

$$s_{22} = 481 - 2^1 (2^4 - 1) = 451;$$

$$s_{23} = 451 - 2^2 (2^4 - 1) = 391;$$

$$s_{24} = 391 - 2^3 (2^4 - 1) = 271;$$

Результати обчислень зведено в табл. 4.

Таблиця 4

Характеристики кільцевих кодів при  $N=9$  і  $m=5$

Структура двійкового коду	Значення кодової послідовності в десятковій системі числення	Структура ВПЗ
	<b>Множина <math>S_1</math></b>	24688642
000011111	$s_{11} = 31$	
000111110	$s_{12} = 62$	
001111100	$s_{13} = 124$	
011111000	$s_{14} = 248$	
111110000	$s_{15} = 496$	
	<b>Множина <math>S_2</math></b>	
111100001	$s_{21} = 481$	
111000011	$s_{22} = 451$	
110000111	$s_{23} = 391$	
100001111	$s_{24} = 271$	

### ВИСНОВКИ

1. Сімейства кільцевих кодів різних типів мають низку як спільних так і відмінних властивостей.
2. Сімейства кільцевих кодів різних типів, кодові послідовності яких мають однакову довжину та однакову кількість одиничних символів, характеризуються різною структурою ВПЗ.
3. Сімейства кільцевих кодів одного й того самого типу для прямих та інверсних кодів мають однакову структуру ВПЗ.
4. Множина десяткових значень кодових послідовностей кільцевих кодів сімейства типу 0011100 складається з двох підмножин, для формування яких визначено математичні залежності.
5. Побудована на базі зазначених залежностей математична модель дозволяє сформувати сімейство кільцевих кодів типу 0011100 для кодових послідовностей будь-якої довжини та з будь-якою кількістю одиничних символів за умови, що кожний наступний рядок кодової послідовності кільцевого коду повторює попередній з одночасним кільцевим зсувом символів на один розряд ліворуч, а також дістати сукупність десяткових значень кодових послідовностей кільцевого коду у вигляді об'єднання двох множин, елементи яких визначаються за виведеними формулами.

### 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.— Вип. № 5(105).— С. 53–56.
3. Дикарев, А. В. Некоторые закономерности кольцевых кодов / А. В. Дикарев // Системи управління, навігації та зв'язку.— 2014.— Вип. 3(31).— С. 51–55.
4. Дикарев, А. В. Семейства цепочечных кольцевых кодов / А. В. Дикарев // Системи управління, навігації та зв'язку.— 2014.— Вип. 1(29).— С. 36–40.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент **О. В. Дікарев**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Л. Н. Грищенко

### ЗАКОНОМЕРНОСТІ ФОРМИРОВАНИЯ СЕМЕЙСТВА КОЛЬЦЕВЫХ КОДОВ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Проанализированы закономерности формирования кольцевых кодов, принадлежащих двум принципиально различным семействам — типа 0011100 (единичные символы размещены подряд) и типа 1010100 (единичные и нулевые символы чередуются). Построена математическая модель образования кольцевых кодов первого типа и доказано, что при помощи предложенной математической модели можно сформировать кольцевой код указанного типа любой длины и с любым количеством единичных символов.

**Ключевые слова:** семейство кольцевых кодов; кодовая последовательность; вектор показателей сдвига; дельта-фактор.

L. M. Hryshchenko

### REGULARITIES OF FORMATION OF THE RING CODES FAMILY HAVE BEEN ANALYZED: MATHEMATICAL MODEL

Regularities of formation of the ring codes, belonging to two are essentially different families — type 0011100 (unit characters are placed in a row) and type 1010100 (null characters and unit characters are alternated), have been analyzed. The mathematical model of the first type of the ring codes has been worked out and it is proved that by using this mathematical model a ring code of this type of any length and number of unit characters can be formed.

**Keywords:** ring codes family; code sequence; shift indexes vector; delta-factor.

УДК 656.8.001

Л. О. ЯЦУК, доктор техн. наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова

## Створення транзитного контейнерного терміналу — шлях до радикального підвищення ефективності пересилання поштових посилок в Україні

**Розроблено інноваційну технологію пересилання поштових посилок в Україні, що передбачає обмінювання контейнерів із посилками в транзитному контейнерному терміналі (ТКТ) і за всіма техніко-економічними показниками суттєво перевершує існуючу технологію.**

**Ключові слова:** контейнер; ТКТ; контейнерний майданчик, накопичувач контейнерів; контейнеровоз; поштовий маршрут (ПМ); відділення зв'язку (ВЗ); центр оброблення і перевезення пошти (ЦОПП).

### Вступ

Стрімке зростання обсягів пересилання поштових посилок на фоні стагнації або падіння обсягів пересилання письмової кореспонденції за умов активної діяльності альтернативних операторів поштового зв'язку, що надають високоякісні послуги з пересилання посилок, вимагає від призначеного оператора поштового зв'язку — Українського державного підприємства поштового зв'язку УДППЗ «Укрпошта» негайного суттєвого поліпшення показників якості пересилання посилок, зокрема:

- скорочення нормативних строків (НС) пересилання посилок;
- упровадження технології пересилання посилок між обласними центрами (ОЦ) України з мінімальною кількістю сортувань і перевантажень;
- упровадження постоматів для видачі посилок;
- переходу від паперових повідомлень про надходження посилок до електронних;
- оновлення парку поштових автомобілів;
- механізації, а в майбутньому — автоматизації виробничих процесів пересилання посилок.

### Основна частина

УДППЗ «Укрпошта» і досі розв'язує проблеми, зумовлені зростанням обсягів посилок, у найпростіший, але й найменш ефективний і найбільш витратний спосіб — створенням регіональних сортувальних центрів (РСЦ) у Києві, Львові, Дніпрі й Миколаєві та упровадженням нових магістральних ПМ. Так, до сформованих раніше ПМ, що з'єднують ОЦ безпосередньо з Дирекцією з оброблення і перевезення пошти (ДОПП) у Києві, нині додано ПМ, що з'єднують ОЦ із РСЦ, за якими їх закріплено; ПМ, що з'єднують РСЦ між собою безпосередньо або через ДОПП; ПМ, що з'єднують між собою деякі ОЦ безпосередньо.

Для зменшення кількості ПМ нині широко практикується об'єднання ПМ А – С і ПМ В – С, що проходять спільними або розташованими неподалік один від одного шляхами, у ПМ А – В – С.

Утім при цьому не враховується те, що хоча за такого об'єднання протяжність об'єданого ПМ зростає, як правило, несуттєво, час проходження об'єданого ПМ через необхідність повного або часткового