

УДК 656.8.001

Л. К. БУГЕДА, аспірантка;

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

## Методика визначення показників тонно-кілометрів кільцевих поштових маршрутів

**Розроблено методику визначення показників тонно-кілометрів (ТКМ) кільцевих поштових маршрутів (КПМ) при перевезеннях поштових посилок (ПП) у мережі поштового зв'язку (МПЗ). Доведено існування залежності показників ТКМ від напрямів перевезення ПП за КПМ.**

**Ключові слова:** МПЗ; ПП; КПМ; прямі КПМ; зворотні КПМ; ТКМ; граф КПМ.

### ВСТУП

Кільцеві поштові маршрути знаходять широке застосування в поштовому зв'язку як магістральні, обласні, районні маршрути, маршрути обслуговування відділень зв'язку, маршрути міської службової пошти, маршрути виймання письмової кореспонденції з поштових скриньок, маршрути кур'єрської пошти.

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

#### Постановка завдання

Граф КПМ задано переліком його вершин, що відповідають вузлам МПЗ, напрямками і протяжностями його дуг, що відповідають шляхам перевезення ПП між сусідніми вузлами (прямий КПМ<sub>пр</sub> — перевезення ПП за стрілкою годинника, зворотний КПМ<sub>зв</sub> — проти стрілки годинника), і значеннями мас ПП, що пересилаються між усіма парами його вершин.

Необхідно знайти значення показників ТКМ на всіх дугах графа і на КПМ у цілому.

#### Методика визначення показників ТКМ КПМ

Як впливає з визначення поняття ТКМ, ідеться про суму добутоків мас ПП, що пересилаються по дугах графа, на протяжності відповідних шляхів між вузлами КПМ.

Нехай  $\|p_{ij}\|$ ,  $\|l_{ij}\|$ ,  $\|q_{ij}\|$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n; j \neq i$ ) — матриці значень відповідно мас міжвузлових ПП, протяжностей міжвузлових шляхів по дугах графа і міжвузлових ТКМ. Тоді, за визначенням ТКМ,  $q_{ij} = p_{ij} \cdot l_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n; j \neq i$ ), тобто елементи  $q_{ij}$  матриці  $\|q_{ij}\|$  дорівнюють добуткам однойменних елементів  $p_{ij}$  матриці  $\|p_{ij}\|$  і елементів  $l_{ij}$  матриці  $\|l_{ij}\|$ .

Оскільки матрицю  $\|p_{ij}\|$  задано, потрібно побудувати матрицю  $\|l_{ij}\|$  за заданими протяжностями дуг графа та розрахувати значення  $\|q_{ij}\|$  і  $\text{ТКМ} = \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n q_{ij}$ .

Звідси випливає, що методика визначення показників ТКМ КПМ включає в себе такі складові:

- 1 — побудову графа КПМ<sub>пр</sub>;
- 2 — побудову графа КПМ<sub>зв</sub>;
- 3 — побудову матриці  $\|l_{ij}\|_{\text{пр}}$ ;
- 4 — побудову матриці  $\|l_{ij}\|_{\text{зв}}$ ;
- 5 — побудову матриці (матриць)  $\|p_{ij}\|$ ;
- 6 — побудову матриці  $\|q_{ij}\|_{\text{пр}} = \|p_{ij}\| \cdot \|l_{ij}\|_{\text{пр}}$  (добутки однойменних елементів);
- 7 — побудову матриці  $\|q_{ij}\|_{\text{зв}} = \|p_{ij}\| \cdot \|l_{ij}\|_{\text{зв}}$  (добутки однойменних елементів);
- 8 — розрахунок  $\text{ТКМ}_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \|q_{ij}\|_{\text{пр}}$ ;
- 9 — розрахунок  $\text{ТКМ}_{\text{зв}} = \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \|q_{ij}\|_{\text{зв}}$ ;
- 10 — вибір  $\text{ТКМ} = \min(\text{ТКМ}_{\text{пр}}, \text{ТКМ}_{\text{зв}})$ .

**Приклад визначення показників ТКМ КПМ**

Граф КПМ<sub>пр</sub> і КПМ<sub>зв</sub> при  $n = 6$  наведено відповідно на рис. 1 і 2.

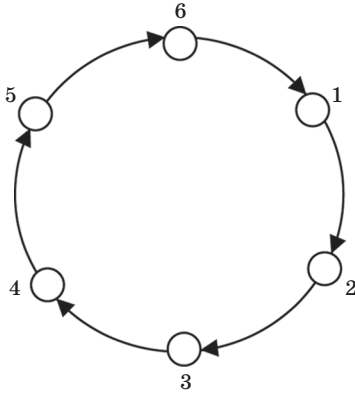


Рис. 1. Граф КПМ<sub>пр</sub>

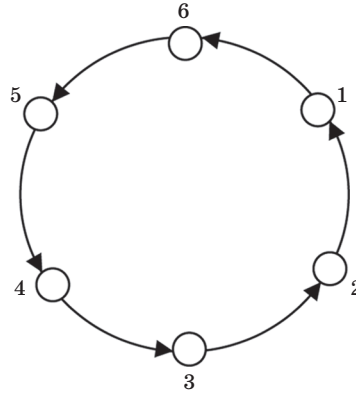


Рис. 2. Граф КПМ<sub>зв</sub>

Без втрати загальності міркувань для спрощення розрахунків ТКМ значення протяжностей дуг графів ТКМ<sub>пр</sub> і ТКМ<sub>зв</sub> взято такі, що дорівнюють одиниці.

Матриці  $\|l_{ij}\|_{пр}$  і  $\|l_{ij}\|_{зв}$  між вузлами графа наведено відповідно в табл. 1 і 2, де елементи, розташовані на головних діагоналях ( $i = j$ ), вважаються невизначеними і в розрахунках ТКМ участі не беруть.

Таблиця 1

Матриця  $\|l_{ij}\|_{пр}$

Вузли відправлення	Вузли призначення					
	1	2	3	4	5	6
1		1	2	3	4	5
2	5		1	2	3	4
3	4	5		1	2	3
4	3	4	5		1	2
5	2	3	4	5		1
6	1	2	3	4	5	

Таблиця 2

Матриця  $\|l_{ij}\|_{зв}$

Вузли відправлення	Вузли призначення					
	1	2	3	4	5	6
1		5	4	3	2	1
2	1		5	4	3	2
3	2	1		5	4	3
4	3	2	1		5	4
5	4	3	2	1		5
6	5	4	3	2	1	

Елементи матриці  $\|l_{ij}\|_{пр}$ , розташовані вище від її головної діагоналі ( $i < j$ ), і елементи матриці  $\|l_{ij}\|_{зв}$ , розташовані нижче від її головної діагоналі ( $i > j$ ) (сума таких елементів у кожній матриці становить 35), відповідають перевезенням ПП по «коротких» шляхах, а елементи матриці  $\|l_{ij}\|_{пр}$ , розташовані нижче від її головної діагоналі ( $i > j$ ), і елементи матриці  $\|l_{ij}\|_{зв}$ , розташовані вище від її головної діагоналі ( $i < j$ ) (сума таких елементів у кожній матриці становить 55), відповідають перевезенням ПП по «довгих» шляхах. А цим, у свою чергу, зумовлюється залежність показників ТКМ від напрямів перевезення ПП КПМ.

Три варіанти матриць значень мас міжвузлових ПП наведено відповідно в табл. 3, 4 і 5.

Таблиця 3

Матриця  $\|p_{ij}\|_1$

	1	2	3	4	5	6
1		1	1	1	1	1
2	1		1	1	1	1
3	1	1		1	1	1
4	1	1	1		1	1
5	1	1	1	1		1
6	1	1	1	1	1	

Таблиця 4

Матриця  $\|p_{ij}\|_2$

	1	2	3	4	5	6
1		2	2	2	2	2
2	1		2	2	2	2
3	1	1		2	2	2
4	1	1	1		2	2
5	1	1	1	1		2
6	1	1	1	1	1	

Таблиця 5

Матриця  $\|p_{ij}\|_3$

	1	2	3	4	5	6
1		1	1	1	1	1
2	2		1	1	1	1
3	2	2		1	1	1
4	2	2	2		1	1
5	2	2	2	2		1
6	2	2	2	2	2	

За наявності двох варіантів матриць  $\|l_{ij}\|$  (див. табл. 1 і 2) і трьох варіантів матриць  $\|p_{ij}\|$  (див. табл. 3, 4 і 5) дістаємо шість варіантів матриць  $\|q_{ij}\|$ , наведених у табл. 6–11.

Таблиця 6

Матриця  $\|q_{ij}\|_{\text{пр}1}$

	1	2	3	4	5	6
1		1	2	3	4	5
2	5		1	2	3	4
3	4	5		1	2	3
4	3	4	5		1	2
5	2	3	4	5		1
6	1	2	3	4	5	

Таблиця 7

Матриця  $\|q_{ij}\|_{\text{пр}2}$

	1	2	3	4	5	6
1		2	4	6	8	10
2	5		2	4	6	8
3	4	5		2	4	6
4	3	4	5		2	4
5	2	3	4	5		2
6	1	2	3	4	5	

Таблиця 8

Матриця  $\|q_{ij}\|_{\text{пр}3}$

	1	2	3	4	5	6
1		1	2	3	4	5
2	10		1	2	3	4
3	8	10		1	2	3
4	6	8	10		1	2
5	4	6	8	10		1
6	2	4	6	8	10	

Таблиця 9

Матриця  $\|q_{ij}\|_{\text{зв}2}$

	1	2	3	4	5	6
1		5	4	3	2	1
2	1		5	4	3	2
3	2	1		5	4	3
4	3	2	1		5	4
5	4	3	2	1		5
6	5	4	3	2	1	

Таблиця 10

Матриця  $\|q_{ij}\|_{\text{зв}2}$

	1	2	3	4	5	6
1		10	8	6	4	2
2	1		10	8	6	4
3	2	1		10	8	6
4	3	2	1		10	8
5	4	3	2	1		10
6	5	4	3	2	1	

Таблиця 11

Матриця  $\|q_{ij}\|_{\text{зв}3}$

	1	2	3	4	5	6
1		5	4	3	2	1
2	2		5	4	3	2
3	4	2		5	4	3
4	6	4	2		5	4
5	8	6	4	2		5
6	10	8	6	4	2	

Згідно з табл. 6–11 маємо:

$$\text{TKM}_{\text{пр}1} = 55 \cdot 1 + 35 \cdot 1 = 90, \text{TKM}_{\text{зв}1} = 35 \cdot 1 + 55 \cdot 1 = 90;$$

$$\text{TKM}_{\text{пр}2} = 55 \cdot 1 + 35 \cdot 2 = 125, \text{TKM}_{\text{зв}2} = 35 \cdot 1 + 55 \cdot 2 = 145;$$

$$\text{TKM}_{\text{пр}3} = 55 \cdot 2 + 35 \cdot 1 = 145, \text{TKM}_{\text{зв}3} = 35 \cdot 2 + 55 \cdot 1 = 125.$$

Узявши з кожної пари  $\text{TKM}_{\text{пр}i}$  і  $\text{TKM}_{\text{зв}i}$  менше значення, дістанемо мінімальні значення  $\text{TKM}$ :

$$\text{TKM}_1 = \min(\text{TKM}_{\text{пр}1}, \text{TKM}_{\text{зв}1}) = \text{TKM}_{\text{пр}} = \text{TKM}_{\text{зв}};$$

$$\text{TKM}_2 = \min(\text{TKM}_{\text{пр}2}, \text{TKM}_{\text{зв}2}) = \text{TKM}_{\text{пр}};$$

$$\text{TKM}_3 = \min(\text{TKM}_{\text{пр}3}, \text{TKM}_{\text{зв}3}) = \text{TKM}_{\text{зв}}.$$

## ВИСНОВОК

Показники  $\text{TKM}$  визначено; залежність показників  $\text{TKM}$  від напрямів перевезення ПП доведено: значення  $\text{TKM}_1$  не залежить від напрямку перевезення ПП; значення  $\text{TKM}_2$  менше при перевезенні ПП КПМ<sub>пр</sub>; значення  $\text{TKM}_3$  менше при перевезенні ПП КПМ<sub>зв</sub>.

**Рецензент:** доктор техн. наук, професор **О. В. Барабаш**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Л. К. Бугеда, Л. Е. Ящук

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОННО-КИЛОМЕТРОВ КОЛЬЦЕВЫХ ПОЧТОВЫХ МАРШРУТОВ

Разработана методика определения показателей тонно-километров (TKM) кольцевых почтовых маршрутов (КПМ) при перевозках почтовых посылок (ПП) в сети почтовой связи (СПС). Доказано существование зависимости показателей TKM от направлений перевозок ПП по КПМ.

**Ключевые слова:** СПС; ПП; КПМ; прямые КПМ; обратные КПМ; TKM; граф КПМ.

L. K. Bugeda, L. O. Yashchuk

### THE TONNA-KILOMETERS INDICATORS DETERMINATION METHOD FOR CIRCULAR POSTAL ROUTES

The tonna-kilometers indicators (TKM) determination method for postal parcels (PP) transportation according to circular postal routes (CPR) in postal communication network (PCN) is elaborated.

The existence of indicators TKM dependence on the CPR transportation directions is proved.

**Keywords:** PCN; PP; CPR; direct CPR; inverse CPR; TKM; CPR graph.