

**ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ СПРЯМОВАНОГО ПЕРЕБОРУ
ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ПОШТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ
З СОРТУВАЛЬНИМИ ВУЗЛАМИ****USING OF THE DIRECTED CHOICE ALGORITHMS FOR THE SOLUTION
OF THE TASK FOR THE OPTIMIZATION OF THE MAIL COMMUNICATION
NETWORK WITH THE SORTING UNITS**

Анотація. Оцінено обчислювальну складність розв'язання задачі визначення оптимальної кількості та місць розташування сортувальних вузлів у мережі поштового зв'язку методом повного перебору. Запропоновано шляхи реалізації спрямованого перебору при розв'язанні задачі.

Summary. The estimating complexity of the solution of the task for the determination of the optimal number and location of the sorting units in the mail communication network with the help of the complete choice method has been considered. The ways of the directed choice realization for the solution of the task have been proposed.

Однією з основних проблем побудови мережі поштового зв'язку є мінімізація витрат на перевезення й оброблення пошти за умов виконання заданих контрольних термінів проходження письмової кореспонденції.

Як свідчить світовий досвід, ефективним шляхом вирішення проблеми є створення в мережі сортувальних вузлів, кожному з яких підпорядковуються всі інші об'єкти поштового зв'язку, розташовані в зоні обслуговування зазначеного сортувального вузла [1].

Задача оптимізації мережі поштового зв'язку полягає у визначенні такої кількості та місць розташування сортувальних вузлів, за яких забезпечується мінімізація витрат на перевезення й оброблення пошти.

Відсутність будь-якої аналітичної залежності між місцями розташування вузлів поштового зв'язку на території України дає підставу стверджувати, що точне розв'язання задачі визначення оптимальної кількості та місць розташування сортувальних вузлів можливе лише шляхом повного перебору усіх можливих варіантів.

Обчислювальна складність розв'язання задачі обумовлена її надвисокою розмірністю.

Метою роботи є аналіз можливих шляхів переходу від повного до спрямованого перебору варіантів при розв'язанні задачі визначення кількості та місць розташування сортувальних вузлів в мережі поштового зв'язку.

За наявності в мережі m вузлів, n з яких сортувальні ($n = 1, 2, \dots, m$), кількість можливих варіантів розв'язання задачі складає

$$N = C_m^1 + C_m^2 + \dots + C_m^m = 2^m - 1.$$

Про фантастичну величину цього числа при реальному значенні m можна судити з таких міркувань.

Нехай $m = 100$ (обласні, міські та крупні районні вузли, на базі яких можуть створюватися сортувальні вузли).

Припустимо, що для визначення кількості та місць розташування сортувальних вузлів використовується суперкомп'ютер, швидкодія якого $3 \cdot 10^{10}$ операцій за секунду (це теоретична межа швидкодії комп'ютера у виді сфери діаметром 1 см, яка визначається лише часом розповсюдження електромагнітної хвилі від одного краю сфери до протилежного). Вважатимемо, що розрахунок одного варіанта визначення кількості та місць розташування сортувальних вузлів потребує виконання лише однієї операції комп'ютера.

Подамо число N у виді $N \approx 2^{100} \approx 10^{30}$. Тоді для розрахунку всіх варіантів повинно бути витрачено $10^{30}/3 \cdot 10^{10} = 0,33 \cdot 10^{20}$ секунд або 10^{12} (трильйон) років!

З викладеного випливає, що точне розв'язання задачі визначення кількості та місць розташування сортувальних вузлів у мережі поштового зв'язку неможливе ні сьогодні, ні у віддаленому майбутньому.

Реальна швидкодія сучасного потужного комп'ютера складає 10^7 операцій за секунду. За час, який можна вважати прийнятним для розв'язання задачі (близько 10 годин), за таких умов буде виконано $3 \cdot 10^{11}$ операцій.

Виходячи з того, що кількість операцій (команд Асемблера) для визначення місць розташування сортувальних вузлів за одним варіантом їх кількості складає понад $3 \cdot 10^3$, усього можуть бути визначені кількість та місця розташування сортувальних вузлів за 10^8 варіантами.

Зазначеній кількості варіантів відповідає визначення кількості та місць розташування сортувальних вузлів в мережі з $m = 100$, $n = 1, 2, 3, 4, 5$.

Саме з таких можливостей комп'ютера слід виходити при обґрунтуванні можливих шляхів скорочення перебору варіантів розв'язання задачі визначення кількості та місць розташування сортувальних вузлів у мережі поштового зв'язку України.

Структурний алгоритм визначення кількості та місць розташування сортувальних вузлів у мережі поштового зв'язку наведено на рис. 1.

Структурний алгоритм містить 10 блоків.

У блоці 1 виконується введення початкових даних - номерів і назв вузлів, на базі яких можуть створюватися сортувальні вузли; загальна кількість зазначених вузлів m ; матриця зв'язності вузлів $\|c_{ij}\| (i, j = 1, 2, \dots, m)$.

У блоці 2 значенням сумарних протяжностей поштових маршрутів *Вузол зв'язку – Сортувальний вузол* $L_{B3-CB}^{\Sigma_0}$ і *Сортувальний вузол – Сортувальний вузол* $L_{CB-CB}^{\Sigma_0}$ присвоюються початкові нескінченні значення.

У блоці 3 здійснюється формування чергової поточної сукупності сортувальних вузлів, що визначається прийнятим методом спрямованого перебору.

У блоці 4 провадиться закріплення вузлів зв'язку за сортувальними вузлами за критерієм мінімальних відстаней.

У блоці 5 виконується розрахунок сумарної протяжності поштових маршрутів *Вузол зв'язку – Сортувальний вузол* $L_{B3-CB}^{\Sigma_i}$ за поточним варіантом.

У блоці 6 виконується розрахунок сумарної протяжності поштових маршрутів *Сортувальний вузол – Сортувальний вузол* $L_{CB-CB}^{\Sigma_i}$ за поточним варіантом.

У блоці 7 сумарні протяжності маршрутів $L_{B3-CB}^{\Sigma_0} + L_{CB-CB}^{\Sigma_0}$ порівнюються з сумарними протяжностями маршрутів $L_{B3-CB}^{\Sigma_i} + L_{CB-CB}^{\Sigma_i}$. При виконанні умови $L_{B3-CB}^{\Sigma_0} + L_{CB-CB}^{\Sigma_0} < L_{B3-CB}^{\Sigma_i} + L_{CB-CB}^{\Sigma_i}$ здійснюється перехід до блоку 8, при невиконанні - до блоку 10.

У блоці 8 значення $L_{B3-CB}^{\Sigma_0}$ замінюється значенням $L_{B3-CB}^{\Sigma_i}$, а значення $L_{CB-CB}^{\Sigma_0}$ - значенням $L_{CB-CB}^{\Sigma_i}$.

У блоці 9 запам'ятовуються кількість та назви сортувальних вузлів і назви вузлів зв'язку, закріплених за кожним з сортувальних вузлів.

У блоці 10 провадиться перевірка, чи всі сукупності сортувальних вузлів за прийнятим методом спрямованого перебору перевірені. Якщо "Ні" – повернення до блоку 3, якщо "Так" – закінчення роботи алгоритму.

Таким чином, у результаті роботи алгоритму будуть отримані оптимальна кількість та місця розташування сортувальних вузлів, яким відповідають мінімальні сумарні протяжності поштових маршрутів, а отже, і мінімальні витрати на перевезення пошти.

Концентрація поштових потоків у сортувальних вузлах дозволяє суттєво знизити витрати на ручне оброблення пошти і створює необхідні передумови впровадження засобів автоматизованого оброблення пошти.

Виходячи з можливостей комп'ютера для наближеного розв'язання задачі визначення оптимальної кількості та місць розташування сортувальних вузлів у мережі поштового зв'язку можна запропонувати наступні варіанти спрямованого перебору.

1. Спрямований перебір, заснований на наявності мінімуму загальної сумарної протяжності поштових маршрутів

В мережі поштового зв'язку з сортувальними вузлами, з'єднаними за принципом "кожний з кожним", спостерігається мінімум загальної протяжності поштових маршрутів, обумовлений тим, що зі зростанням кількості сортувальних вузлів швидкість скорочення загальної протяжності маршрутів $L_{B3-CB}^{\Sigma_0}$ уповільнюється, а швидкість збільшення загальної протяжності маршрутів $L_{CB-CB}^{\Sigma_0}$ зростає, тому визначення оптимальної кількості та місць розташування сортувальних вузлів можна провадити лише до виявлення мінімуму сумарної протяжності поштових маршрутів.

Як свідчать розрахунки, зазначений мінімум спостерігається при малих значеннях кількості сортувальних вузлів в мережі (в розглядуваній мережі поштового зв'язку України - при $n = 3$).

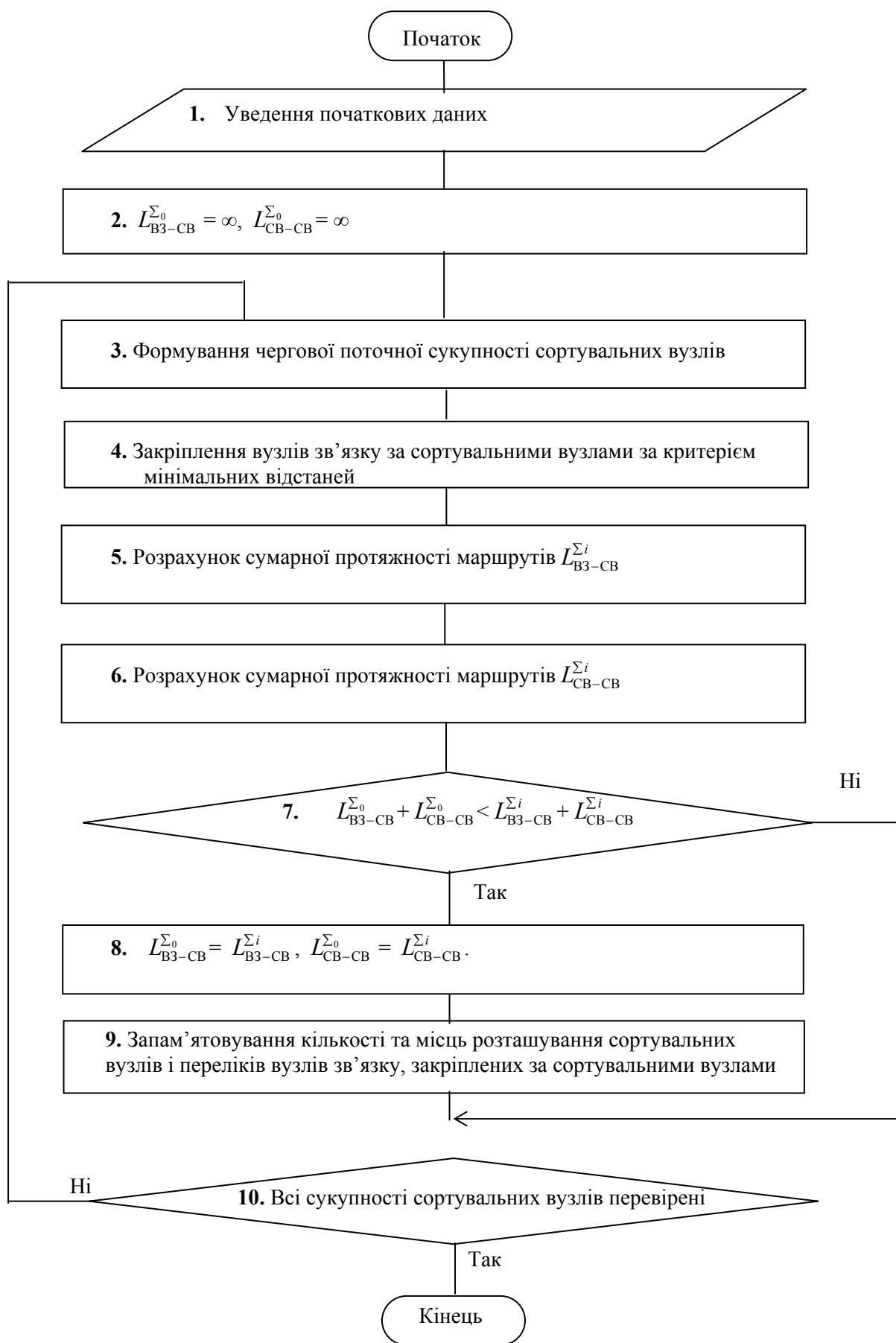


Рисунок 1 – Структурний алгоритм визначення кількості та місць розташування сортувальних вузлів

2. Спрямований перебір, заснований на заданій кількості сортувальних вузлів

Значення міжвузлових поштових потоків обумовлюють деякі оптимальні значення сумарних потоків у сортувальних вузлах.

Так, для забезпечення ефективного використання сучасних листосортувальних машин продуктивністю 30 тис. листів за годину, сумарний добовий потік у сортувальних вузлах повинен бути не менше 240 тис. листів. Це накладає відповідні обмеження на кількість сортувальних вузлів.

Кількість варіантів місць розташування сортувальних вузлів за умов їх визначеної кількості відносно невелика. Так, за наявності 4 сортувальних вузлів, кількість можливих варіантів їх розташування складає $C_{100}^4 \approx 4 \cdot 10^6$, що цілком прийнятне.

3. Спрямований перебір, заснований на скороченні кількості вузлів зв'язку, на базі яких можуть створюватися сортувальні вузли

Сортувальні вузли потребують розвинутої технічної інфраструктури вузлів зв'язку, на базі яких вони створюються. Тому, якщо не передбачати розвитку зазначеної інфраструктури у вузлах, де вона розвинена недостатньо, а створювати сортувальні вузли на базі лише тих вузлів зв'язку, інфраструктура яких вже сьогодні задовольняє відповідним вимогам, кількість можливих варіантів розв'язання задачі багаторазово скорочується.

При цьому слід мати на увазі, що вимогам створення сортувальних вузлів нині відповідають технічні інфраструктури лише крупних обласних вузлів.

4. Спрямований перебір, заснований на умовному об'єднанні географічно наближених вузлів зв'язку

Згідно з цим методом ще до визначення оптимальної кількості сортувальних вузлів провадиться умовне об'єднання географічно наближених один до одного вузлів зв'язку, внаслідок чого їх загальна кількість суттєво скорочується, що дозволяє розв'язати задачу з урахуванням можливостей комп'ютера.

Привабливим у цьому методі є те, що задаючи значення відстаней між вузлами, які умовно об'єднуються, можна в широких межах варіювати кількість вузлів зв'язку, на базі яких створюються сортувальні вузли, зі збереженням розподілу умовно об'єднаних вузлів зв'язку по території України.

На закінчення можна зробити наступні висновки.

1. Точне розв'язання задачі визначення оптимальної кількості та місць розташування сортувальних вузлів в мережі поштового зв'язку внаслідок її надвисокої розмірності неможливе.

2. Запропоновані в роботі шляхи реалізації спрямованого перебору дозволяють розв'язати задачу за умов різних підходів до створення сортувальних вузлів на базі вузлів зв'язку мережі.

Література

1. *Оптимізація поштового зв'язку України: Монографія* / П.П. Воробієнко, С.О. Довгий, В.А. Коляденко, В.М. Мороз, В.Г. Мухін, О.Л. Нечипорук, Л.О. Ящук. – К.: Укрпошта, 2002. – 160 с.