

УДК 519.81: 656.1

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЗАДАЧІ СИСТЕМНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ЛОГІСТИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Кобильник М. Є., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Ефективність існуючих і створюваних виробничо-збутових процесів багато в чому визначається якістю відповідної логістики. Однією з найважливіших проблем у плануванні логістики є оптимізація мереж ланцюжків постачання. Рішення щодо оптимізації ланцюжків постачання повинні бути досить стійкими та життєздатними у складному та невизначеному зовнішньому середовищі (зміна попиту та мережі споживачів, природні катаклізми, пандемії тощо) [1]. Зокрема, в умовах військового стану особливої актуальності набувають задачі реінжинірингу існуючих логістичних мереж. В умовах конкуренції для прийняття рішень все активніше впроваджують сучасні методи оптимізації на всіх етапах логістичних процесів, що дозволяє компаніям не лише уникати зайвих витрат, але й підвищувати швидкість доставки замовлень [2]. Сучасні технології системної оптимізації реалізуються на основі агрегативно-декомпозиційного та підходу блочно-ієрархічного підходів, що передбачають розбиття опису логістичної мережі (ЛМ) за ступенем деталізації на ієрархічні рівні та аспекти, а процесу оптимізації – на групи процедур, пов'язаних з отриманням та перетворенням описів щодо виділених рівнів та аспектів з подальшою їх агрегацією для отримання відповідному рівні рішень по мережі загалом [3].

Розрізняють задачі оптимізації макро- і мікрологістичних мереж. Задачі макрологістики виникають при оптимізації великомасштабних мереж. Вони, в першу чергу, пов'язані з вибором кількості і місць розташування вузлів (складів, терміналів, хабів) мережі та схем доставки вантажів [4-5]. Задачі мікрологістики розв'язуються для мереж невеликих масштабів шляхом

оптимізації множини кільцевих маршрутів [6].

Загальну задачу системної оптимізації ЛМ пропонується розглядати як проблему (метазадання) *MetaTask*, яка складається з множини задач $Task_i^l$, $i = \overline{1, i_l}$, що відносяться до різних ієрархічних рівнів l , $l = \overline{1, n_l}$ з їх взаємозв'язками за вхідними даними In_i^l та результатами розв'язання Out_i^l (рис. 1) [3]:

$$MetaTask = \{Task_l\}, \quad Task_l = \{Task_i^l\}, \quad i = \overline{1, i_l}, \quad l = \overline{1, n_l}, \quad (1)$$

де $n_l = 3$ – кількість рівнів опису проблеми; i_l – кількість задач на рівні l .

Задачі макрорівня за своєю сутністю є задачами системного проектування. Вони відрізняються обмеженнями, що відображають специфіку основних етапів життєвого циклу ЛМ: $Task_1^1$ – формування вимог до ЛМ та розробка технічного завдання на її оптимізацію; $Task_2^1$ – системне проектування; $Task_3^1$ – планування розвитку; $Task_4^1$ – адаптація мережі; $Task_5^1$ – реінжиніринг ЛМ.

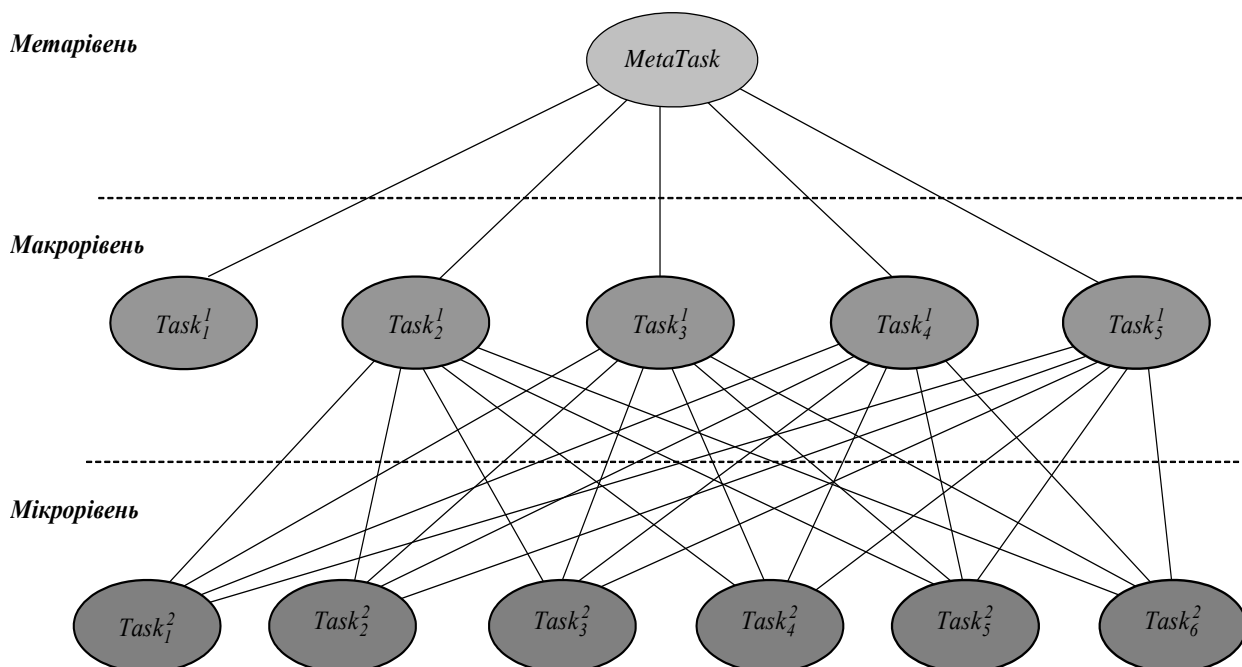


Рисунок 1 – Схема декомпозиції проблеми системної оптимізації ЛМ [3]

Основні задачі мікрорівня пов'язані з вирішенням питань оптимізації мережі: $Task_1^2$ – вибір принципів побудови ЛМ; $Task_2^2$ – вибір структури (кількості вузлів та схеми зв'язків через них між постачальниками та отримувачами вантажів); $Task_3^2$ – визначення топології (територіального розташування вузлів); $Task_4^2$ – вибір технології функціонування (маршрутів доставки вантажів); $Task_5^2$ – визначення параметрів (вузлів та транспортних засобів); $Task_6^2$ – оцінка ефективності та остаточний вибір варіанту організації ЛМ.

Системна оптимізація на виділеній множині (1) передбачає упорядкування і визначення процедур чи методів розв'язання задач, які дозволять отримати ефективний варіант побудови мережі. При цьому, технології оптимізації макро- і мікрологістичних мереж передбачають розв'язання різних комбінаторних задач.

Задачі оптимізації макрологістичних виробничо-збутових мереж передбачають пошук варіантів їх побудови на множині незамкнених деревоподібних структур. Для їх розв'язання успішно використовуються методи спрямованого перебору для побудови мінімального остовного чи стягуючого дерева MST (Minimum Spanning Tree) [4-5].

Задачі оптимізації маршрутів мікрологістики зазвичай зводяться до класичної задачі комівояжера TSP (Travelling Salesman Problem), що полягає у знаходженні маршруту мінімальної ваги, який проходить через усю множину пунктів ЛМ, відвідуючи кожен пункт лише один раз. У загальному випадку при врахуванні обмежень ємність чи вантажопідйомність транспортних засобів, часу доставки тощо задачі оптимізації ЛМ зводяться до задач декількох комівояжерів з обмеженнями MTSPC (Multiple TSP with Constraint) [6].

Для побудови ефективної технології системної оптимізації логістичних мереж необхідна розробка комплексу математичних моделей всіх задач (1) з урахуванням наборів їх вхідних та вихідних даних.

Автоматизація процедур системної оптимізації логістичних мереж дозволяє скоротити терміни вирішення завдань їх проектування, планування розвитку, реінжинірингу чи керування ними. Практичне застосування отриманих результатів за рахунок спільного розв'язання всього комплексу задач дозволить скоротити витрати на створення, модернізацію чи експлуатацію ЛМ, підвищити їх оперативність.

Напрямами подальших досліджень у цьому напрямку може бути удосконалення існуючих і розробка більш ефективних методів розв'язання задач структурно-топологічної та технологічної оптимізації.

Література:

1. В. А. Панченко та О. П. Панченко, «Оптимізація логістичних бізнес-процесів в умовах антикризового управління підприємством», Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління, №11, 2024.

2. С. Мінакова та О. Грігорі, «Сучасні методи оптимізації логістичних процесів», Підприємництво та управління розвитком соціально-економічних систем, №2, с. 107-127, 2023.

3. V. Beskorovainyi, "Systemological analysis of structural synthesis problem for territorial distributed systems", Management Information System and Devices, no. 120, pp. 29-37, 2002.

4. V. Beskorovainyi, O. Kuropatenko and D. Gobov, "Optimization of transportation routes in a closed logistics system", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, no. 4 (10), pp. 24-32, 2019.

5. В. В. Безкоровайний, В. М. Русскін та С. В. Тітов, «Математична модель задачі оптимізації логістичних мереж в умовах інтервальної визначеності вхідних даних», Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, вип.103, с. 95-103, 2023.

6. О. В. Чернишенко та В. В. Безкоровайний, «Формалізація задачі оптимізації маршрутів логістичної мережі виробничого процесу», Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на

транспорті та у виробництві. Матеріали всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, Харків: ХНАДУ, 2023, с. 257-260.