

СИСТЕМА АНАЛІЗУ МЕРЕЖІ СМО ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Г.С. Прокудін, д.т.н., професор

Т.Г. Хоботня, к.т.н., доцент

І.І. Прокудіна, старший викладач

А.П. Назарова, Phd-аспірантка

Національний транспортний університет

Структура технологічного процесу доставки партії вантажу описується структурою логістичного ланцюга (ЛЛ), яка відображає послідовність участі в процесі доставки різних суб'єктів транспортного ринку. При цьому слід розрізняти задачу вибору оптимальної структури ЛЛ від задачі вибору оптимального суб'єкта транспортного ринку. Вибір оптимальних варіантів логістичних ланцюгів доставки вантажів здійснюється на основі їх альтернативних варіантів, що у значній мірі визначає ефективність вантажних перевезень [1].

Розглянемо найпростіший варіант ЛЛ при доставці вантажів автомобільним транспортом (рис. 1).

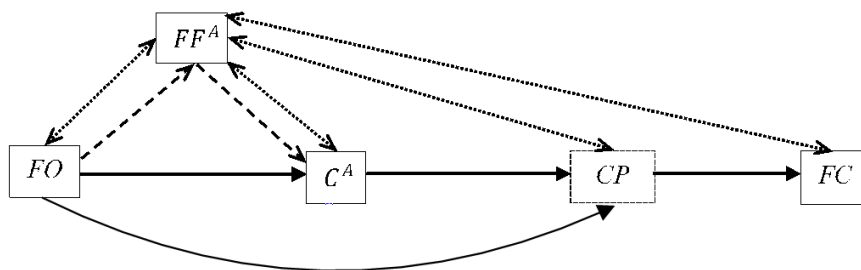


Рисунок 1 – Найпростіший варіант ЛЛ

Для ЛЛ доставки вантажу початковою ланкою, яка генерує вантажопотік, являється вантажовідправник (FO), а кінцевою ланкою, являється вантажоотримувач (FC). Фізичне переміщення вантажопотоку (\rightarrow) здійснює перевізник в країні вантажовідправника A (C^A). Функцію організації процесу переміщення вантажопотоків реалізує експедитор в країні вантажовідправника A (FF^A). Як організатор процесу реалізації потреби в переміщенні вантажу, експедитор являється ланкою ЛЛ, на якому замикаються інформаційні потоки (\dashrightarrow). Оскільки вантажовідправник з метою реалізації своєї потреби в переміщенні вантажу звертається до експедитора, то фінансовий потік (\dashrightarrow) в ЛЛ проходить першочергово від вантажовідправника до експедитора, а далі – до інших учасників ланцюга.

Перевізник здійснює доставку партії вантажу від вантажовідправника до вантажоотримувача (якщо доставка здійснюється у внутрішньому сполученні) і до кордону, а далі від пропускного пункту на митниці (CP) до вантажоотримувача (якщо доставка здійснюється у міжнародному сполученні) [2]. Формально найпростіший ЛЛ є сукупністю елементів наступного виду:

$$LC^{1F} = \{FO; C^A; FF^A; CP; FC\}. \quad (1)$$

Для розробки математичного апарату мережі систем масового обслуговування (СМО) представимо її можливі стани (рис. 2). Також з метою спрощення моделі, вхідні потоки партій вантажу, що надходять до вантажовідправника та розподіляються від вантажоотримувача, з'єднуються в одне зовнішнє джерело (0), що представлено на рис. 2. На основі рисунку 2 представлено матрицю передач (2), яка дозволяє визначити напрямки інтенсивностей

внутрішніх потоків в системі, де ЗД означає зовнішнє джерело або середовище, а де P_{ij} – ймовірність виходу вимоги з i -ої та надходження її до j -тої системи.

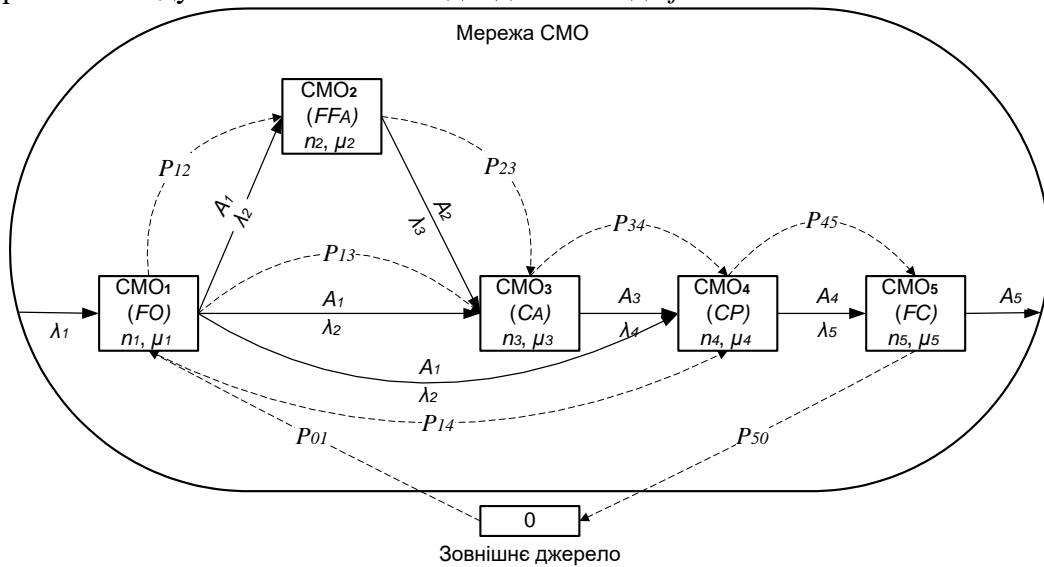


Рисунок 2 – Графи станів та передач мережі СМО

$$T = \begin{vmatrix} \text{ЗД} & \text{СМО}_1 & \text{СМО}_2 & \text{СМО}_3 & \text{СМО}_4 & \text{СМО}_5 & \\ 0 & P_{01} & 0 & 0 & 0 & 0 & \text{ЗД} \\ 0 & 0 & P_{12} & P_{13} & P_{14} & 0 & \text{СМО}_1 \\ 0 & 0 & 0 & P_{23} & 0 & 0 & \text{СМО}_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_{34} & 0 & \text{СМО}_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{45} & \text{СМО}_4 \\ P_{50} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \text{СМО}_5 \end{vmatrix} \quad (2)$$

Очевидно, має місце: $\sum_{j=0}^M P_{ij} = 1, \quad i = 0, 1, 2, \dots, M. \quad (3)$

де M – кількість СМО (у нашому випадку $M = 5$ з 0-им зовнішнім середовищем).

Інтенсивність вхідного потоку становить $\lambda_0 = \lambda_1$. Виходячи з статистичних даних імовірність при здійсненні вантажних перевезень не використовувати допомогу експедитора, а саме P_{13} складає 10%, тобто 0.1, або використовувати власний рухомий склад P_{14} (при його наявності) – 30%, тобто 0.3, тоді на підставі (2)–(3) одержуємо:

$$\{P_{01} = 1.0; P_{12} = 0.6; P_{13} = 0.1; P_{14} = 0.3; P_{23} = 1; P_{34} = 1; P_{45} = 1; P_{50} = 1\}. \quad (4)$$

Передбачається, що ймовірність того, що вимога, що залишає систему i , направиться в систему j , не залежить від попереднього шляху цієї вимоги й стану мережі в цілому. Отже, якщо існує сталий режим, то

$$\lambda_j = \sum_{i=0}^M \lambda_i \cdot P_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, M. \quad (5)$$

У цьому виразі λ_0 позначає сумарну інтенсивність джерела. Звідки одержуємо:

$$\{\lambda_1 = \lambda_0 \cdot P_{01}; \lambda_2 = \lambda_1 \cdot P_{12}; \lambda_3 = \lambda_1 \cdot P_{13} + \lambda_2 \cdot P_{23}; \lambda_4 = \lambda_1 \cdot P_{14} + \lambda_3 \cdot P_{34}; \lambda_5 = \lambda_4 \cdot P_{45}\}. \quad (6)$$

Оскільки λ_1 відома, можемо через систему рівнянь знайти значення інших інтенсивностей. Розрахувавши відповідні значення $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_5$, можна, при відповідних інтенсивностях μ_1, \dots, μ_5 (пропускних здатностях СМО) одержати основні характеристики

мережі СМО. При одержанні даних характеристик, можливе збільшення чи зменшення кількості каналів або кількості місць у чергах очікування різних СМО з метою поліпшення функціонування мережі СМО.

Універсальною характеристикою СМО є її відносна пропускна здатність:

$$q_i = \frac{\mu_i \cdot n_i}{\lambda_i} \quad (7)$$

Тоді, згідно рис. 2 сумарна відносна пропускна здатність для мережі СМО:

$$q_{\text{МСМО}} = \frac{(q_1 \cdot q_2 \cdot q_3 + q_1 \cdot q_3 \cdot q_4 + q_1 \cdot q_4)}{2} \cdot q_5 \quad (8)$$

В свою чергу абсолютна пропускна здатність для мережі СМО визначатиметься як:

$$A_0 = q_{\text{МСМО}} * \lambda_0 \quad (9)$$

Для підвищення ефективності вантажних перевезень в роботі запропоновано технологічний процес доставки партії вантажів описувати структурою ЛЛ. На основі цього розроблена модель функціонування ЛЛ доставки вантажів, яка представлена у вигляді мережі СМО і яка дозволяє значно збільшити її абсолютну пропускну здатність, що в кінцевому результаті зменшить час доставки вантажів [3]. На рисунку 3 представлена реалізація моделі аналізу ЛЛ доставки вантажів у середовищі табличного процесору Excel.

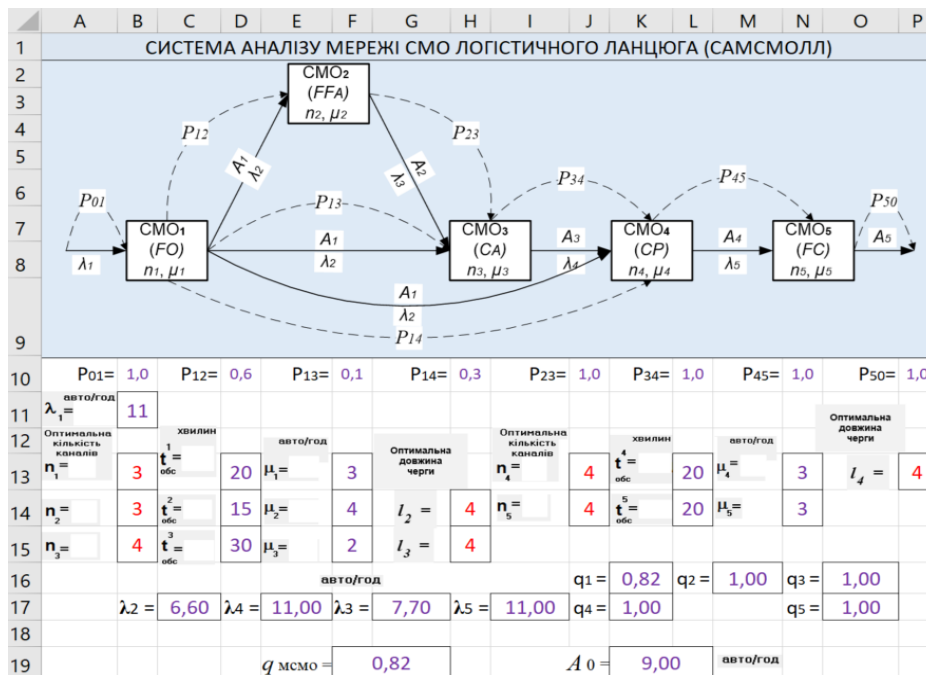


Рисунок 3 – Система аналізу мережі СМО ЛЛ

Література:

1. Прокудін Г.С. Назарова А.П. Моделі альтернативних варіантів логістичних ланцюгів доставки вантажів // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: «Технічні науки». Том 34 (73) № 2, 2023, С. 189-193.
2. Prokudin G. Logistics of freight transportation and customs service in international transportation / G. Prokudin, O. Chupaylenko, V. Lebid, O. Denys, T. Khobotnia, A. Nazarova // Logistics systems: technological and economic aspects of efficiency: collective monograph. – Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2022. P. 38-74. ISBN 978-617-7319-66-4 (on-line).
3. Прокудін Г.С. Модель аналізу логістичних ланцюгів доставки вантажів / А.П. Назарова, А.М. Поліщук, Ю.В. Лабунець // XVI міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» С. 13-15.