

СИСТЕМА АНАЛІЗУ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Прокудін Г.С., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, p_g_s@ukr.net, orcid.org/0000-0001-9701-8511

Прокудін О.Г., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, al_pro@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Назарова А.П., Національний транспортний університет, Київ, Україна, lyalyuska87@gmail.com, orcid.org/0000-0001-7099-2023

SYSTEM ANALYSIS OF LOGISTICS CHAINS OF CARGO DELIVERY

Prokudin G.S., Doctor of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, p_g_s@ukr.net, orcid.org/0000-0001-9701-8511

Prokudin O.G., Candidate of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, al_pro@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Nazarova A.P., National Transport University, Kyiv, Ukraine, lyalyuska87@gmail.com, orcid.org/0000-0001-7099-2023

Постановка проблеми. Суб'єктам транспортного ринку, які приймають участь у процесі доставки вантажів, і в першу чергу вантажовідправникам, іноді важко обрати найбільш ефективний варіант логістичного ланцюга (ЛЛ), а також кількісний зміст його складових. Модель аналізу логістичних ланцюгів доставки вантажів, яка представлена у вигляді мережі систем масового обслуговування імітує технологічні процеси доставки вантажів від вантажовідправника до вантажоотримувача і передбачає адекватне реагування на виникаючі в процесі її функціонування ситуації та дозволяє корегувати значення тих чи інших параметрів та характеристик мережі (кількість каналів, інтенсивність обслуговування і таке інше) з метою покращення роботи мережі та забезпечення оптимального процесу обслуговування вимог на доставку вантажів у міжнародному сполученні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями логістичних ланцюгів доставки вантажів займалися такі вчені як Ширяєва С.В., Свірін Д.О., Лиса С.С., Зіміна А.І., Набока Р.М., Шукліна В.В., Токмакова І.В., Овчиннікова В.О., Корінь М.В., Тюріна Н.М., Гой І.В., Бабій І.В.

В роботі Ширяєвої С.В. та Свіріна Д.О. досліджувались ЛЛ постачань при виконанні міжнародних автомобільних перевезень вантажів, зокрема: принципова схема та загальна структура ЛЛ, основні види ЛЛ, варіанти ланцюгів постачань. На жаль зміст цих досліджень носить узагальнений характер, який не конкретизовано і не містить специфіки перевезень вантажів у міжнародному сполученні.

Автори Лиса С.С. та Зіміна А.І. у своїй статті висвітлюють проблеми та перспективи розвитку ринку холодної логістики України, а саме проаналізовано підходи до тлумачення понять холодних ланцюгів постачання, холодної логістики, логістики швидкокопсуваних товарів, які можуть бути використані як синоніми. Також розглянуто питання щодо управління холодним ланцюгом постачання, визначено ключові логістичні рішення для ефективного управління, такі як: забезпечення і контроль температурного режиму під час транспортування, зберігання їх у спеціалізованих складських комплексах, комплектації, приймання; інформаційна підтримка холодного ЛЛ. Оцінено сучасний стан логістичного обслуговування холодних ланцюгів постачання в Україні. Стаття носить суто описово-статистичний характер.

У статті Набоки Р.М. та Шукліної В.В., яка присвячена впливу інтеграції ЛЛ поставок на підвищення потенціалу підприємства, встановлено, що інтегровані ЛЛ поставок дозволяють найбільш ефективно реалізувати цілі підприємства, сприяти виходу підприємства з економічної кризи. Констатовано, що при застосуванні інтегрованої логістики поставок всі функціональні підрозділи підприємства об'єднуються в єдиний процес, а метою такого об'єднання є запобігання нераціональним втратам ресурсів і досягнення максимального економічного результату. Авторами наголошується, що інтеграція ЛЛ поставок призводить до підвищення потенціалу всього підприємства, а всі взаємно пов'язані логістичні функції повинні виконуватися узгоджено – у вигляді єдиної функції. Здійснено висновок, що інтеграція ЛЛ поставок дозволяє досягти синергетичного

ефекту діяльності підприємства. Зміст статті носить декларативний характер і не містить конкретних заходів до реалізації мети інтегрованої логістики поставок.

Науково-методична праця авторів Токмакової І.В., Овчиннікової В.О. Корінь М.В. присвячена питанню управління ланцюгами постачань і спрямована на гармонізацію інтересів учасників процесу руху продукції, оптимізацію ринкових зв'язків, тобто поглибленню процесу інтеграції всіх учасників ланцюга постачань, спрямованого на задоволення вимог цільового ринку, а також на формування в учасників ланцюга постачань соціальної відповідальності відповідно до вимог суспільства в цілому та кінцевих споживачів зокрема. Управління ланцюгами постачань, на думку авторів, спрямоване на досягнення двох основних ефектів: збільшенню розміру доходу від продажів продукції/послуг за рахунок підвищення рівня сервісу, точності постачань і зниження коливань попиту; скороченню витрат за рахунок зниження рівня запасів, накладних і транзакційних витрат у закупівлях, складуванні й збуті, а також поліпшення використання виробничих і логістичних потужностей. Зміст праці носить освітній характер, надає теоретичні знання з питання управління ланцюгами постачань, але не дає практичного досвіду.

Автори Тюріна Н.М., Гой І.В., Бабій І.В. дають узагальнене визначення ЛЛ, як лінійно-впорядкованої множини фізичних та юридичних осіб (постачальників, посередників, перевізників та ін.), що беруть безпосередню участь у доведенні конкретної партії продукції до споживача. Також у роботі наводяться узагальнені приклади ЛЛ та логістичної мережі. Зміст поданого матеріалу носить узагальнений характер, не містить прикладного напрямку.

Мета статті – вивчення особливостей прийняття рішень з управління доставкою вантажів у міжнародному сполученні.

Виклад основного матеріалу. Структура технологічного процесу доставки партії вантажу описується структурою ЛЛ, що відображає послідовність участі в процесі доставки різних суб'єктів транспортного ринку. При цьому слід розрізняти задачу вибору оптимальної структури ЛЛ від задачі вибору оптимального перевізника (логістичного оператора, підрядника для виконання окремих видів робіт, вантажного терміналу, пункту пропуску і т.д.) або оптимального маршруту доставки. Вибір оптимальних варіантів логістичних ланцюгів доставки вантажів здійснюється на основі їх альтернативних варіантів, що у значній мірі визначає ефективність вантажних перевезень. [1, 2].

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

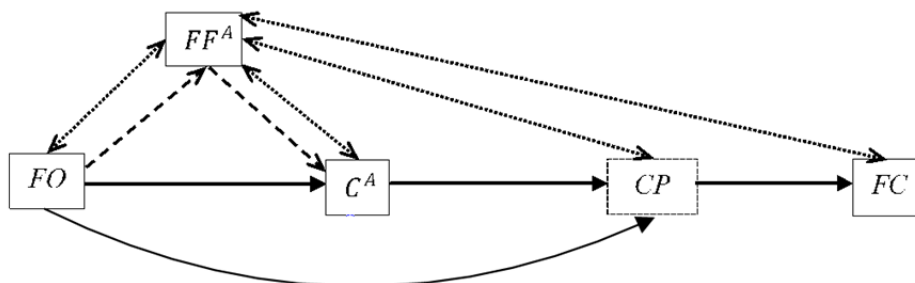


Рисунок 1 – Найпростіший варіант ЛЛ з одним експедитором
Figure 1 – The simplest option of logistics chain with one freight forwarder

Для ЛЛ доставки вантажу початковою ланкою, яка генерує вантажопотік, являється вантажовідправник (FO – *freight owner*), а кінцевою ланкою, являється вантажоотримувач (FC – *customer*). Фізичне переміщення вантажопотоку (\rightarrow) здійснює перевізник в країні вантажовідправника A (C^A – *carrier*). Функцію організації процесу переміщення вантажопотоків реалізує експедитор в країні вантажовідправника A (FF^A – *freight forwarder*). 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 пропускового пункту на митниці (CP – *customs post*) до вантажоотримувача (якщо доставка здійснюється у

міжнародному сполученні) [3, 4]. Формально найпростіший ЛЛ є сукупністю елементів наступного виду:

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

де FO – вантажовідправник; C^A – перевізник в країні вантажовідправника;
 FF^A – експедитор в країні вантажовідправника; CP – пункт пропуску на митниці;
 FC – вантажоотримувач; LC^{LF} – логістичний ланцюг (*logistics chain*) з одним експедитором.

Для розробки математичного апарату мережі систем масового обслуговування (СМО) [5] 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 (ЗД – 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.

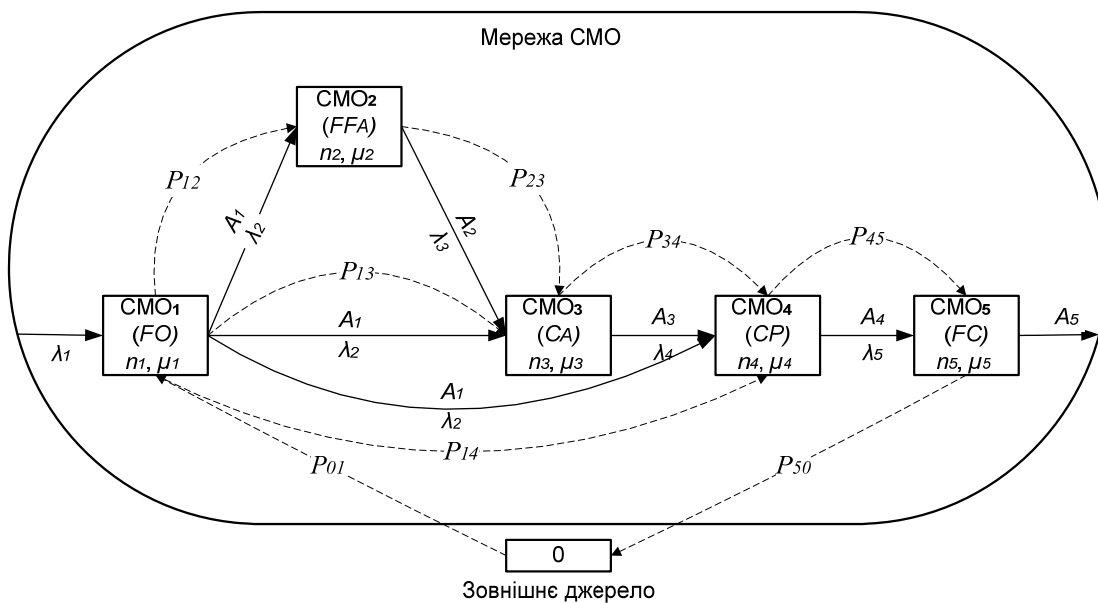


Рисунок 2 – Графи станів та передач мережі СМО

Figure 2 – State and transmissions graphs of the mass service system network

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

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:

$$\lambda_0 = \lambda_1. \quad (4)$$

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:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{01} = 1.0 \\ P_{12} = 0.6 \\ P_{13} = 0.1 \\ P_{14} = 0.3 \\ P_{23} = 1.0 \\ P_{34} = 1.0 \\ P_{45} = 1.0 \\ P_{50} = 1.0 \end{array} \right. \quad (5)$$

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

$$\lambda_j = \sum_{i=0}^M \lambda_i \cdot P_{ij}, \quad j=1,2,\dots,M. \quad (6)$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_1 = \lambda_0 \cdot P_{01} \\ \lambda_2 = \lambda_1 \cdot P_{12} \\ \lambda_3 = \lambda_1 \cdot P_{13} + \lambda_2 \cdot P_{23} \\ \lambda_4 = \lambda_1 \cdot P_{14} + \lambda_3 \cdot P_{34} \\ \lambda_5 = \lambda_4 \cdot P_{45} \end{array} \right. \quad (7)$$

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 [6].

Універсальною характеристикою СМО є її відносна пропускна здатність:

$$q_i = \frac{\mu_i \cdot n_i}{\lambda_i}. \quad (8)$$

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

$$q_{\text{МСМО}} = \frac{(q_1 \cdot q_2 \cdot q_3 + q_1 \cdot q_3 \cdot q_4 + q_1 \cdot q_4)}{2} \cdot q_5. \quad (9)$$

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

$$A_0 = q_{\text{МСМО}} \cdot \lambda_0. \quad (10)$$

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 [7, 8]. На рисунку 3 представлена реалізація моделі аналізу ЛЛ доставки вантажів у середовищі табличного процесору Excel з метою знаходження абсолютної пропускну здатності системи.

В результаті аналізу технологічних процесів доставки вантажів від вантажовідправника до вантажоотримувача, які пов'язані з проходження окремих ланок ЛЛ, а саме СМО (див. рис. 2), були здійснені наступні призначення:

- СМО₁ (FO) – одно- або багатоканальна система без обмежень на чергу чекання;
 - СМО₂ (FF^A) – одно- або багатоканальна система з обмеженою кількістю місць для очікування;
 - СМО₃ (C^A) – одно- або багатоканальна система з обмеженою кількістю місць для очікування;
 - СМО₄ (CP) – одно- або багатоканальна система з обмеженою кількістю місць для очікування;
 - СМО₅ (FC) – одно- або багатоканальна система без обмежень на чергу чекання.
- Середній час перебування вимог в мережі масового обслуговування визначатиметься:

$$\overline{t}_M^0 = \sum_{i=1}^m \overline{t}_{cист}^i, \quad (11)$$

$$\overline{t}_{cист}^i = \overline{t}_{чек}^i + \overline{t}_{обс}^i, \quad i = 1, M \quad (12)$$

де $\overline{t}_{cист}^i$, $\overline{t}_{чек}^i$, $\overline{t}_{обс}^i$, відповідно, середній час перебування вимоги в *i*-тій системі, середній час чекання в черзі чекання та середній час її обслуговування.

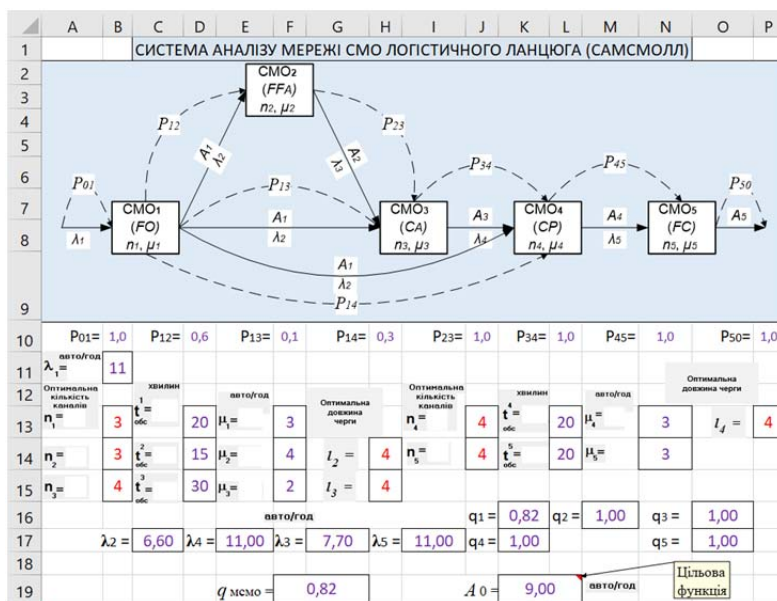


Рисунок 3 – Система аналізу мережі СМО ЛЛ доставки вантажів (знаходження абсолютної пропускну здатності системи)

Figure 3 – System analysis of the mass delivery network of logistics chain cargo delivery (finding the absolute throughput of the system)

При цьому можливо врахувати як структуру кожної системи, так і її можливі втрати в процесі обслуговування. Для цього застосуємо відповідні формули [9].

Величини $\overline{t}_{cист}^i$ визначаються наступним чином:

- 1) Для СМО I та СМО IV – одноканальних систем без обмежень на чергу:

$$\overline{t}_{cист}^i = \overline{t}_{чек}^i + \overline{t}_{обс}^i = \frac{1}{\mu_i(1 - \rho_i)}, \quad \rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i}, \quad i = 1, 4; \quad (13)$$

де ρ_i –приведена інтенсивність вимог в i -тій системі;

2) Для СМО I та СМО IV – багатоканальних систем без обмежень на чергу:

$$\overline{t_{сист}^i} = \overline{t_{чек}^i} + \overline{t_{обс}^i} = \frac{\overline{\tau}_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\mu_i}, \quad \overline{\tau}_i = \frac{\rho_i^{n_i+1}}{n_i \cdot n_i! (1 - \chi_i)^2}, \quad i = 1, 4; \quad (14)$$

$$P_0 = [1 + \frac{\rho_i}{1!} + \frac{\rho_i^2}{2!} + \dots + \frac{\rho_i^{n_i}}{n_i!} + \frac{\rho_i^{n_i+1}}{n_i!(n_i - \rho_i)}]^{-1}, \quad (15)$$

де $\chi_i = \frac{\rho_i}{n}$ - приведена інтенсивність вимог 1 каналу в i -тій системі;

n – кількість каналів; P_0 – імовірність відсутності у системі вимог;

Слід зауважити, що для систем без обмеження черги чекання наявність граничного режиму забезпечується за умови: $\rho_i < 1$ – для одноканальних СМО; $\rho_i < n$ – для багатоканальних СМО.

3) Для СМО II, СМО III, СМО V та СМО VI – одноканальних систем з обмеженою кількістю місць для очікування:

$$\overline{t_{сист}^i} = \overline{t_{чек}^i} + \overline{t_{обс}^i} = \frac{\overline{\tau}_i}{\lambda_i} + \frac{q_i}{\mu_i}, \quad \overline{\tau}_i = \frac{\rho_i^2 [1 - \rho_i^l (l_i + 1 - l_i \rho_i)]}{(1 - \rho_i^{l_i+2})(1 - \rho_i)}, \quad i = 2, 3, 5, 6; \quad (16)$$

де l - кількість місць для очікування в черзі.

4) Для СМО II, СМО III, СМО V та СМО VI – багатоканальних систем з обмеженою кількістю місць для очікування:

$$\overline{t_{сист}^i} = \overline{t_{чек}^i} + \overline{t_{обс}^i} = \frac{\overline{\tau}_i}{\lambda_i} + \frac{q_i}{\mu_i}, \quad \overline{\tau}_i = \frac{\rho_i^{n_i+1}}{n_i \cdot n_i!} P_0 \frac{1 - (l_i + 1)\chi_i^{l_i} + l_i \chi_i^{l_i+1}}{(1 - \chi_i)^2}, \quad i = 2, 3, 5, 6; \quad (17)$$

$$P_0 = [1 + \frac{\rho_i}{1!} + \frac{\rho_i^2}{2!} + \dots + \frac{\rho_i^{n_i}}{n_i!} + \frac{\rho_i^{n_i}}{n_i!} \frac{\rho_i / n_i - (\rho_i / n_i)^{l_i+1}}{1 - \rho_i / n_i}]^{-1}, \quad (18)$$

Середня кількість вимог, що знаходиться в мережі, визначається за формулою Літтла як

$$\overline{z} = \overline{t} * \lambda. \quad (19)$$

Розроблена методика аналізу мережі СМО передбачає адекватне реагування на виникаючі в процесі її функціонування ситуації та дозволяє корегувати значення тих чи інших параметрів та характеристик мережі (кількість каналів, інтенсивність обслуговування і таке інше) з метою покращення роботи мережі та забезпечення оптимального процесу обслуговування вимог на доставку вантажів у міжнародному сполученні [10]. На рисунку 4 представлена реалізація моделі аналізу ЛЛІ доставки вантажів у середовищі табличного процесору Excel з метою знаходження середньої кількості вимог, що знаходиться в мережі.

Запропонована модель аналізу логістичних ланцюгів доставки вантажів, яка представлена у вигляді мережі СМО імітує технологічні процеси доставки вантажів від вантажовідправника до вантажоотримувача використовується у навчальному процесі кафедри міжнародних перевезень та митного контролю Національного транспортного університету при викладанні навчальної дисципліни “Моделі та методи оптимізації перевезень у міжнародному сполученні” для магістрів спеціальності 275 – транспортні технології (за видами) спеціалізації 275.03 – транспортні технології (на автомобільному транспорті) освітньо-професійних програм “Організація міжнародних перевезень” та “Митна справа у транспортній галузі”.

В даний час проводяться дослідження по застосуванню розробленої методики аналізу мережі СМО для більш складних за структурою логістичних ланцюгів доставки вантажів, а саме: варіант ЛЛІ

з двома експедиторами, варіант ЛЛ з одним терміналом, варіант ЛЛ з двома терміналами та варіант ЛЛ з двома терміналами та n -ою кількістю країн транзиту. Після закінчення цих досліджень планується передати розроблене методичне та програмне забезпечення науково-консультаційному центру Асоціації міжнародних автомобільних перевізників України для використання у навчальному процесі підготовки управлінського персоналу автотранспортних підприємств АсМАП України.

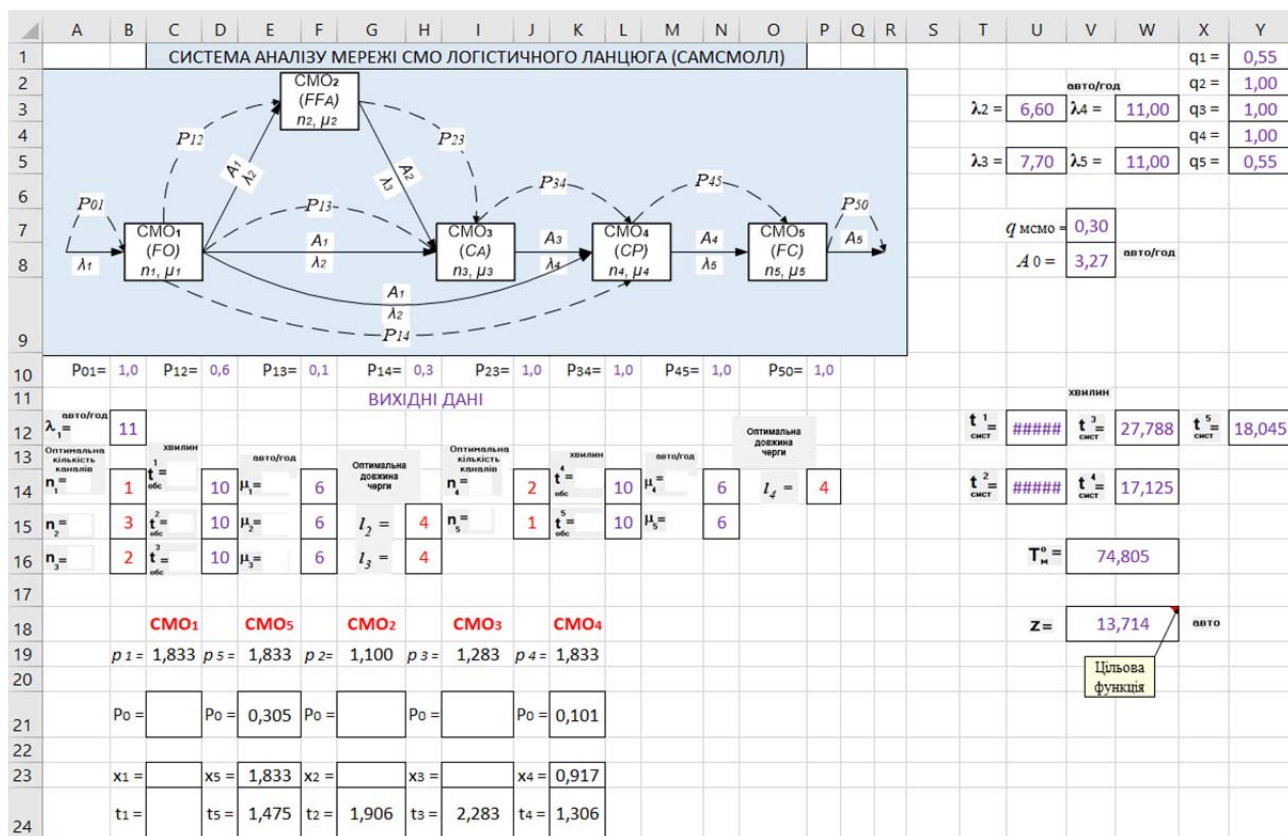


Рисунок 4 – Система аналізу мережі СМО ЛЛ доставки вантажів (знаходження середньої кількості вимог, що знаходиться в мережі)

Figure 4 – System analysis of the mass delivery network of logistics chain cargo delivery (finding the average number of requests that are in the network)

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Назарова А.П. Моделі альтернативних варіантів логістичних ланцюгів доставки вантажів / А.П. Назарова, Г.С. Прокудін // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: «Технічні науки». Том 34 (73) № 2, 2023, С. 189-193.
<https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.2.2/32>
2. Прокудін Г.С. Варіанти логістичних ланцюгів / Г.С. Прокудін, А.П. Назарова // Всеукраїнська наукова конференція здобувачів освіти і молодих учених «Відбудова транспортної інфраструктури України». Збірник тез доповідей. – К.: НТУ, 2023. – С. 165. ISBN: 978-966-632-319-7 (Online). DOI: 10.33744/978-966-632-319-7-2023-1
https://drive.google.com/file/d/1BPUIQTS6nHmawNOm08w_Df-3kj1Q7l3y/view
3. 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).
<https://doi.org/10.15587/978-617-7319-66-4.ch2>
4. Прокудін Г.С. Аутсорсинг митно-логістичної діяльності в міжнародних перевезеннях. / Чупайленко О.А., Гілевська К.Ю., Колесник Ю.О. // «InterConf+» (ISSN 2709-4685), Which will be formed and published based on the materials of the VI International Scientific and Practical Conference «Scientific trends and trends in the context of globalization» - С.68-76. (September 19-20, 2023; Umea, Sweden)
<https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.09.2023.006>

5. Підвищення ефективності роботи митного терміналу при виконанні міжнародних вантажних автомобільних перевезень [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.22.01 / Куницька Ольга Миколаївна ; Національний транспортний ун-т. - К., 2006. - 136 с.

6. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 141 с.

7. 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. 300-302. (23-25 жовтня 2023 року). Вінницький національний технічний університет. Вінниця. Україна.

8. Прокудін Г.С. Система аналізу мережі СМО логістичних ланцюгів доставки вантажів / А.П. Назарова, Т.Г. Хоботня, І.І. Прокудіна // Міжнародна науково-практична конференція “Розумний транспорт та інтегровані транспортні технології” – С. 47-49. (21-22 листопада 2023 року). Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків. Україна.

9. Дослідження операцій у транспортних системах : навч. посібник для студ. напряму “Транспортні технології” вищ. навч. закладів / [укл. Н. Т. Кунда]. – К. : Видавничий Дім “Слово”, 2008. – 400 с.

10. Ремех І.О. Оптимізація схем доставки вантажу у міжнародному сполученні / Г.С. Прокудін, К.О. Майданик, Ю.А. Редіч, І.О. Ремех // Тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (м. Чернігів, 10-12 травня 2018 року): т. 2, Чернігівський національний технологічний університет. – Чернігів: ЧНТУ, 2018. – С. 239–240.

REFERENCES

1. Nazarova A.P. Models of alternative options of logistics chains of cargo delivery / A.P. Nazarova, G.S. Prokudin // Scientific Notes of V.I. Vernadsky Tavria National University. Series: "Technical Sciences". Vol. 34 (73) No. 2, 2023, pp. 189-193.

<https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.2.2/32>

2. Prokudin G.S., Options for logistics chains / G.S. Prokudin, A.P. Nazarova // All-Ukrainian scientific conference of students and young scientists "Reconstruction of the transport infrastructure of Ukraine". Collection of abstracts. - K.: NTU, 2023. - P. 165. ISBN: 978-966-632-319-7 (Online). DOI: 10.33744/978-966-632-319-7-2023-1

https://drive.google.com/file/d/1BPUIQTS6nHmawNOm08w_Df-3kj1Q7l3y/view

3. Prokudin G. Logistics of freight transportation and customs service in international transportation / G. Prokudin, O. Chupaylenko, V. Lebid, O. Denys, T. Khabotnia, 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).

<https://doi.org/10.15587/978-617-7319-66-4.ch2>

4. Prokudin G.S. Outsourcing of customs and logistics activities in international transportation. / Chupailenko O.A., Gilevska K.Y., Kolesnyk Y.O. // "InterConf+" (ISSN 2709-4685), Which will be formed and published based on the materials of the VI International Scientific and Practical Conference "Scientific trends and trends in the context of globalization" - P.68-76. (September 19-20, 2023; Umea, Sweden).

<https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.09.2023.006>

5. Improving the efficiency of the customs terminal in the performance of international road freight transportation [Text] : Cand: 05.22.01 / Kuniyska Olga Mykolaivna ; National Transport University - K., 2006. - 136 с.

6. Theory of a mass service system: a textbook / A. L. Litvinov ; Kharkiv National University of Urban Economy named after A. M. Beketov - Kharkiv: KhNUMH named after A.M. Beketov, 2018. 141 p.

7. Prokudin G.S. Model for analyzing logistics chains of cargo delivery / A.P. Nazarova, A.M. Polishchuk, Y.V. Labunets // XVI International Scientific and Practical Conference "Modern Technologies and Prospects for the Development of Road Transport" - P. 300-302. (October 23-25, 2023). Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia. Ukraine.

8. Prokudin G.S. System for analyzing the mass service system network of logistics delivery chains / A.P. Nazarova, T.G. Khabotnya, I.I. Prokudina // International Scientific and Practical Conference "Smart Transport and Integrated Transport Technologies" - P. 47-49. (November 21-22, 2023). Kharkiv National Automobile and Road University. Kharkiv. Ukraine.

9. Research of operations in transport systems: a textbook for students of the direction "Transport Technologies" of higher education institutions / [compiled by N. T. Kunda] - K. : Slovo Publishing House, 2008. 400 p.

10. Remekh I.O. Optimization of cargo delivery schemes in international traffic / G.S. Prokudin, K.O. Maidanyk, Y.A. Redich, I.O. Remekh // Abstracts of the VIII International Scientific and Practical Conference "Integrated Quality Assurance of Technological Processes and Systems" (Chernihiv, May 10-12, 2018): Vol. 2, Chernihiv National Technological University - Chernihiv: CHNTU, 2018. PP. 239-240.

РЕФЕРАТ

Прокудін Г.С. Система аналізу логістичних ланцюгів доставки вантажів / Г.С. Прокудін, О.Г. Прокудін, А.П. Назарова // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий, науково-виробничий журнал. – К.: НТУ, 2023. – Вип. 3 (57).

У статті запропоновано модель аналізу логістичних ланцюгів доставки вантажів, яка представлена у вигляді мережі систем масового обслуговування. Ця мережа імітує технологічні процеси доставки вантажів від вантажовідправника до вантажоотримувача і передбачає адекватне реагування на виникаючі в процесі її функціонування ситуації та дозволяє корегувати значення тих чи інших параметрів та характеристик мережі (кількість каналів, інтенсивність обслуговування і таке інше) з метою покращення роботи мережі та забезпечення оптимального процесу обслуговування вимог на доставку вантажів у міжнародному сполученні.

Об'єкт дослідження – процес доставки вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні.

Мета роботи – вивчення особливостей прийняття рішень з управління доставкою вантажів у міжнародному сполученні.

Методи дослідження – для досягнення мети роботи використовувалися загальновідомі наукові методи: системний аналіз, абстракція, синтез, систематизація, узагальнення, формулювання висновків, а також математичне моделювання транспортних процесів і теорія систем масового обслуговування.

Структура технологічного процесу доставки партії вантажу описується структурою логістичного ланцюга, що відображає послідовність участі в процесі доставки різних суб'єктів транспортного ринку. При цьому слід розрізняти задачу вибору оптимальної структури логістичного ланцюга від задачі вибору оптимального перевізника (логістичного оператора, підрядника для виконання окремих видів робіт, вантажного терміналу, пункту пропуску і т.д.) або оптимального маршруту доставки. Вибір оптимальних варіантів логістичних ланцюгів доставки вантажів здійснюється на основі їх альтернативних варіантів, що у значній мірі визначає ефективність вантажних перевезень.

У роботі розглядається найпростіший варіант логістичного ланцюга при доставці вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні, який складається з вантажовідправника, перевізника в країні вантажовідправника, експедитора в країні вантажовідправника, пункт пропуску на митниці та вантажоотримувача. В логістичному ланцюгу, який відображає технологічний процес доставки вантажу, циркулюють вантажопотоки, інформаційні потоки та фінансові потоки. Саме технологічний процес доставки вантажу з усіма його складовими імітується за допомогою математичного апарату теорії масового обслуговування у вигляді мережі систем масового обслуговування.

Розроблена методика аналізу мережі систем масового обслуговування передбачає адекватне реагування на виникаючі в процесі її функціонування ситуації та дозволяє корегувати значення тих чи інших параметрів та характеристик мережі (кількість каналів, інтенсивність обслуговування і таке інше) з метою покращення роботи мережі та забезпечення оптимального процесу обслуговування вимог на доставку вантажів у міжнародному сполученні. В статті представлена реалізація моделі аналізу логістичного ланцюга доставки вантажів у середовищі табличного процесору Excel з метою знаходження абсолютної пропускної здатності системи та середньої кількості вимог, що знаходиться в мережі.

Запропонована модель аналізу логістичних ланцюгів доставки вантажів використовується у навчальному процесі кафедри міжнародних перевезень та митного контролю Національного транспортного університету при викладанні навчальної дисципліни "Моделі та методи оптимізації перевезень у міжнародному сполученні" для магістрів спеціальності 275 – транспортні технології (за видами).

В даний час проводяться дослідження по застосуванню розробленої методики аналізу мережі систем масового обслуговування для більш складних за структурою логістичних ланцюгів доставки вантажів, а саме: варіант логістичного ланцюга з двома експедиторами, варіант логістичного ланцюга з одним терміналом, варіант логістичного ланцюга з двома терміналами та варіант логістичного ланцюга з двома терміналами та n -ою кількістю країн транзиту. Після закінчення цих досліджень планується передати розроблене методичне та програмне забезпечення науково-консультаційному центру Асоціації міжнародних автомобільних перевізників України для використання у навчальному процесі підготовки управлінського персоналу автотранспортних підприємств АсМАП України.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ЛОГІСТИЧНИЙЦ ЛАНЦЮГ, МЕРЕЖА СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ, АБСОЛЮТНА ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ СИСТЕМИ, СЕРЕДНЯ КІЛЬКІСТЬ ВИМОГ.

ABSTRACT

Prokudin G.S., Prokudin O.G., Nazarova A.P. System analysis of logistics chains of cargo delivery. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2024. – Issue 1 (57).

The article proposes a model for analyzing logistics chains of cargo delivery, which is presented in the form of a mass delivery network. This network simulates the technological processes of cargo delivery from the freight owner to the freight customer and provides for an adequate response to situations arising in the course of its operation and allows adjusting the values of certain parameters and characteristics of the network (number of channels, service intensity, etc.) in order to improve the network operation and ensure an optimal process of servicing the requirements for the delivery of goods in international traffic.

The object of research is the process of cargo delivery by road in international traffic.

The aim of the research is to study the peculiarities of decision-making in the management of cargo delivery in international traffic.

Research methods - to achieve the aim of the work, well-known scientific methods were used: system analysis, abstraction, synthesis, systematization, generalization, formulation of conclusions, as well as mathematical modeling of transport processes and the theory of a mass delivery systems.

The structure of the technological process of cargo delivery is described by the structure of the logistics chain, which reflects the sequence of participation in the delivery process of various transport market entities. It is important to distinguish the task of selecting the optimal structure of the logistics chain from the task of selecting the optimal carrier (logistics operator, contractor for certain types of work, cargo terminal, checkpoint, etc.) or the optimal delivery route. The choice of optimal options for logistics chains of cargo delivery is based on their alternatives, which largely determines the efficiency of cargo transportation.

This research considers the simplest version of the logistics chain for the delivery of goods by road in international traffic, which consists of a shipper, a carrier in the country of the shipper, a forwarder in the country of the shipper, a customs checkpoint and a consignee. Cargo flows, information flows, and financial flows circulate in the logistics chain, which reflects the technological process of cargo delivery. It is the technological process of cargo delivery with all its components that is simulated using the mathematical apparatus of queuing theory in the form of a network of queuing systems.

The developed methodology for analyzing a queuing system network provides for an adequate response to situations arising in the course of its operation and allows adjusting the values of certain parameters and characteristics of the network (number of channels, service intensity, etc.) in order to improve the network operation and ensure an optimal process of servicing the requirements for the delivery of goods in international traffic. The article presents the implementation of the model for analyzing the logistics chain of cargo delivery in the environment of the Excel spreadsheet processor in order to find the absolute throughput of the system and the average number of requirements in the network.

The proposed model for analyzing logistics chains of cargo delivery is used in the educational process of the Department of International Transportation and Customs Control of the National Transport University in teaching the discipline "Models and Methods of Optimization of Transportation in International Traffic" for masters of specialty 275 - Transport Technologies (by type).

Currently, research is being conducted on the application of the developed methodology for analyzing the a mass delivery network systems for more complex logistics chains of cargo delivery, namely: a variant of the logistics chain with two forwarders, a variant of the logistics chain with one terminal, a variant of the logistics chain with two terminals and a variant of the logistics chain with two terminals and the n -th number of transit countries. Upon completion of these studies, it is planned to transfer the developed methodological and software to the Scientific and Consulting Center of the Association of International Road Carriers of

Ukraine for use in the educational process of training management personnel of road transport enterprises of AsMAP of Ukraine.

KEYWORDS: FREIGHT TRANSPORTATION, LOGISTICS CHAIN, QUEUING SYSTEM NETWORK, OPTIMIZATION, ABSOLUTE SYSTEM THROUGHPUT, AVERAGE NUMBER OF REQUIREMENTS.

АВТОРИ:

Прокудін Георгій Семенович, доктор технічних наук, Національний транспортний університет, завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: p_g_s@ukr.net, тел. +380633270243, Україна, 01010 Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка 1, к.437, orcid.org/0000-0001-9701-8511

Прокудін Олексій Георгійович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: al_pro@ukr.net, тел. +380672350604, Україна, 01010 Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка 1, к.439, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Назарова А.П., Національний транспортний університет, Phd – аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: lyalyuska87@gmail.com, тел. +380965900143, Україна, 01010 Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка 1, к.437, orcid.org/0000-0001-7099-2023

AUTHOR:

Georgii Prokudin, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of the Department of International Transportation and Customs Control, e-mail: p_g_s@ukr.net, tel. +380633270243, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str.1, of. 437, orcid.org/0000-0001-9701-8511

Oleksii Prokudin, Ph.D., Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of the Department of Transport Law and Logistics, e-mail: al_pro@ukr.net, tel. +380672350604, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str.1, of. 439, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Alina Nazarova, PhD student of the Department of International Transportation and Customs Control, e-mail: lyalyuska87@gmail.com, tel. +380965900143, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str.1, of. 437, orcid.org/0000-0001-7099-2023

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Мямлін Сергій Віталійович, доктор технічних наук, професор, департамент розвитку і технічної політики АТ «Укрзалізниця», директор, Київ, Україна

Поліщук Володимир Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Київ, Україна

REVIEWERS:

Miamlin S.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Development and Technical Policy of JSC «Ukrzaliznytsia», Director, Kyiv, Ukraine

Polishchuk V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of the Department of Transport Systems and Road Traffic Safety, Kyiv, Ukraine