

3. Чуб С.Г. Оцінювання ресурсів при управлінні ресурсообігом у гнучких виробничих системах // Зб. науков. праць. – Донецьк: Дон ІЗТ, 2006. – Вип. 5 . – С. 34.

УДК 656.225:629.463

Ломотько Д.В., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ)

ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГУ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ НА БАЗІ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТУ ПРЯМУВАННЯ ПОЇЗДІВ

Вступ. Залізницями України і СНД перевозиться велика кількість вантажів – нафтопродуктів, вугілля, металоконструкцій, залізобетонних виробів, автотракторної техніки, упакованих вантажів та вантажів без упаковок - які у процесі перевезення вимагають від системи доставки врахування своїх особливостей. Реальним резервами підвищення якості та надійності роботи залізничного транспорту та покращення використання рухомого складу є забезпечення на високому рівні безпеки руху поїздів, виконання маневрових і навантажувально-розвантажувальних робіт, збереження вагонів і вантажів, а також всебічне врахування як специфіки вантажів, що транспортуються, так і вимог вантажовласника до параметрів транспортної системи. Останній факт є важливим при виборі вантажовласником того чи іншого виду транспорту для перевезення.

Постановка проблеми. Останнім часом підвищення конкурентоспроможності залізниць можливо тільки за рахунок надання транспортних послуг з принципово новою якістю з урахуванням індивідуальних побажань вантажовласників до логістичної системи доставки. При цьому залізниці під час перевезення несуть додаткові витрати, які пов'язані з побудовою логістичного ланцюга доставки, прискоренням переміщення та переробки поїздів та оптимізацією маршруту їх прямування: для деяких вантажів транспортна складова в їх кінцевої собівартості складає до 50%. Для якісної роботи в таких умовах залізниці повинні планувати обслуговування з урахуванням наявності найвигідніших напрямків прямування вантажів, що дозволяє чітко визначити час прибуття вантажу та отримати додатковий прибуток.

Аналіз нормативних актів, досліджень і публікацій. Відповідно до [1], у випадку порушення зобов'язань, які випливають з договору перевезення, сторони несуть відповідальність. Цивільно-правова відповідальність залізниці ґрунтується на загальних принципах, закріплених у статті 116, де зазначено, що за несвоєчасну доставку вантажів залізниця у найгіршому випадку (за прострочення на чотири і більше діб) сплачує одержувачу штраф у розмірі 30 % від провізної плати. В той же час згідно до п. 23 [2] плата за перевезення вантажів великою швидкістю визначається за відповідними схемами вантажної швидкості зі збільшенням у 2 рази і повинна компенсувати додаткові витрати залізниці, які пов'язані зі збільшенням швидкості. Якщо розглянути з позиції вантажовласників окремі правові підстави перевезень, вони можуть не в повній мірі відповідають вимогам привабливості залізниць.

З іншого боку, проблема формування оптимального маршруту прямування поїздів в рамках логістичного обслуговування є однією з найбільш актуальних для залізниць. Зокрема, дослідження у цьому напрямку здійснюється як в Україні [3], так і за кордоном [4]. Нажаль у більшості публікацій відсутня прив'язка до конкретних умов мережі залізниць, а в математичні моделі, як правило, є детермінованими.

Формування цілей (постановка завдання). У більшості публікації підкреслюється необхідність врахування інтересів і вимог вантажовласників при побудові логістичних ланцюгів. Тому транспортне обслуговування залізницями повинно орієнтуватись на наявність системи логістичних центрів, функціонування яких спрямовано на оптимізацію маршрутів прямування вантажів при безумовному виконанні договірних строків доставки. Аналіз показників роботи залізниць дозволяє зробити висновок про важливість та актуальність рішення задачі формування на мережі залізниць України логістичних ланцюгів, за допомогою яких можливо зменшити значну частину вантажу, що знаходиться в русі. Крім того, оптимізація маршруту прямування поїздів дозволить заздалегідь визначити точний час надходження вантажу до вантажоодержувача, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності залізниць.

Формування логістичного ланцюгу доставки вантажів на базі оптимізації маршруту прямування поїздів. Розглянемо наступну модель функціонування логістичного ланцюгу. Кожній ділянці d_{ij} залізничної мережі, по якій здійснюється доставка вантажу, поставимо у відповідність дві множини: множину економічного ефекту \mathbf{M} від проходження поїзду і множину витрат \mathbf{B} . Кожна з них має єдину природу походження, тому очевидно, що вони залежать у тому числі від імовірного часу прямування

t_{ij}^y по дільниці, перерозподілом перевізної плати між залізничними підрозділами, які беруть участь у перевезенні, і, у загальному випадку, пропорційні виконаній перевізній роботі.

Формалізуємо залізничну мережу у вигляді неорієнтованого графу $G(V, D)$, де V – множина вузлових станцій, які є вершинами графу $v_i \in V, i \in [1; n]$, D – множина залізничних дільниць, які примикають до станцій, $d_{ij} \in D, i, j \in [1; n], i \neq j$. Вага кожної вершини та ребра може обиратися в залежності від мети моделювання, у даному випадку – це економічний ефект M від проходження поїзду і множина витрат B . Це не звужує коло застосування моделі. Кожний маршрут прямування (ланцюг мережі) $\lambda \in \Lambda$ зі станції формування (початкової вершини) на станцію розформування (в кінцеву вершину) характеризує логістичний ланцюг перевезення.

Для рішення задачі перейдемо від графу G до графу G_0 таким чином, що кожній вершині поставимо у відповідність дві $v_j^+, v_j^- \in G_0, v_j \Leftrightarrow (v_j^+, v_j^-)$, причому кожному ребру d_{ij} , інцидентному вершині v_j у графі G , відповідають ребра d_{ij}^+, d_{ij}^- у графі G_0 . Дузі між вершинами v_j^+, v_j^- поставимо у відповідність показники економічного ефекту і сумарних витрат у вершині – це необхідно для забезпечення можливості їх еквівалентного використання як на ребрах графу, так і вершинах. Приклад еквівалентного перетворення вершин наведено на рисунку 1.

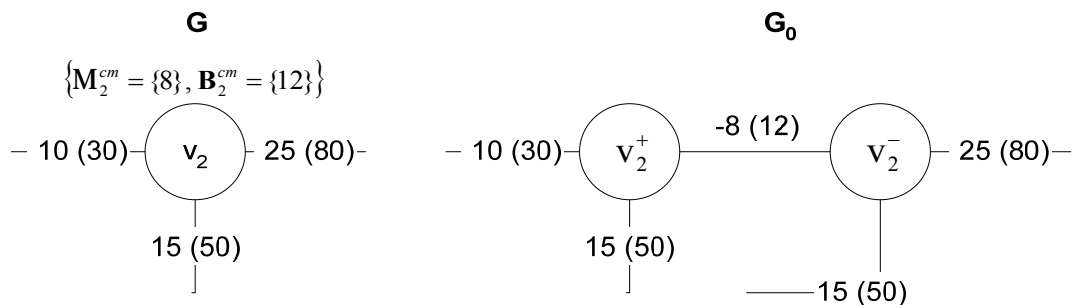


Рисунок 1 – Еквівалентне перетворення вершини графу

Для врахування витрат, що пов'язані з початково-кінцевими операціями і подачею-забиранням вагонів на місцях незагального користування, а також з додатковими логістичними витратами у вантажовласників, до графу G_0 слід також ввести фіктивні вершини v_j^{BB} -

витік для вантажовідправника і стік v_j^{BO} – для вантажоодержувача з використанням еквівалентного перетворення (див. рисунок 1).

Введемо також до моделі фактичну тривалість перевезення $T(\lambda)$ по маршруту λ - суму часів прямування всім дільницям та нормативний час перевезення T_n . Останній може бути обчислено відповідно [1] або обговорено у договорі транспортного обслуговування. Слід звернути увагу на той факт, що у реальних залізничних перевезеннях витрати від переробки поїзду та визначений час обробки і затримок має місце на станціях, тобто у вершинах v_j графу $G_0(V, D)$.

Для поставленої задачі оптимізації ланцюгу доставки вантажу за рахунок вибору раціонального маршруту прямування розглянемо процес прийняття рішення, який полягає у виборі таких технологічних параметрів системи доставки, які дозволяють отримати прийнятний рівень якості для вантажовласника. Реалізація альтернативних технологічних варіантів призводять до різного стану системи доставки, тому у процесі прийняття рішення необхідно мати можливість оцінки якості кожного варіанту за схемою, яку наведено на рисунку 2. Даний підхід слід використати для створення системи підтримки рішення задач оперативного управління і прогнозування технологічного стану логістичного ланцюгу.

Використання класичного підходу до побудови моделі логістичного ланцюгу і визначення оптимального маршруту пов'язано з розбивкою системи на підсистеми, характеристики яких визначено залежно від їх складності та технології функціонування [5]. Тому, для кожної підсистеми необхідно отримати набір моделей і множин показників, і для загальносистемного моделювання об'єднати їх в єдину систему. При цьому значення показників множин \mathbf{M} і \mathbf{B} будуть залежать від маршруту прямування у силу різної технології поїзду на кожній дільниці або станції, тому

$$\forall i \in [1, q]: f(M_i) \in \mathbf{M}, f(B_i) \in \mathbf{B}, \quad (1)$$

де q – кількість показників множин \mathbf{M} і \mathbf{B} . У подальшому цю залежність позначимо як $\mathbf{M}(\lambda)$ і $\mathbf{B}(\lambda)$.

Припустимо, що витрати та економічний ефект є опуклими функціями. У [6] доведено, що при такому характері вартісних показників існують ефективні методи визначення екстремальних потоків у графах. До таких методів можливо віднести, наприклад, методи Басакера-Гоуена або метод Клейна. У цьому випадку цільова функція для пошуку оптимального

логістичного ланцюгу перевезення вантажопотоку буде мати наступний вигляд

$$\lambda^* = \arg \max_{\lambda} [\mathbf{M}(\lambda) - \mathbf{B}(\lambda)], \mathbf{M}(\lambda) - \mathbf{B}(\lambda) \geq 0. \quad (2)$$



Рисунок 2 – Блок-схема рішення задачі прийняття рішення

Відмінною ознакою задачі (2) є визначення оптимального варіанту за багатьма показниками. Для подолання невизначеності, пов'язаної із

багатокритеріальністю задачі, потрібно введення поняття кращого рішення з використанням принципів оптимальності, які забезпечують порівняння варіантів у межах простору критеріїв при пошуку компромісних рішень [6]. Нажаль, ефективно описати залежність множин витрат і економічного ефекту $\mathbf{M}(\lambda)$ і $\mathbf{B}(\lambda)$ від технологічних факторів і інших параметрів у явному вигляді дуже складно. Тому екстремальну задачу (2) можливо формалізувати як екстремальну з припущеннями і вирішувати методами пошукової оптимізації. Методи пошукової оптимізації базуються на використанні інформації про технологічний процес доставки і в послідовному поліпшенні якості отриманих екстремальних рішень задачі у тому числі - в умовах невизначеності і нечіткої інформації.

Для визначення оптимальних логістичних ланцюгів $\lambda_k^* \in \Lambda^*$ на сети \mathbf{G} необхідно задачу (2) вирішити для кожної пари вершин. Оскільки кожний поїзд може мати свою категорію, отриману задачу вирішено як «задачу про багатопродуктовий потік». Багатокритеріальний характер цільової функції дозволяє перейти, до її рішення у залежності від векторної функції якості $\Phi(\lambda)$ функціонування логістичної ланцюгу, яка може бути задана у неявному вигляді.

Отримання рівнів функції якості $\Phi(\lambda)$ здійснюється на основі поточних значень складових частин, причому, у тих випадках, коли відсутня можливість встановити ці значення у явному вигляді - як значення функції приналежності. Як приклад на рисунку 3 наведено блок-схему розрахунку показників для транзитної вершини мережі.

У розглянутому варіанті функція якості функціонування логістичного ланцюгу $\Phi(\lambda)$ є вектором значень набору показників всього ланцюгу, тому її можливо вважати за якість результату функціонування логістичної системи доставки вантажу у цілому. Тому пошук рішення задачі (2) можливо здійснити у вигляді

$$\begin{aligned} f(\lambda^*) &= \arg \max_{\lambda \in \Lambda^q} [\Phi(\lambda)], \\ \forall i \in [1, q]: f(M_i) &\in \mathbf{M}, f(B_i) \in \mathbf{B} \end{aligned} \quad (3)$$

З урахуванням висновків, отриманих у [7], визначення технологічних параметрів оптимального логістичного ланцюгу доставки вантажу можливо формалізувати як задачу прийняття рішення.

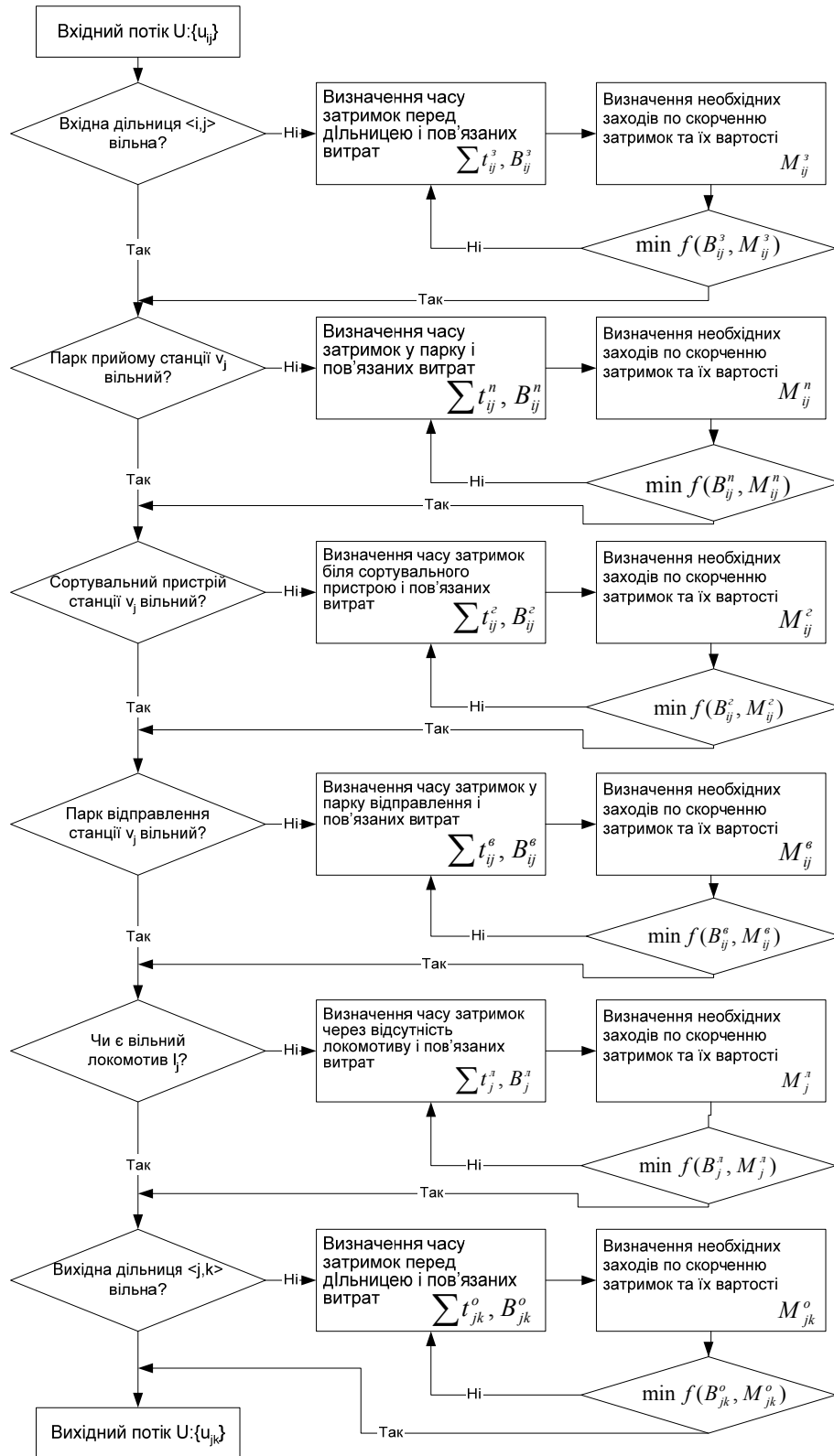


Рисунок 3 – Блок-схема розрахунку показників якості для вершини мережі (транзит)

Якщо вважати у загальному випадку функцію якості $\Phi(\lambda)$ нечіткою (хоча б для декількох показників), то відношення побудується за композиційним правилом висновків Заде

$$f(\lambda^*) = \mu_{\Phi(\lambda)}(\Phi^*(\lambda)) = \bigcup_{\Phi(\lambda) \in \Phi^*(\lambda)} [\mu_{\Phi_i(\lambda)}(\Phi^*(\lambda)) \cap \mu_{\Phi_i^*(\lambda)}(\Phi^*(\lambda))], \quad (4)$$

де $\Phi^*(\lambda)$ – функція якості функціонування логістичного ланцюга, яка є нечітким вектором з найбільш бажаних показників $\Phi_i^*(\lambda)$, $\forall i \in [1, q]$;

$\mu_{\Phi_i}(\Phi^*(\lambda))$ - відповідні функції приналежності показників нечіткому вектору функції якості $\Phi^*(\lambda)$.

Таким чином, композиційне правило висновків в цьому випадку задає закон функціонування нечіткої моделі логістичного ланцюга, як системи підтримки прийняття рішення.

Висновки. Запропонований підхід до визначення оптимального маршруту λ^* прямування поїзду на графі G_0 є одним з варіантів рішення задачі про формування раціонального логістичного ланцюгу доставки вантажу. Він враховує специфіку технології роботи залізниць і можливу ефективність системи доставки для залізниці і для вантажовласника. Одночасно, використання нечітких моделей прийняття рішення дає можливість логістичним центрам здійснювати гнучкий управлінський вплив на ланки логістичного ланцюга та відповідні виконавчі підрозділи. Показано складність вирішеної задачі з нечіткими даними і шляхи її подальшого уточнення. Запропоноване рішення можливо бути практично використано для формування систем підтримки прийняття рішень для логістичних центрів залізниць, операторських та експедиційних компаній.

Список літератури

- 1 Статут залізниць України. – К.: Транспорт України, 1998.
- 2 Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом України. Тарифне керівництво №1. Наказ Міністерства транспорту України від 15 листопада 1999 року N 551.
- 3 Сіконенко Г.М. Методика визначення оптимальної кількості та раціональної схеми розташування сортувальних станцій на мережі залізниць України // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ. – № 53.- 2003. – С. 29 - 35.
- 4 Галабурда В.Г. Оптимальное планирование перевозок и маркетинг //Железнодорожный транспорт. - 1991.- №8. С. 60 - 63.
- 5 Бурков В. Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д. А. Теория графов в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2001.-124 с.

6 Кристофидес Н. - Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978.- 432 с.

7 Ломотько Д.В. Формування нечіткої бази знань та системи підтримки прийняття рішення у підрозділах залізниць // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.- № 2.- 2006.

УДК 656.2.08

Мойсеенко В.И., к.т.н., доцент (УкрГАЗТ)

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ КАК СИСТЕМНАЯ ПАРАДИГМА

Формулирование проблемы и ее связь с научно – практическими задачами. Системный подход находит все более широкое распространение в различных научных приложениях, выступая в роли универсального направляющего принципа, позволяющего вести целенаправленные исследования. Системная парадигма пришла на смену механической манере мышления, доминировавшей на протяжении двух последних столетий. Классическая теория систем Л. Берталланфи, строго следовавшая структурным признакам, не в состоянии эффективно решать проблемы оперативного управления безопасностью железнодорожного транспорта [1]. Прежде всего это объясняется требованием оперативной мобилизации системы, имеющей мультифункциональную природу. Кроме того сложность иерархии и межсистемного взаимодействия усложняет задачу исследователей.

Переломным моментом в решении этой проблемы можно считать работы П.К. Анохина по теории функциональных систем [2]. Система рассматривается как совокупность частей, деятельность которых заканчивается достижением полезного результата, который в свою очередь способен воздействовать на систему.

В этом плане можно говорить о системном подходе как методологическом принципе для объяснения разнообразных явлений в природе и обществе. Наличие человека в функциональной структуре существенно усложняет все исходные рассуждения. Применительно к существу вопроса можно говорить о наличии субъективно-объективно-