

УДК 656

МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ НЕЧІТКОЇ ПЕРВИННОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Кічка О.І., Кічкін О.В.

MODEL OF DISTRIBUTION OF VEHICLES IN CONDITIONS OF FUZZY PRIMARY INFORMATION

Kichkina O.I., Kichkin O.V.

В статті наведені результати аналізу вагонопотоків підприємств Луганської області, запропонований новий підхід щодо управління логістичними потоками на базі моделі нечіткої логіки регіонального логістичного центру (РЛЦ). Завдяки реалізації моделі за допомогою сучасних інформаційних технологій прискорюється та удосконалюється прийняття рішень в управлінні РЛЦ. Запропонована модель нечіткої логіки дозволяє адекватно ситуації розподіляти парк вагонів для забезпечення руху вантажопотоків в регіональній логістичній системі.

Ключові слова: нечітка логіка, вагонопотік, логістичний потік, критий вагон, напіввагон

Постановка проблеми. В сучасних умовах господарювання з позиції ресурсозбереження постає задача щодо зменшення одиниць транспорту при збереженні та зростанні обсягів роботи. В умовах наявності різних форм власності необхідна координація власників та споживачів. Це можна реалізувати шляхом розробки відповідної математичної моделі, що дозволяє визначити раціональну технологію організації транспортного процесу залізниць України та підприємств, скоротити експлуатаційні витрати та сформувати ієрархічну систему логістичних центрів в транспортній галузі.

Досягнення цієї мети передбачає постановку та вирішення таких основних задач: розробка концепції щодо вирішення наукової задачі формування та ефективного управління організаційною структурою логістичних центрів залізниць України; удосконалення методів планування вантажної роботи на залізничному полігоні у межах виробничо-транспортних логістичних ланцюгів з урахуванням невизначеності вхідних даних.

Ціль статті. Розробка гнучкої моделі прогнозування необхідної кількості вагонів різних

видів, яка у певній ступені буде враховувати нечіткість вхідної інформації і буде в короткі інтервали часу адаптуватися до мінливих ситуацій.

Матеріали і результати дослідження. На основі аналізу роботи декількох підприємств основних галузей промисловості регіону: металургійної, хімічної вугільної, було проаналізовано попит на вагони і визначені потреби у вагонах певних типів. При вирішенні поставленої задачі методи математичної статистики не дають стохастичної залежності і не відображають адекватні оперативні управлінські рішення. Тому постає питання розробки гнучкої моделі прогнозування яка у певній ступені буде враховувати нечіткість вхідної інформації і буде в короткі інтервали часу адаптуватися до мінливих ситуацій. Пропонується новий підхід з використанням методів теорії нечітких множин та нечіткої логіки при вирішенні задачі створення та ефективного управління організаційною структурою логістичного центру, при формалізації транспортного процесу в умовах раціонального розподілу обмеженого ресурсу. Метод втілений в модель продукційного типу. Вона в першу чергу враховує нечіткість вхідної інформації та вплив людини на вибір раціонального рішення. Також іншим із важливих факторів, що обумовлюють вибір даного математичного апарату є можливість гнучкого адаптування до зміни транспортних ситуацій. Модель представлена у вигляді нечіткого функціонального графу (рис1)

Деталізуємо нашу формалізацію для створення задачі організації роботи логістичного розподільного центру вагонів:

Наведемо перелік вхідних нечітких змінних:

X_1^1 - об'єм потреби в критих вагонах по кварталі;

X_1^2 - об'єм потреби в напіввагонах по кварталу;

X_2^1 - об'єм поквартальної потреби в критих вагонах по підприємствах;

X_2^2 - об'єм поквартальної потреби в напіввагонах по підприємствах;

X_3^1 - об'єм поквартальної потреби в критих вагонах по типу вантажу;

X_3^2 - об'єм поквартальної потреби в напіввагонах по типу вантажу;

X_4 - квартална кількість критих вагонів для перевезення концентрату;

X_5 - квартална кількість критих вагонів для перевезення карбоніду;

X_6 - квартална кількість критих вагонів для перевезення селітри аміачної;

X_7 - квартална кількість критих вагонів для перевезення сілі;

X_8 - квартална кількість критих вагонів для перевезення кислоти адипінової;

X_9 - квартална кількість критих вагонів для перевезення циклогексанону;

X_{10} - потреба у критих вагонах ЗАТ «АЗОТ» за квартал;

X_{11}^1 - потреба у критих вагонах станції Лисичанськ за квартал;

X_{11}^2 - потреба у напіввагонах станції Лисичанськ за квартал;

X_{12} - потреба у напіввагонах станції Рубіжне за квартал;

X_{13} - квартална кількість напіввагонів для перевезення вугілля;

X_{14} - квартална кількість напіввагонів для перевезення будматеріалів;

X_{15} - квартална кількість напіввагонів для перевезення піску;

X_{16} - квартална кількість напіввагонів для перевезення зернових;

X_{17} - квартална кількість напіввагонів для перевезення металобрухту;

X_{18} - квартална кількість напіввагонів для перевезення вапняку.

При цьому перелік вихідних нечітких змінних наступний:

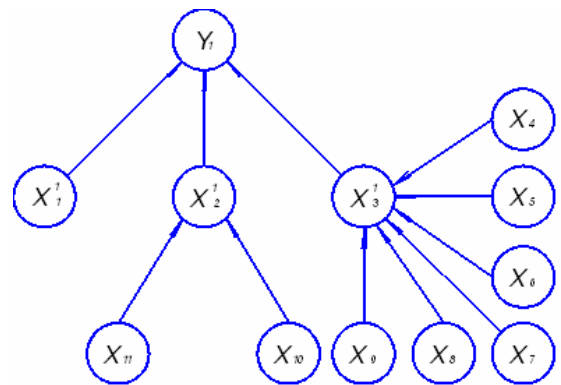
Y_1 - кількісна прогнозна потреба у критих вагонах;

Y_2 - кількісна прогнозна потреба у напіввагонах;

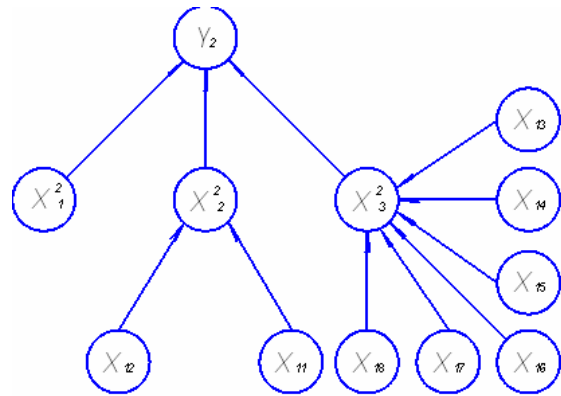
Для побудови нечіткого функціонального графа управління (НФГУ) задачі організації роботи логістичного розподільного центру вагонів розглянемо наступні залежності (функції фільтру вершин $\varphi_\beta(x)$):

$$Y_1 = \varphi(X_1^1, X_2^1, X_3^1, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}^1); \quad (1)$$

$$Y_2 = \varphi(X_1^2, X_2^2, X_3^2, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{11}^2, X_{12}). \quad (2)$$



а



б

Рис. 1. Нечіткий функціональний граф для забезпечення вагонами споживачів: а – критими, б – піввагонами

При цьому вважатимемо, що всі нечіткі змінні є лінгвістичними змінними з такими термами:

$\{Y_{1i}\}$ - множина термів лінгвістичної змінної Y_1 ,

$\{Y_{2i}\}$ - множина термів лінгвістичної змінної Y_2 ,

$\{X^z_{ij}\}$ - множина термів лінгвістичної змінної X_i $i = \overline{1,18}, j = \overline{1,7}, z = \overline{1,2}$.

Кількість термів для наведених лінгвістичних змінних може бути різною. За допомогою поняття універсальної множини та функції належності представимо кожен із термів як нечітку множину наступним чином:

$$Y_{1i} = \int_{U_{y1}} \varphi^{y1i}(v_{y1}) / v_{y1}, v_{y1} \in U_{y1}; \quad (3)$$

$$Y_{2i} = \int_{U_{y2}} \varphi^{y2i}(v_{y2}) / v_{y2}, v_{y2} \in U_{y2}; \quad (4)$$

$$X_{ij}^z = \int_{U_{xij}} \mu^{xij}(x_{ij}^z) / x_{ij}^z, x_{ij}^z \in U_{xij};$$

де $i = \overline{1, 18}, j = \overline{1, 7}, z = \overline{1, 2}. \quad (5)$

Де U_{y1}, U_{y2}, U_{xij} - універсальні множини, на яких задані лінгвістичні змінні Y_1, Y_2, X_{ij}^z .

Подальші дії спрямовані на створення матриць знань. За допомогою правил стає можливим деталізувати формалізацію узагальненої моделі прогнозування кількості вагонів для забезпечення вантажопотоків підприємств (функції фільтру вершин НФГУ $\varphi_\beta(x)$):

- матриця знань, що відтворює залежність між відповідними значеннями термів вхідних змінних та значеннями термів вихідної змінної (залежність) $Y_1 = \varphi(X_1^1, X_2^1, X_3^1, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}^1)$

- значень прогнозованої потреби у критих вагонах.

- матриця знань, що відтворює залежність між відповідними значеннями термів вхідних змінних та значеннями термів вихідної змінної (залежність) $Y_2 = \varphi(X_1^2, X_2^2, X_3^2, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{11}^2, X_{12})$

- значень прогнозованої потреби у напіввагонах.

Для створення бази правил нечіткого логічного виводу, які складають основу бази знань прогнозування потреби у вагонах різних підприємств, необхідно побудувати логічні висловлювання змінних наступного вигляду:

- для забезпечення потреби у критих вагонах:

$$IF(X_1^1 = X_{1j}^1) AND(X_2^1 = X_{2j}^1) AND(X_3^1 = X_{3j}^1) AND(X_4 = X_{4j})$$

$$AND(X_5 = X_{5j})$$

$$AND(X_6 = X_{6j}) AND(X_7 = X_{7j}) AND(X_8 = X_{8j}) AND(X_9 = X_{9j})$$

$$AND(X_{10} = X_{10j})$$

$$AND(X_{11}^1 = X_{11j}^1) THEN(Y_1 = Y_{1i})$$

- з наведеної бази знань сформована відповідна система нечітких логічних рівнянь:

$$\mu_i^1 = \bigvee_j (\mu_i^5 \wedge \mu_i^6 \wedge \mu_i^7 \wedge \mu_i^8 \wedge \mu_i^9 \wedge \mu_i^4), \quad (6)$$

де $i = \text{дн, н, нс, с, вс, в, дв}$;

$j = \text{кількість продукційних правил (висловлювань) моделі.}$

- для забезпечення потреби у у напіввагонах :

$$IF(X_1^2 = X_{1j}^2) AND(X_2^2 = X_{2j}^2) AND(X_3^2 = X_{3j}^2) AND(X_{13} = X_{13j})$$

$$AND(X_{14} = X_{14j})$$

$$AND(X_{15} = X_{15j}) AND(X_{16} = X_{16j}) AND(X_{17} = X_{17j}) AND(X_{18} = X_{18j})$$

$$AND(X_{11}^2 = X_{11j}^2)$$

$$AND(X_{12} = X_{12j}) THEN(Y_2 = Y_{2i})$$

- з наведеної бази знань сформована відповідна система нечітких логічних рівнянь:

$$\mu_i^2 = \bigvee_j (\mu_i^{14} \wedge \mu_i^{15} \wedge \mu_i^{16} \wedge \mu_i^{17} \wedge \mu_i^{18} \wedge \mu_i^{13}), \quad (7)$$

де $i = \text{дн, н, нс, с, вс, в, дв}$;

$j = \text{кількість продукційних правил (висловлювань) моделі.}$

Деталізуємо далі відповідні лінгвістичні змінні за допомогою нечітких термів та побудуємо для них функції належності.

При цьому множина значень терм інтервалу відповідає певній характеристиці:

дн – дуже низьке;

н – низьке;

нс – нижче середнього;

с – середнє;

вс – вище середнього;

в – велике;

дв – дуже велике.

Вирішення наведених логічних рівнянь складає математичне рішення проблеми прогнозування потреби у вагонах замовників при роботі з різноманітними вантажами.

Для реалізації системи прогнозування та розподілення вагонів, необхідно створення та калібровка відповідної моделі логічного виводу. Для реалізації даного завдання доречно використання Matlab Fuzzy Logic Toolbox. За допомогою якого можливо досить швидко, зручно та точно побудувати систему правил логічного виводу для конкретної моделі логістичного розподільного центра.

Висновки. Запропонована модель нечіткої логіки дозволить адекватно ситуації розподіляти парк вагонів для забезпечення руху матеріалопотоків в регіональній логістичній системі. Завдяки реалізації моделі за допомогою сучасних інформаційних технологій прискорюється

та удосконалюється прийняття рішень в управлінні РЛЦ.

Л і т е р а т у р а

1. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. Рига: "Зинатне", 1990.
2. Р.Беллман, Л.Заде. Вопросы принятия решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. / М.: Мир, 1976.

R e f e r e n c e s

1. Borisov AN, Krumberg O.A., Fedorov I.P. Making decisions based on fuzzy models. Examples of use. Riga: "Zinatne", 1990.
2. R. Bellman, L. Zade. Issues of decision-making in vague conditions // Problems of analysis and decision-making procedures. / M.: Mir, 1976.

Кичина Е.И., Кичкин А.В. Модель распределения транспортных средств в условиях нечеткой первичной информации.

В статье приведены результаты анализа вагонопотоков предприятий Луганской области, предложен новый подход к управлению логистическими потоками на базе модели нечеткой логики регионального логистического центра (РЛЦ). Благодаря реализации модели с помощью современных информационных технологий ускоряется и совершенствуется принятия решений в управлении РЛЦ. Предложенная модель

нечеткой логики позволяет адекватно ситуации распределять парк вагонов для обеспечения движения грузопотоков в региональной логистической системе.

Ключевые слова: нечеткая логика, вагонопоток, логистический поток, крытый вагон

Kichina E.I., Kichkin A.V. Model of distribution of vehicles in conditions of fuzzy primary information.

The article presents the results of the analysis of railroad car flows in Lugansk region enterprises and suggests a new approach to the management of logistical flows based on the fuzzy logic model of the regional logistics center (RLC). Thanks to the implementation of the model with the help of modern information technologies, decision making in the management of the RLT is accelerated and improved. The proposed model of fuzzy logic allows one to adequately allocate a fleet of wagons for the traffic flow in a regional logistics system.

Keywords: fuzzy logic, wagon trail, logistic flow, covered wagon

Кічка О.І. – к.т.н., доц. кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин СХУ ім.В.Даля, e-mail: fki4kinoi@ukr.net

Кічкін О.В. – ст. викладач кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин СХУ ім.В.Даля, e-mail: kichkin@ukr.net

Рецензент: д.т.н., проф. **Марченко Д.М.**

Стаття подана 12.03.2018.