

УДК 656.223.2.001.18

*Д-р техн. наук М.І. Данько,
канд. техн. наук О.В. Лаврухін,
асп. Л.І. Рибальченко*

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИБОРУ КАТЕГОРІЇ ПОЇЗДІВ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ

Вступ та актуальність теми. В умовах розвитку транспортного ринку та конкуренції одним із основних питань для системи перевезень є своєчасне забезпечення вагонами необхідного типу усіх відправників вантажу відповідно до їхніх заявок. Виконання цієї умови ускладнюється у зв'язку з браком кількості вагонів та їх незадовільним станом. Одним із варіантів вирішення цієї задачі є раціональне використання рухомого складу – його розподіл та доставка. З вищезазначеного витікає, що це питання стосується удосконалення процесу оперативного планування.

Визначення мети та задачі дослідження. До задач оперативного планування відносяться: прогнозування різних показників поїзної та вантажної роботи, розподіл порожніх вагонів, розвезення вагонів на станції навантаження для надання вантажовласникам, що є основою виконання місцевої роботи.

Питаннями, які стосуються виконання місцевої роботи, займається диспетчер-вагонорозподільувач та поїзний диспетчер. Після визначення необхідної кількості порожніх вагонів з урахуванням спеціальних завдань Укрзалізниці з навантаження і регулювання вагонного парку визначається черговість та порядок їх прямування на сусідні станції, дирекції, залізниці або держави-власниці. Людині-оператору, яка виконує цю роботу в

оперативному порядку, важко прийняти правильне рішення з урахуванням великої кількості різних факторів, які впливають на економічну доцільність маршрутів прямування вагонопотоків, на раціональне використання вагонного парку та прибутковості залізниць. Тому при прийнятті рішення щодо розподілу вагонопотоку не всі фактори беруться до уваги, а це у свою чергу означає, що воно буде нераціональним. Тобто на процес, який обумовлено, має вплив “людський фактор”.

Для уникнення впливу суб'єктивних факторів на прийняття рішення поїзним диспетчером та диспетчером-вагонорозподільувачем, при розподілі порожніх вагонів, у роботі [1] була розроблена модель автоматизації процесу їх розподілу між станціями, сусідніми дирекціями, залізницями. Завдяки цьому було отримано можливість швидко і якісно здійснювати розподіл порожніх вагонів між станціями, що відповідає умові своєчасного виконання заявок перевізників та виконання розподілу з урахуванням мінімізації витрат та максимізації доходів для залізниць [1] в подальшому постає задача раціоналізації використання порожніх вагонів та способу їх доставки до станції навантаження. З вище зазначеного витікає, що далі постає задача розроблення моделі технології вибору категорії поїздів для обслуговування місцевої роботи.

Аналіз досліджень і публікацій.

Значний внесок в удосконалення технології планування зробили такі вчені: Акулінічев В.М., Бутько Т.В., Данько М.І., Жуковицький І.В., Котенко А.М., Ломотько Д.В., Повороженко В.В., Скалозуб В.В., Сотніков І.Б.

В результаті проведеного аналізу було виявлено, що саме в цьому питанні оперативного планування недостатньо приділялося уваги людському фактору.

Розроблення математичної моделі технології вибору категорії поїздів для обслуговування місцевої роботи.

Виходячи з того, що задача складається з великої кількості різних параметрів, які треба врахувати, вона є слабо структурованою, тому формалізація її передбачає використання апарату нечіткої логіки. В даному випадку цей підхід дозволить аналізувати та врахувати значну кількість чинників, які впливають на прийняття рішення щодо розподілу вагонів між категоріями поїздів, та позбутися дії суб'єктивних факторів на прийняття рішення.

З цією метою в даній науковій роботі сформовано модель, яка на основі динамічного аналізу за умови врахування основних факторів впливу (кількості порожніх вагонів, довжини поїзда, кількості колій, на яких проводиться маневрова робота, відстані між станцією знаходження порожніх вагонів та станцією, на яку треба доставити вагони під навантаження, витрат на маневрову роботу, терміну подачі вагонів під навантаження) надасть можливість потрібному диспетчеру отримувати обґрунтовані рішення щодо вибору раціонального варіанта розвезення порожніх вагонів по дільниці. В результаті функціонування даної моделі поїзний диспетчер отримає можливість не тільки визначити раціональну кількість порожніх вагонів під навантаження, але й категорію

поїздів, у які доцільно виконувати визначену технологічну операцію.

Вхідні параметри моделі доцільно подати у вигляді шести нечітких змінних, кожна з яких являє фактор впливу на прийняття рішення щодо вибору раціонального варіанта розвезення порожніх вагонів по дільниці і розбита щонайменше на три терми. Вихідні параметри являють собою категорії поїздів, в яких буде виконуватись доставка порожніх вагонів на станції навантаження. Згідно з основними поняттями нечіткої логіки, вхідні параметри доцільно подати у вигляді лінгвістичної змінної $\langle f_{vx}, L_x = \{l_1, l_2, \dots, l_m\}, U_x = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \rangle$, яка складається з: назви лінгвістичної змінної (у даному випадку $f_{v1}, f_{v2}, f_{v3}, f_{v4}, f_{v5}, f_{v6}$ - фактори впливу, відповідно: кількість порожніх вагонів, довжина поїзда, кількість колій, на яких проводиться маневрова робота, відстань між станцією знаходження порожніх вагонів та станцією, на яку треба доставити вагони під навантаження, витрати на маневрову роботу, термін подачі вагонів під навантаження); множини термів $L_x = \{l_1, l_2, \dots, l_m\}$, кожний елемент якої визначається як нечітка множина на універсальній множині $U_x = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$. Таким чином, згідно із поставленим завданням моделювання технології вибору категорії поїздів для обслуговування місцевої роботи, необхідно задати шість лінгвістичних змінних у вигляді:

$$\begin{aligned} &\langle f_{v1}, L_1, U_1 \rangle, \\ &\langle f_{v2}, L_2, U_2 \rangle, \langle f_{v3}, L_3, U_3 \rangle, \langle f_{v4}, L_4, U_4 \rangle, \\ &\langle f_{v5}, L_5, U_5 \rangle, \langle f_{v6}, L_6, U_6 \rangle. \end{aligned}$$

Безпосередньо переходячи до формалізації визначених лінгвістичних змінних, одержимо:

- $\langle \text{"Кількість _ порожніх _ вагонів"}, \{ \text{"третина"}, \text{"половина"}, \text{"состав"} \}, [1;70] \rangle$;
- $\langle \text{"Довжина _ поїзда"}, \{ \text{"третина"}, \text{"половина"}, \text{"состав"} \}, [1;1250] \rangle$;

- <"Кількість _колій", {"третина", "половина", "всі"}, [1;40]>;
- <"Відстань _між _станціями", {"невелика", "середня", "дальня"}, [1;300]>;
- <"Витрати _на _маневрову _роботу", {"мінімальні", "значні", "великі"}, [1;1440]>;
- <"Термін _подачі _ваг", {"спливаючий", "терміновий", "нетерміновий"}, [0;24]>

Для визначення основних параметрів терм-множин відповідних нечітких змінних було запропоновано використовувати значення:

U_1 – кількість вагонів визначено виходячи зі значення найбільшої корисної довжини колії (1250 м), тому максимальний состав поїзда з порожніх вагонів склав 70 вагонів, (а мінімальний складе – 56 вагонів, виходячи з найменшої корисної довжини колії – 850 м), тому що у більшості випадків для приймання состава із порожніх вагонів надають колію з максимальною корисною довжиною;

U_2 – довжину поїзда прийнято виходячи з найбільшої корисної довжини колії;

U_3 – як приклад було обрано кількість колій в сортувальному парку на станції Основа Південної залізниці;

U_4 – прийнято значення максимальної відстані між станціями Південної залізниці;

U_5 – прирівняна до максимальних витрат кількість локомотиво-хвилин на маневрову роботу (за добу);

U_6 – максимальний термін подачі, прийнятий рівним добі, тому що задача розглядається з боку змінно-добового

планування, а термін доставки під конкретний вантаж визначається згідно з заявкою вантажовласника.

Після того, як було проведено формалізацію лінгвістичних змінних, необхідно побудувати функції приналежності даних змінних, що надасть можливість одночасно обирати певні значення лінгвістичних змінних і в результаті отримувати обґрунтоване рішення щодо вибору категорії поїзда. У ролі функцій приналежності оберемо функції Гауса, які забезпечують плавний перехід між термами змінної.

Далі потрібно обрати алгоритм нечіткого логічного висновку, який дозволить зіставляти певні значення лінгвістичних змінних для одержання конкретного вихідного значення [2]. Для вирішення поставленої задачі розроблення моделі технології вибору категорії поїздів для обслуговування місцевої роботи, при виконанні процедури логічного виводу застосовується алгоритм Mamdani.

Для безпосередньої реалізації алгоритму можливо визначити набір правил у такому вигляді:

- Π_1 : якщо $f_{v1} \in N_1, f_{v2} \in L_1, f_{v3} \in P_1, f_{v4} \in S_1, f_{v5} \in C_1, f_{v6} \in T_1$, тоді $V \in K_1$,
- Π_2 : якщо $f_{v1} \in N_2, f_{v2} \in L_2, f_{v3} \in P_2, f_{v4} \in S_2, f_{v5} \in C_2, f_{v6} \in T_2$, тоді $V \in K_2$,
- Π_3 : якщо $f_{v1} \in N_3, f_{v2} \in L_3, f_{v3} \in P_3, f_{v4} \in S_3, f_{v5} \in C_3, f_{v6} \in T_3$, тоді $V \in K_3$,

де $f_{v1}, f_{v2}, f_{v3}, f_{v4}, f_{v5}, f_{v6}$ – імена вхідних змінних (визначені раніше);

V – ім'я вихідної змінної (категорія поїзда);

$N_1, N_2, N_3, L_1, L_2, L_3, P_1, P_2, P_3, S_1, S_2, S_3, C_1, C_2, C_3, T_1, T_2, T_3$ – задані

функції приналежності, які визначені відповідно на $f_{v1}, f_{v2}, f_{v3}, f_{v4}, f_{v5}, f_{v6}$,

K_1, K_2, K_3 – задані функції приналежності, які визначені на V (відповідно: диспетчерський локомотив або вивізний поїзд, дільничний поїзд, збірний поїзд)

У випадку, якщо на виході отримано категорію, яка відповідає визначенню – диспетчерський локомотив або вивізний поїзд, диспетчер приймає рішення згідно з наявністю у даний час на станції вивізного поїзда або диспетчерського локомотива.

Після побудови математичної моделі доцільно змоделювати процес визначення раціональної доставки порожніх вагонів за допомогою прикладного програмного пакета MATLAB, редактор FIS Edition [3].

Моделювання та отримання результатів. На рис. 1-6 відображено побудову функцій приналежності, які відповідають за: кількість вагонів у складі поїзда певної категорії, довжину поїзда, кількість колій, відстань між станціями, витрати на маневрову роботу, термін подачі вагонів під навантаження.

На рис. 7 відображено побудову вихідної функції приналежності категорії поїзда відповідно до раніше визначених умов.

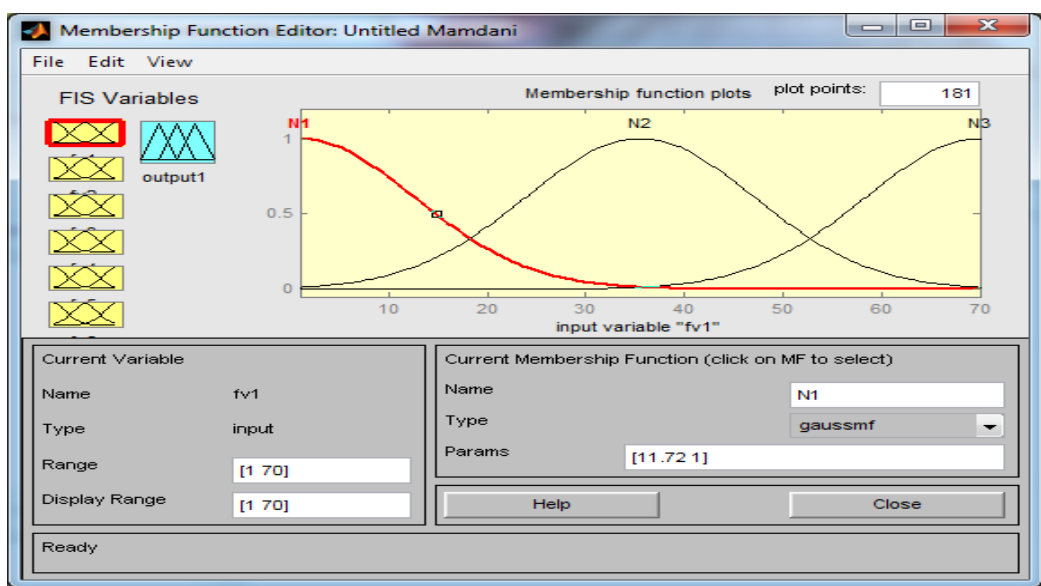


Рис. 1. Побудова функції приналежності $\mu_N(f_{v1})$ “кількість вагонів”

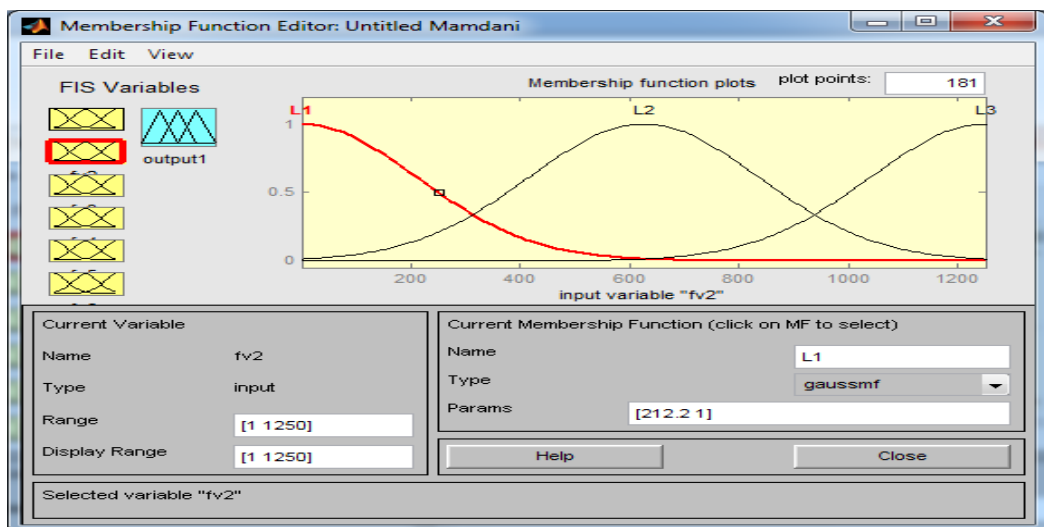


Рис. 2. Побудова функції приналежності $\mu_L(f_{v2})$ “довжина поїзда”

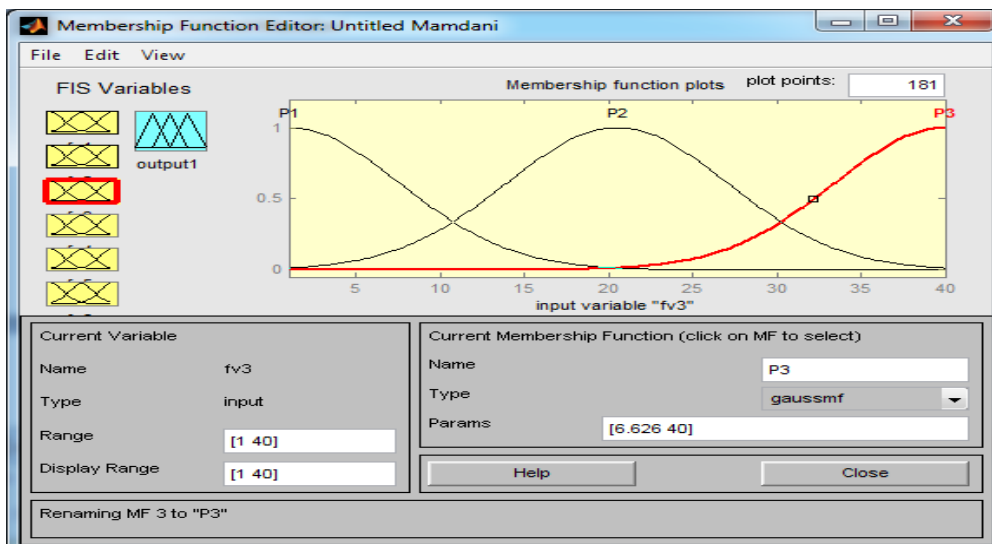


Рис. 3. Побудова функції приналежності $\mu_P(f_{v3})$ “кількість колій”

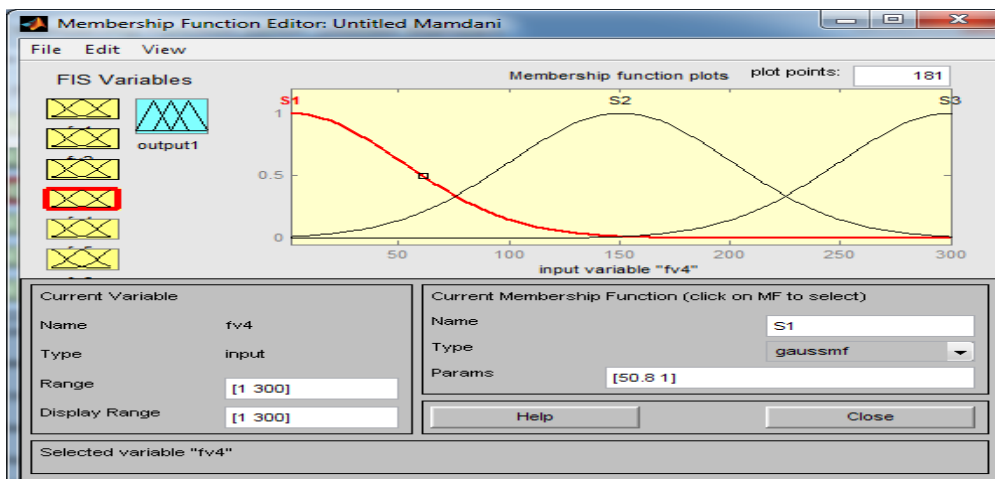


Рис. 4. Побудова функції приналежності $\mu_S(f_{v4})$ “відстань між станціями”

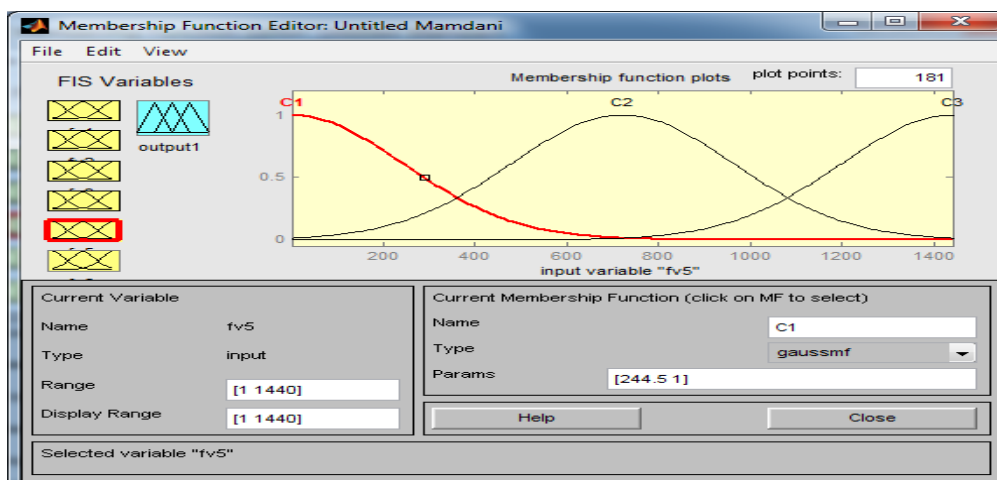


Рис. 5. Побудова функції приналежності $\mu_C(f_{v5})$ “витрати на маневрову роботу”

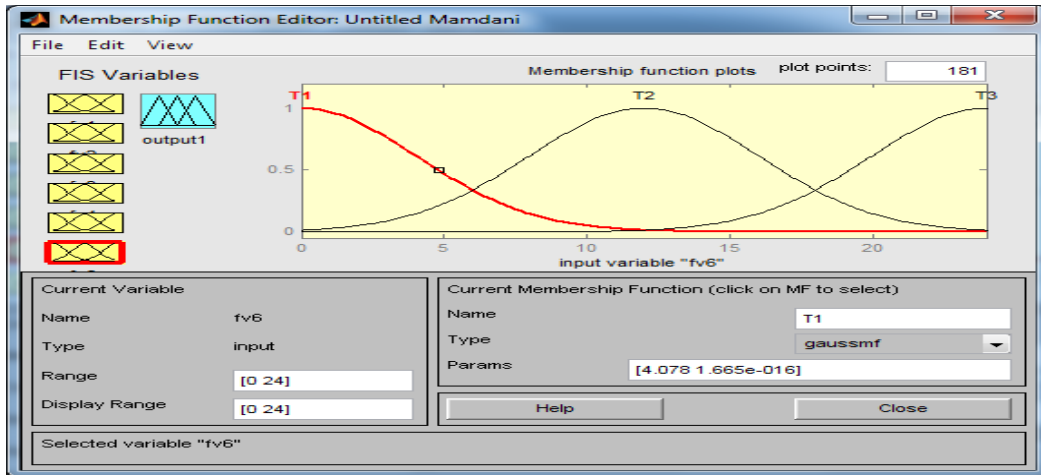


Рис. 6. Побудова функції приналежності $\mu_T(f_{v6})$ “термін подачі вагонів”

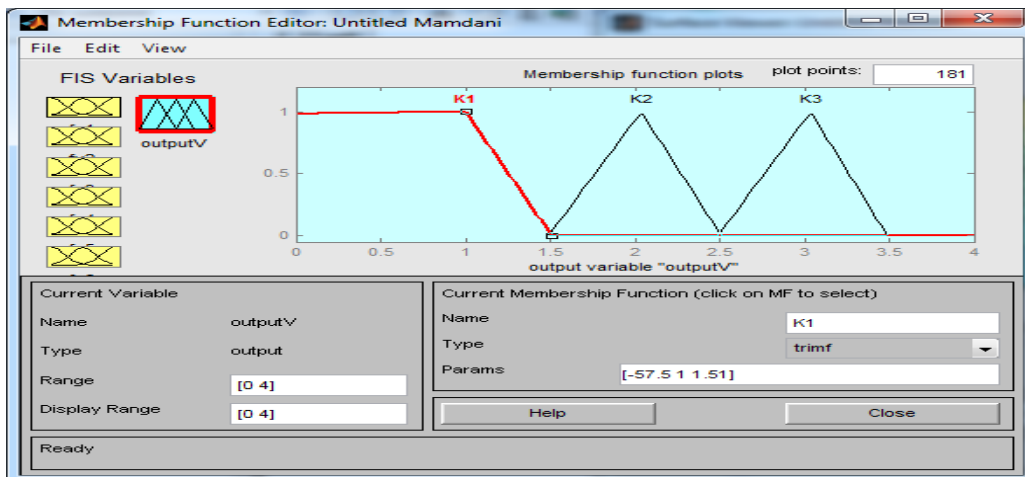


Рис. 7. Побудова вихідної функції приналежності $\mu_K(V)$ “категорія поїзда”

На рис. 8 відтворено нечітке значення третьої категорії поїзда, яка відповідає лінгвістичному поняттю – “збірний поїзд”.

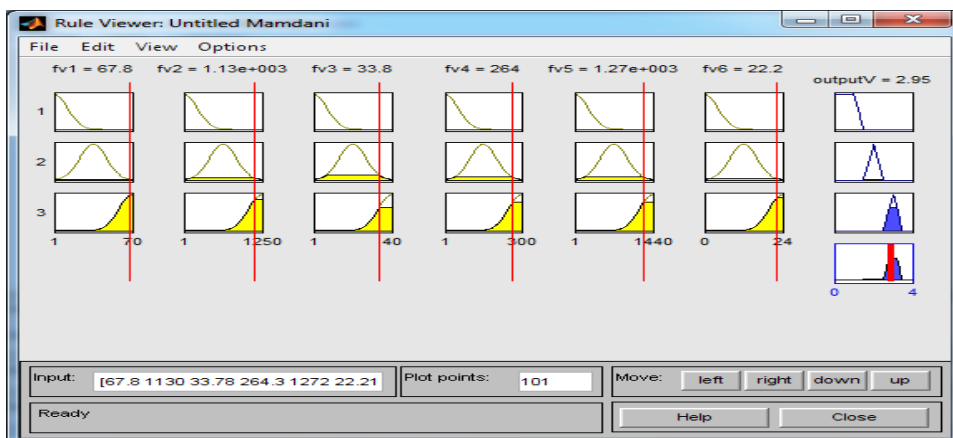


Рис. 8. Нечіткий висновок третьої категорії поїзда

Висновки. В даній науковій роботі було розроблено математичну модель, яка дозволяє відтворити технологію вибору категорії поїздів для виконання місцевої роботи. Завдяки цьому було отримано можливість урахувати всі фактори, які мають вплив на роботу поїзного диспетчера при визначенні способу доставки вагонів, та позбутися дії суб'єктивних факторів на

прийняття обґрунтованих рішень. В подальшому сформовану модель доцільно трансформувати в систему підтримки прийняття рішень оперативного персоналу, що дозволить покращити використання перевізних засобів та, як наслідок, підвищити економічну ефективність від перевезень на залізничному транспорті.

Список літератури

1. Данько, М.І. Оптимізація використання порожнього парку вагонів за допомогою генетичних алгоритмів [Текст]: / М.І. Данько, О.В. Лаврухін, Л.І. Рибальченко зб. наук. пр. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип.122. – С. 7-12.
2. Круглов, В.В. Интеллектуальные информационные системы: Компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода [Текст]/ В.В. Круглов, М.И. Дли. – М.: Физматлит, 2002. – 252 с.
3. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [Текст] / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

Ключові слова: рухомий склад, оперативне планування, категорії поїздів, нечітка логіка, моделювання.

Анотації

Стаття присвячена вирішенню однієї з задач оперативного планування поїзної роботи залізниць: забезпечення порожніми вагонами та їх передача між станціями, сусідніми дирекціями, залізницями.

Стаття посвящена решению одной из задач оперативного планирования поездной работы дорог: обеспечение порожними вагонами и передача их между станциями, соседними дирекциями, дорогами.

The article is devoted to solving one of the problems of operational planning of the road train: ensuring the empty wagon and their transfer between station adjacent to the directorate, roads.