

- 5 Кривцов И.П. Погрузочно-разгрузочные работы на транспорте. – М.: Транспорт, 1985. – 200 с.
- 6 Смехов А.А. Вопросы оптимизации технологических процессов и технического оснащения грузовых станций // Труды МИИТа. – М.: МИИТ, 1975. – Вып. 482. – С.18-23.
- 7 Смехов А.А. Математическая теория управления запасами и оптимальная емкость перевалочных складов // Труды МИИТа. – М.: МИИТ, 1970. – Вып. 300. – С.3-22.
- 8 Смехов А.А. Математические модели процессов грузовой работы. М.: Транспорт, 1982. - 256 с.
- 9 Акоф Р., Сасиени М. Основы исследования операций: Пер. с англ. и пред. Алтаева Р.А./ Под ред. Ушакова И.А. – М.: Мир, 1971. – 534 с.
- 10 Таха Х. Введение в исследование операций. Кн.2. – М.: Мир, 1985. – 496с.

УДК 656.025:510.223

*Лаврухін О.В., доцент (УкрДАЗТ)
Доценко Ю.В., ст. викл. (ДонІЗТ)*

РОЗРОБКА ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Вступ. Успішне функціонування залізничного транспорту у сфері вантажних перевезень залежить від гнучкого реагування технології перевізного процесу і тарифної політики на вимоги вантажовласників до якості перевезень з гарантованим їхнім виконанням у встановлені Статутом залізниць України терміни [1]. На даний момент дотримання зазначеного положення ускладнюється тим, що нові організаційні, інформаційні, технічні і програмні рішення орієнтовані на стару технологію, яка спрямована на виконання планових показників в умовах постійного росту обсягу перевезень. В таких умовах необхідно знаходити розумний компроміс при переході від старої технології роботи до новітніх інноваційних проектів, які повинні реалізовуватися на залізницях на базі передових інформаційно-технологічних комплексів.

Постановка задачі. У роботі [2] розглядається питання установлення впливу зміни кожного фактора на величину зміни обігу вантажного вагона для подальшого оперативного корегування цих факторів з метою досягнення максимально низького значення обігу.

Фактично дуже складно відстежувати обіг кожного окремого вагону і ще складніше приводити його до нормативного [3]. Тому доцільно відстежувати групи вагонів певних категорій (транзитних, місцевих, порожніх), які знаходяться в кожному із поїздів з метою визначення категорії поїзду. З цією метою необхідно розділити всі поїзди на декілька категорій з метою виявлення, які поїзди більш доцільно ставити під схрещення на залізничній станції, а які необхідно пропускати безупинно.

Таким чином одержано:

1. категорія – низька ступінь схрещення: поїзди з таким ступенем можливо ставити під схрещення з іншими поїздами більших категорій у кожному випадку, коли виникає така необхідність;

2. категорія – середня ступінь схрещення: такі поїзди можливо ставити під схрещення тільки з поїздами більш високої 3 категорії;

3. категорія – висока ступінь схрещення – такі поїзди в жодному випадку не можна ставити під схрещення. Такі поїзди в своєму складі містять певну кількість вагонів (транзитних, місцевих, порожніх), час обігу яких дуже перевищує нормативний (виявляється попереднім прогнозом [2]).

З постановки задачі впливає її нечіткість відносно визначення категорії (необхідно сумувати дві різнозначні величини) тому доцільно для рішення використовувати відповідний математичний апарат – нечітку логіку.

Розробка математичної моделі. Для вирішення поставленої задачі, оперативного визначення категорії поїздів, при виконанні процедури логічного виводу в даній праці доцільно застосовується алгоритм Sugeno [4], нечіткий вивід в якому здійснюється на основі знаходження передумов кожного з правил:

$$П_1: \text{якщо } x \in A_1 \text{ та } y \in B_1 \text{ тоді } z_1 = a_1x + b_1y,$$

$$П_2: \text{якщо } x \in A_2 \text{ та } y \in B_2 \text{ тоді } z_2 = a_2x + b_2y,$$

$$П_3: \text{якщо } x \in A_3 \text{ та } y \in B_3 \text{ тоді } z_3 = a_3x + b_3y,$$

де x, y – імена вхідних змінних (відповідно кількість вагонів певної групи та значення перевищення нормативного обігу вагона у добах);

z_1, z_2, z_3 – ім'я вихідної змінної (визначена категорія поїзду);

$A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3$ – задані функції приналежності, які визначені відповідно на x, y .

Після того як було визначено основні параметри нечітких величин необхідно знайти ступені істинності для передумов кожного з правил: $A_1(x_0), A_2(x_0), A_3(x_0), B_1(y_0), B_2(y_0), B_3(y_0)$.

На наступному етапі знайдемо значення:

$$\alpha(x_0^1, y_0^1) = A_1(x_0) \wedge B_1(y_0), \quad (1)$$

$$\alpha(x_0^2, y_0^2) = A_2(x_0) \wedge B_2(y_0), \quad (2)$$

$$\alpha(x_0^3, y_0^3) = A_3(x_0) \wedge B_3(y_0), \quad (3)$$

після чого знаходяться індивідуальні виходи правил:

$$z_1 = a_1x + b_1y, \quad (4)$$

$$z_2 = a_2x + b_2y, \quad (5)$$

$$z_3 = a_3x + b_3y. \quad (6)$$

На останньому етапі визначається чітке значення змінної виводу категорії поїзду:

$$z_0 = \frac{\alpha(x_0^1, y_0^1)z_1 + \alpha(x_0^2, y_0^2)z_2 + \alpha(x_0^3, y_0^3)z_3}{\alpha(x_0^1, y_0^1) + \alpha(x_0^2, y_0^2) + \alpha(x_0^3, y_0^3)}. \quad (7)$$

Відобразимо процедуру логічного виводу на рисунку 1.

Після побудови математичної моделі визначення категорії поїздів у оперативному режимі доцільно змоделювати процес при допомозі прикладного програмного пакету MATLAB редактор FIS Edition.

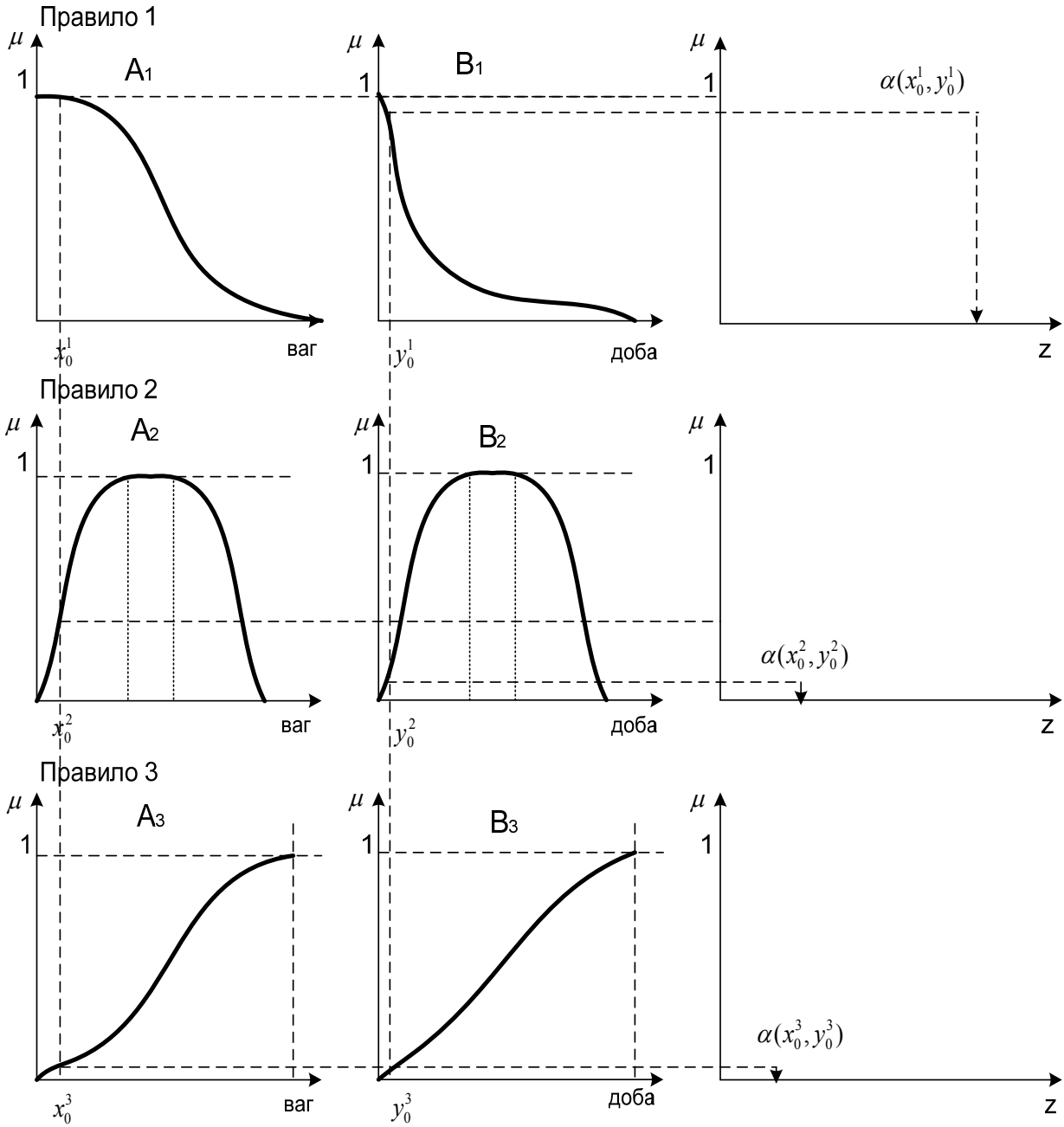


Рисунок 1 – Схематичне визначення логічного виводу чисельного значення категорії поїздів

Моделювання та отримання результатів. На рисунку 2 відображено побудову функції приналежності, яка відповідає за кількість вагонів у складі поїзда певної категорії.

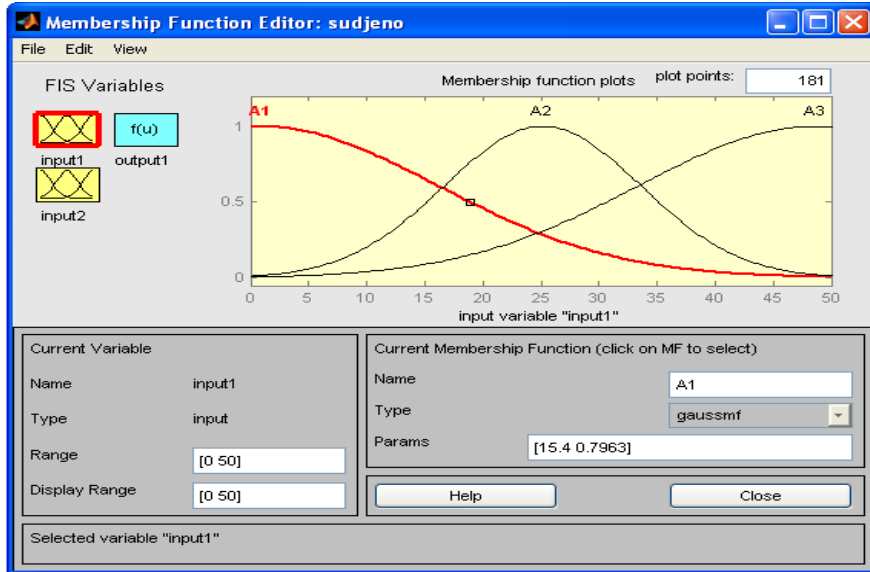


Рисунок 2 – Побудова функції приналежності $\mu_A(x)$ „кількість вагонів”

На рисунку 3 відображено побудову функції приналежності, яка відповідає за добуве відхилення обігу певної категорії вантажних вагонів від нормативного значення.

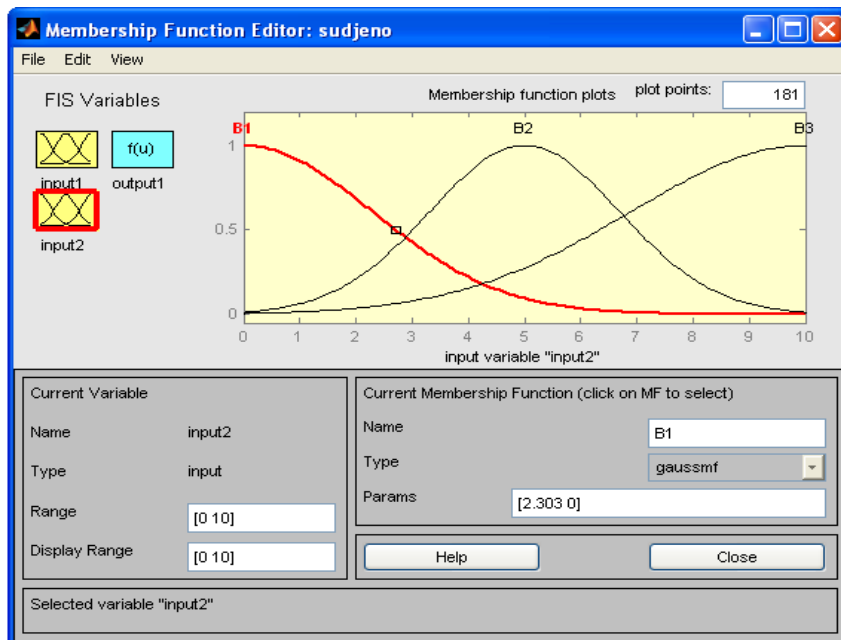


Рисунок 3 – Побудова функції приналежності $\mu_B(y)$ „добове відхилення”

Побудовані функції називають також функціями вводу, які слугують для визначення вхідного вектору, а в результаті проектування на вихідні значення констант $\mu(z)$ (рисунок 4).

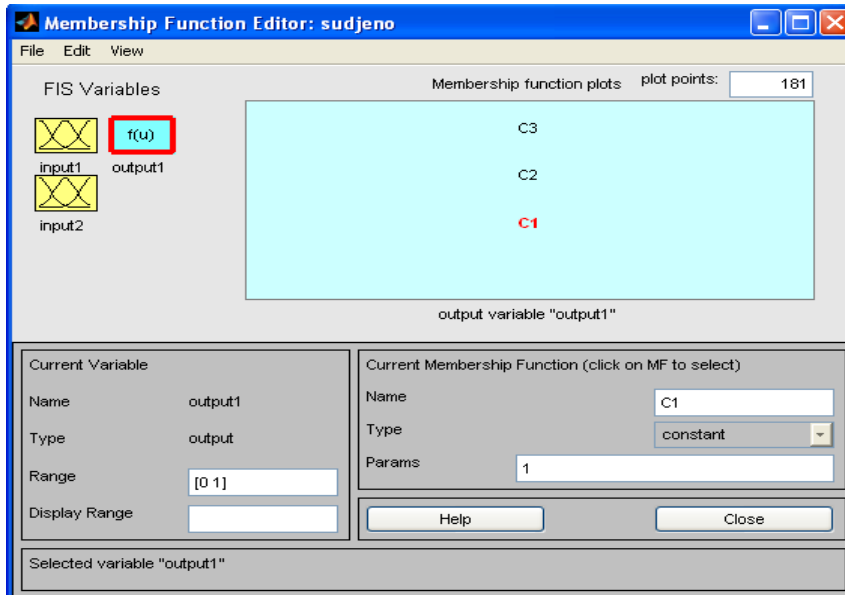


Рисунок 4 – Проектування на вихідні значення констант $\mu(z)$ „категорія поїзду”

Процедура формування правил відображена на рисунку 5.

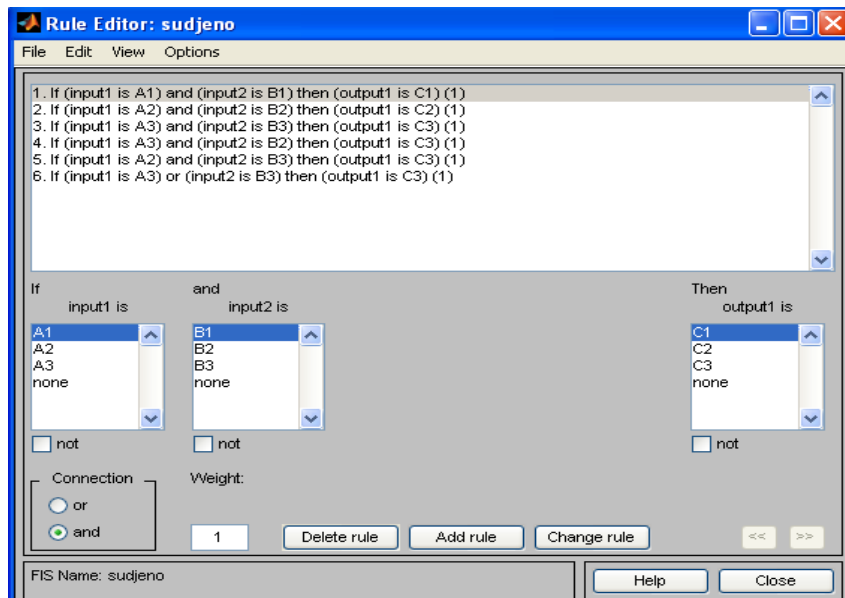


Рисунок 5 – Процедура композиції правил

В результаті вводу даних про кількість вагонів певної категорії в поїзді та добового відхилення обігу від нормативного одержується нечіткий вивід категорії поїзду (рисунок 6).

Розглянемо приклад в якому необхідно на основі вхідних даних з системи АСК ВП УЗ (автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці) визначити категорії поїздів, які наближаються до станції з метою першочергового прийняття та їх обробки. У першому поїзді знаходиться 5 вагонів термін обігу яких на даний момент перевищує нормативний на 2 доби (рисунок 6), у другому поїзді знаходяться 3 вагони іншої категорії термін обігу яких на даний момент перевищує нормативний на 5 діб.

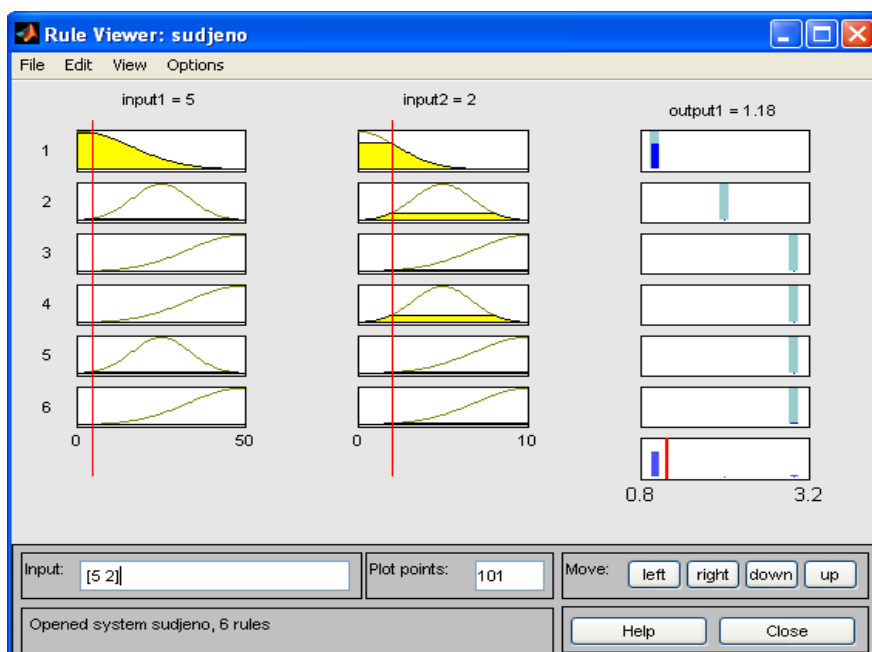


Рисунок 6 – Нечіткий вивід категорії першого поїзду

Як видно з рисунків 6 та 7 у першу чергу необхідно прийняти та обробити поїзд у складі якого знаходяться 3 вагони термін обігу яких на даний момент перевищує нормативний на 5 діб. Це виходить з того що для першого поїзду $\mu(z) = 1,18 \approx 1$, а для другого $\mu(z) = 2,49 \approx 2$.

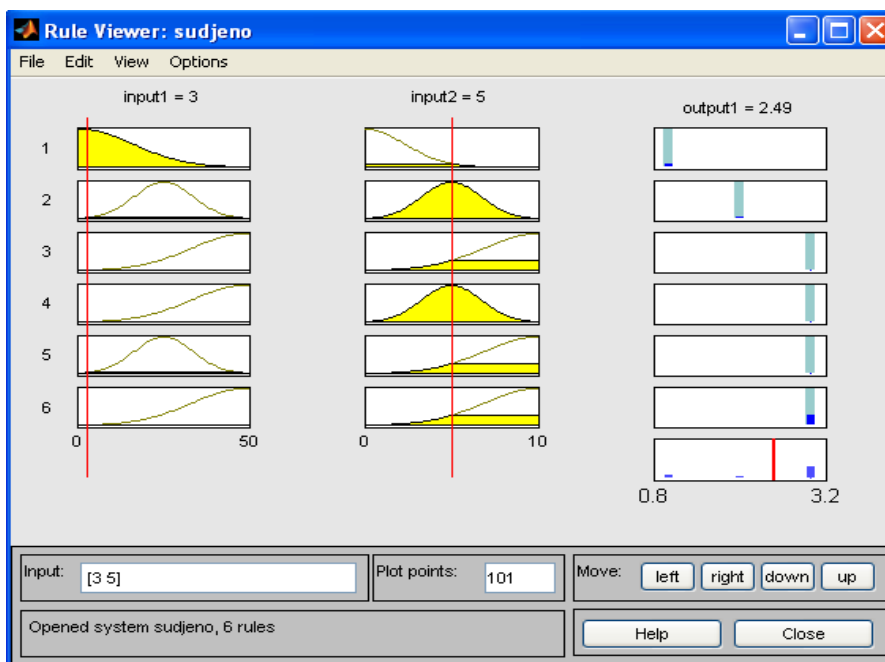


Рисунок 7 – Нечіткий вивід категорії другого поїзду

Висновки. Метою даної праці була розробка математичної моделі визначення категорії вантажного поїзду на основі нечіткої вхідної інформації. Дана розробка дозволить визначати категорію поїздів в оперативному режимі з метою приведення обігу вантажного вагону до нормативного, а в подальшому і для його скорочення. Застосування даної моделі на виробництві дозволить також скоротити витрати за недотримання умов своєчасної доставки вантажів. Дана розробка є частиною запланованої комплексної інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень оперативним та управлінським апаратом призначенням якої є – раціональне управління ресурсами залізничного транспорту в ринкових умовах.

Список літератури

1. Статут залізниць України. – К.: Транспорт України, 1998. – 83 с.
2. Лаврухін О.В., Доценко Ю.В. Розробка математичної моделі динамічного аналізу елементів обігу вантажного вагону // Зб.наук.праць / ДонІЗТ, 2008. – Вип.14. – С.18 – 26.
3. Макаренко М.В. Краткий справочник показателей эксплуатационной работы железных дорог Украины. – К.: «Юникон-Пресс», 2001. – 154 с.
4. <http://matlab.exponenta.ru/index.php>.