

УДК 65.012

## КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ТЯГОЮ ПОЇЗДА НА ДІЛЯНЦІ РУХУ

Кічкін О.В.

Кічкіна О.І.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Створення інтелектуальної системи управління режимами тяги поїздів повинно відбуватися в рамках існуючої концепції створення автоматизованої системи управління рухом Укрзалізниці, що передбачає на сьогоднішній день централізований розрахунок тягово-швидкісних характеристик. Рішення ж завдання інтелектуального управління режимами тяги поїздів передбачає отримання рішення на рівні машиніста локомотива.

В основу такого рішення покладено можливості технології радіочастотної ідентифікації (RFID), які дозволяють оснастити локомотиви і необхідні ділянки шляху сканерами RFID в режимі читання-запису, а також мітками RFID з можливістю перезапису їх вмісту. Включення зазначеної апаратури до складу інформаційної системи управління рухом дозволяє використовувати її в двох технологічних режимах:

- в режимі офлайн - розрахунок виконується в обчислювальному центрі, а машиніст приймає результат в якості рекомендації при прийнятті рішення про тягу локомотива на різних ділянках руху;
- в режимі онлайн - розрахунок автоматизований в бортовому комп'ютері локомотива, а рішення відбувається не тільки в якості рекомендації при прийнятті рішення про тягу локомотива, а й автоматично без участі машиніста, якщо мова йде про сучасні моделі локомотивів з відповідною електронною інфраструктурою.

Сканери RFID читання-запису на ділянках шляху розташовуються в:

- місцях формування інформації про технологічні характеристики поїзда;
- місцях збору статистики про технологічні параметри руху поїздів по ділянці шляху.

Мітки RFID з можливістю перезапису встановлюються:

- на рухомому складі та містять динамічні і статичні параметри руху;
- на ділянках шляху - в оптимальних місцях перемикання тягових режимів за типами локомотивів і ваги поїзда з сигнальної метою - для перемикання режимів тяги (розраховуються в результаті нечіткого моделювання режимів і параметрів тяги поїздів).

Для адаптації нечіткої продукційної моделі управління режимами тяги поїздів, як основи автоматизованого тягово-швидкісного розрахунку, використана нейронечітка адаптивна система виведення ANFIS MathLab Fuzzy Logic Toolbox. При цьому гібридна мережа ANFIS є системою нечіткого виведення типу Сугено 0-го або 1-го порядку, в якій кожне правило нечітких продукцій має постійну вагу рівну 1. Для цього в середовищі MathLab Fuzzy Logic Toolbox реалізований перехід від моделі Мамдані, створеної за допомогою експертних оцінок, до моделі Сугено за допомогою стандартної функції `mam2sug` наступним чином:

```
sug_fismat=readfis('mamdani.fis');
sug1_fismat=mam2sug(sug_fismat).
```

Схема виведення в моделі Сугено при використанні  $m = i$  правил і  $n = 3$  змінних (згідно постановки проблеми) має вигляд:

$$\text{ЯКЩО}(X_n = A_n^{(i)}) \text{ТОДИ}(Y_i = P_{i0} + \sum_{j=1}^n P_{ij} X_j).$$

Ліва умова правила виведення реалізується функцією:

$$\mu_A(x_i) = 1 / (1 + ((x_i - c_i) / \sigma_i)^{2b_i}).$$

Агрегований вихідний результат для  $m$  правил має наступний вигляд:

$$y(x) = \sum_{i=1}^M w_i y_i(x) / \sum_{i=1}^M w_i \cdot,$$

$$\text{де } y_i = p_{i0} + \sum_{j=1}^n p_{ij} x_j.$$

Навчання моделі управління режимами тяги поїздів здійснюється за допомогою статистичних даних бази даних технологічних характеристик поїздів, які пройшли через ділянку шляху.

Структура бази знань для практичної реалізації моделі в системі управління тягою поїзда на ділянці руху формалізується за допомогою поняття рівня, який відповідає параметрам ділянки руху, характеристикам поїзда і конкретної моделі локомотива. Кожен рівень визначається наступним чином:

$$\begin{aligned} KB &= DB + RB, \\ \text{рівень}(t, n) &= DB(t, n) + RB(t, n), \\ DB &= \bigcup_t DB(t, n), \\ RB &= \bigcup_t RB(t, n), \end{aligned}$$

де  $DB(t, n)$  - лінгвістичні сектори даних,  $RB(t, n)$  - лінгвістичні правила.

Заповнення бази знань системи відбувається за рахунок виконання наступних кроків.

1. Формування бази даних RFID-мітки ділянки шляху.
2. Формування бази даних RFID -мітки поїзда.
3. Зчитування інформації сканером локомотива з RFID - мітки ділянки шляху.
4. Зчитування інформації сканером ділянки шляху з RFID - мітки поїзда.
5. Поповнення бази статистичних даних моделі руху поїздів на ділянці шляху даними поїзда.
6. "Машинне навчання" моделі поїздів на ділянці шляху на основі зібраних статистичних даних.
7. Визначення координат точки, в якій необхідна зміна положення контролера машиніста за допомогою GPS.
8. Формування даних про режими руху поїзда для даної ділянки шляху за допомогою нейроалгоритму.
9. Висновок рекомендацій (або автоматичну зміну) для машиніста локомотива на екрані бортового комп'ютера зі зміни режиму тяги: поворот контролера машиніста на певну кількість положень і визначення моменту початку розбігу (для ділянки підйому) і гальмування (для ділянки спуску)

**Висновки.** Пропонована інтелектуальна система управління тягою поїзда на ділянці руху вирішує поставлене завдання автоматизованого збору інформації про технологічні параметри руху поїздів за рахунок застосування сучасних інформаційних технологій для подальшої статистичної адаптації моделі (накопичення «знань») управління режимами тяги поїздів. При цьому застосування інформаційних технологій і, зокрема, технологій RFID і GPS спільно із нечітким моделюванням параметрів тяги забезпечує максимально точне вимірювання маси поїзда і оптимальних точок ділянок руху, в яких необхідно перемикаєти режими тяги локомотива (контролер машиніста).

Література:

1. Скалозуб В.В., Іванов А.П. Моделі управління рухом поїздів на основі даних експериментальних поїздок. Локомотив інформ, - Харків: «Техностандарт», 2007
2. Іванов А.П. Удосконалення нечіткої моделі управління режимами тяги поїздів (УДК 629.4.016.12), ІКСЗТ, 2010 № 4 11.