

УДК 681.5.015+62-83:629.433

О. Б. Мокін, канд. техн. наук, доц.

СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МОДЕЛЕЙ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНЬ НА ЧАС І ШВИДКІСТЬ РУХУ ТА ВИТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Запропоновано структуру інформаційної технології ідентифікації моделей та оптимізації режимів роботи електричних транспортних засобів, що рухаються по поверхні зі складним рельєфом, яка враховує: необхідність їх руху від зупинки до зупинки за детермінованим часовим графіком; складний рельєф поверхні, на якій прокладена колія; обмеження, що накладаються на швидкість руху (у тому числі під час руху по закругленнях колії та на спусках і підйомах); необхідність долати відстані між зупинками з мінімальними витратами електроенергії.

Постановка задачі та вихідні передумови

У роботах [1—20] запропоновані математичні моделі електричних транспортних засобів під час їх руху по різних відрізках колії, прокладеної на поверхні зі складним рельєфом, і розроблені математичні методи ідентифікації та оптимізації цих моделей. Ці моделі і методи враховують усі основні характерні особливості руху електричних транспортних засобів — і необхідність їх руху від зупинки до зупинки за детермінованим часовим графіком, і складний рельєф поверхні, на якій прокладена колія, і обмеження, що накладаються на швидкість руху (у тому числі під час руху по закругленнях колії та на спусках і підйомах), і необхідність долати відстані між зупинками з мінімальними витратами електроенергії. Проте практична реалізація усієї цієї сукупності математичних моделей, методів ідентифікації та алгоритмів оптимізації неможлива без формування на її основі відповідної бази знань і створення адекватної цій базі інформаційної технології, оскільки і кількість вагонів у кожному електричному транспортному засобі від зупинки до зупинки може бути різною, і завантаження кожного вагона може бути різним, і просторові характеристики вантажів, а тому і вплив навколишнього середовища на одному і тому ж відрізку колії за різних погодних умов може бути різним, що суттєво впливає як на рівняння динаміки процесів, так і на їх обмеження, — усе це не дозволяє раз і назавжди визначити для кожного електричного транспортного засобу параметри руху, а вимагає здійснювати їх перерахунок навіть упродовж одного маршруту кілька разів.

Метою роботи є розробка структури інформаційної технології, яка враховує усі перераховані вище особливості руху електричних транспортних засобів.

Розв'язання задачі

Для того, щоб здійснювати моделювання процесів, що відбуваються в різних структурних складових електричних транспортних засобів, та здійснювати оптимальне керування цими процесами, потрібно мати попередню інформацію хоча б про деякі параметри, що можна виміряти за допомогою вимірювальних приладів, якими вже обладнано ці транспортні засоби чи буде обладнано за пропозиціями автора, або параметри, які можна задати, скориставшись спеціалізованими довідниками.

Інформацію від спеціалізованих довідників будемо задавати у вигляді інформаційної бази (ІБД)

даних, що формує інформаційний вектор \vec{I} , розмірність якого визначатиметься кількістю параметрів, що враховуються. Перелік вимірювальних приладів, якими оснащено електричний транспортний засіб, що використовуються для отримання потрібної інформації, складатиме елементну базу даних (ЕБД), на виході якої маємо інформаційний вектор \vec{E} , а на вході — вектор вимірювань параметрів руху електричного транспортного засобу \vec{I}_{ETZ}^E та вектор \vec{I}_{3C}^E вимірювань параметрів середовища, зовнішнього по відношенню до електричного транспортного засобу. Сукупність інформаційної та елементної баз даних визначатиме загальну базу даних (БД), на виході якої маємо інформаційний вектор \vec{D} , тобто

$$\vec{D} = \vec{I} + \vec{E}. \tag{1}$$

Сукупність структур математичних моделей, критеріїв оптимальності та початкових умов, вочевидь, складе для нашої задачі базу знань (БЗ), на виході якої маємо вектор знань \vec{Z} , а сукупність алгоритмів ідентифікації та оптимізації — базу обчислювальних алгоритмів (БОА), на виході якої маємо вектор інтелектуалізованих даних \vec{I}^{ID} , сукупність значень якого складає інтелектуалізовану базу даних (ІнБД). Саме цей вектор використовуватимемо і для корекції у часі загальної бази даних БД та бази знань БЗ (складові \vec{I}_{BD}^{ID} , \vec{I}_{BZ}^{ID}), і для візуалізації (\vec{I}_B^{ID}), і для корекції (\vec{I}_K^{ID}) вектора команд \vec{K} , що формуються керувальним комплексом КК. Тобто

$$\vec{I}^{ID} = \vec{I}_{BD}^{ID} \cup \vec{I}_{BZ}^{ID} \cup \vec{I}_B^{ID} \cup \vec{I}_K^{ID}, \tag{2}$$

причому складові цього вектора можуть мати спільні проекції.

Оскільки під час руху по місцевості зі складним рельєфом у разі переформатування рухомого складу електричних транспортних засобів та за їх перезавантаження на певних станціях необхідно оновлювати математичні моделі, що описують рух, то нам необхідно мати базу процедури (БП), вихідні координати якої $\vec{\Pi}_E, \vec{\Pi}_D, \vec{\Pi}_Z, \vec{\Pi}_A$ включатимуть в задані моменти часу, які є координатами вектора \vec{T} , процедуру пошуку нових значень вектора \vec{I}^{ID} ІнБД. Тож вектор \vec{I}^{ID} є вектор-функцією $\vec{f}(\ast)$ векторів $\vec{T}, \vec{Z}, \vec{D}, \vec{\Pi}_E, \vec{\Pi}_D, \vec{\Pi}_Z, \vec{\Pi}_A$, тобто

$$\vec{I}^{ID} = \vec{f}(\vec{T}, \vec{Z}, \vec{D}, \vec{\Pi}_E, \vec{\Pi}_D, \vec{\Pi}_Z, \vec{\Pi}_A). \tag{3}$$

У свою чергу вектор \vec{K} , що формується керувальним комплексом КК, є вектор-функцією $\vec{k}(\ast)$ векторів корекції команд \vec{I}_K^{ID} та дій оператора \vec{Y}_O , тобто

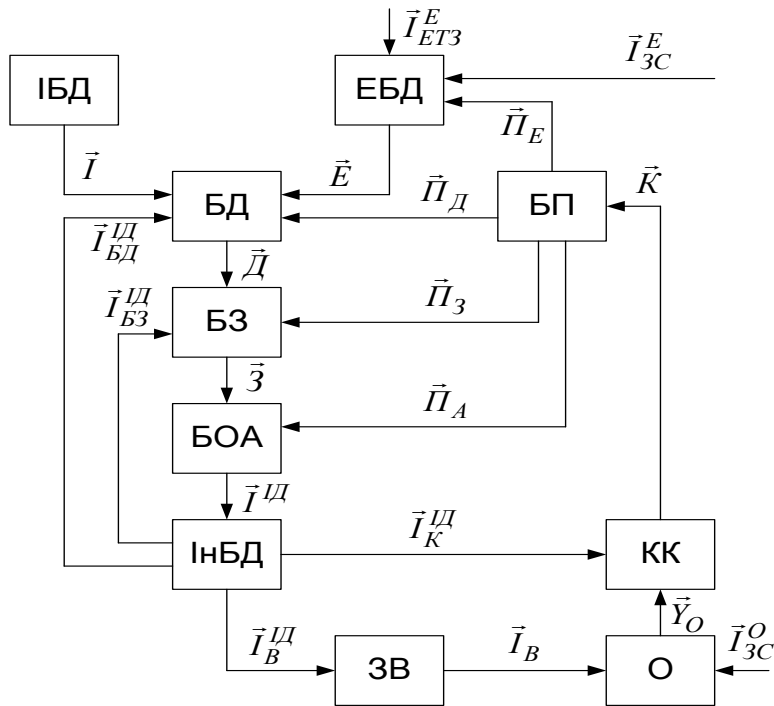
$$\vec{K} = \vec{k}(\vec{I}_K^{ID}, \vec{Y}_O), \tag{4}$$

в якій вектор дій оператора \vec{Y}_O теж є вектором-функцією $\vec{y}(\ast)$ векторів \vec{I}_B та \vec{I}_{3C}^O , тобто

$$\vec{Y}_O = \vec{y}(\vec{I}_B, \vec{I}_{3C}^O), \tag{5}$$

перший із яких задає візуалізоване за допомогою засобів візуалізації ЗВ значення вектора \vec{I}_B^{ID} , а другий — задає значення параметрів навколишнього середовища, що сприймаються оператором за допомогою зору та слуху.

Все вищевикладене дає право задати структуру інформаційної технології ідентифікації моделей та оптимізації режимів електричних транспортних засобів, що рухаються колією, прокладеною на місцевості зі складним рельєфом, зображену на рисунку.



Структура інформаційної технології ідентифікації моделей та оптимізації режимів електричних транспортних засобів

Висновки

Запропоновано структуру замкнутої на оператора інформаційної технології ідентифікації моделей та оптимізації режимів електричних транспортних засобів з використанням інформаційної та елементної бази даних, бази знань, бази обчислювальних алгоритмів, інтелектуалізованої бази даних, бази процедури та керувального комплексу. Побудовано векторні математичні моделі складових структури запропонованої інформаційної технології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін Б. І. Математичні моделі руху транспортних засобів, оптимальні за критерієм мінімуму витрат енергії, з урахуванням рельєфу / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2007. — № 3. — С. 28—33.
2. Мокін Б. І. Математичні моделі багатомасових розподілених динамічних систем для задач оптимізації (частина 1) / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2008. — № 6. — С. 55—58.
3. Мокін Б. І. Математичні моделі багатомасових розподілених динамічних систем для задач оптимізації (частина 2) / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2009. — № 1. — С. 28—33.
4. Мокін Б. І. Модель обмеження на лінійну швидкість вагона електропотяга під час його руху по закругленню колії / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2009. — № 3. — С. 27—29.
5. Мокін Б. І. Метод ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів з екстремальними статичними характеристиками [Електронний ресурс] / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. Англ., рос. та укр. мовами. — 2009. — № 2. — С. 1—8. — Режим доступу до журналу : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2009-2/2009-2.files/uk/09bimesc_ua.pdf.
6. Мокін Б. І. Обмеження на швидкість руху електропотяга по закругленню колії / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Тематичний випуск «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика» науково-технічного журналу «ЕКОІНФОРМ». — Львів : ЕКОІнформ, 2009. — С. 138—139.
7. Мокін Б. І. До питання визначення сил в задачі моделювання руху електропотяга на закругленнях колії в умовах обмеження на лінійну швидкість / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2009. — № 6. — С. 52—53.
8. Мокін Б. І. Математична модель двовісного автомобіля в задачі керування його рухом у відсутності об'їздів і обгонів [Електронний ресурс] / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. Англ., рос. та укр. мовами. — 2009. — № 4. — С. 1—7. — Режим доступу до журналу : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2009-4/2009-4.files/uk/09admdao_ua.pdf.

9. Мокін О. Б. Математичні моделі обмежень на лінійну та кутову швидкості двохосьового автомобіля під час руху по закругленню дороги / О. Б. Мокін, Б. І. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2010. — № 1. — С. 64—67.
10. Мокін О. Б. Особливості моделювання руху електричних транспортних засобів з врахуванням залежності навантаження від рельєфу місцевості [Електронний ресурс] / О. Б. Мокін, Б. І. Мокін // Наукові праці ВНТУ. — 2010. — № 1. — С. 1—6. — Режим доступу до журналу : http://www.nbuiv.gov.ua/e-journals/VNTU/2010_1/2010-1.files/uk/10abmlor_ua.pdf.
11. Мокін О. Б. Відносні моделі руху електричного транспортного засобу по горизонтальному прямолінійному відрізьку колії / О. Б. Мокін, Б. І. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2010. — № 2. — С. 20—24.
12. Мокін О. Б. Оптимізація режиму руху завантаженого електричного транспортного засобу на прямолінійному відрізьку колії, прокладеній на горизонтальній площині / О. Б. Мокін, Б. І. Мокін // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. — Кременчук : КДПУ, 2010. — № 3/2010 (62), частина 2. — С. 162—165.
13. Мокін О. Б. Оптимізація руху порожнього електричного транспортного засобу по прямолінійній горизонтальній колії / О. Б. Мокін, Б. І. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2010. — № 3. — С. 28—33.
14. Мокін О. Б. Метод інтегрально-гармонійної ідентифікації засобів електротранспорту як нелінійних динамічних систем з нелінійністю, охопленою зворотнім зв'язком / О. Б. Мокін, Б. І. Мокін // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2010. — № 1. — С. 32—36.
15. Мокін О. Б. Метод визначення структури математичної моделі електричного транспортного засобу з різнопрофільними вагонами, що рухаються прямолінійною горизонтальною колією / О. Б. Мокін // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. — 2010. — № 2. — С. 24—29.
16. Мокін О. Б. Метод визначення граничних умов для задачі оптимізації руху електричного транспортного засобу колією, що має закруглення / О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2010. — № 4. — С. 17—20.
17. Мокін О. Б. Оптимізація режиму руху порожнього електричного транспортного засобу на прямолінійному горизонтальному відрізьку колії / О. Б. Мокін, Б. І. Мокін // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». — Харків : НТУ «ХПІ». — 2010. — № 28. — С. 266—269.
18. Мокін О. Б. Метод визначення структури математичної моделі електричного транспортного засобу з різнопрофільними вагонами, що рухаються прямолінійною горизонтальною під час руху електричного транспортного засобу на підйом / О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2010. — № 5. — С. 72—74.
19. Мокін О. Б. Оптимізація руху порожнього електричного транспортного засобу на спусках і підйомах / О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2010. — № 6.
20. Мокін Б. І. Фур'є-інтегральна ідентифікація нелінійних динамічних об'єктів / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Матеріали 16-ї міжнародної конференції з автоматичного управління «Автоматика-2009». — Чернівці : Книги-XXI, 2009. — С. 82—83.

Рекомендована кафедрою відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів

Стаття надійшла до редакції 25.11.10

Рекомендована до друку 29.11.10

Мокін Олександр Борисович — завідувач кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця