

Такий підхід забезпечує необхідну гнучкість й можливість ефективної реалізації технічних вимог достатньо високого рівня.

*Блиндюк В.С., д.т.н. (УкрДУЗТ)*

УДК 629.4.083:629.424.2

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ЗАКОНІВ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ РУХУ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ**

Автоматичне керування рухом електропоїздів покликане в найзагальнішому сенсі розв'язати проблему раціонального використання енергетичного та часового ресурсів залізниці. В той же час, існуючі системи керування тяговим електроприводом моторвагонного рухомого складу, які переважно розраховані на розв'язання цієї проблеми, недостатньо враховують обмеження, що накладаються на роботу власне тягових електродвигунів. На даний час склалася стабільна концепція керування рухом рейкового транспорту на полігоні. Технічні засоби, які реалізують цю концепцію і відповідно до неї формують та подають до рухомого складу керуючі діяння, що визначають режим руху, досить широко напрацьовані. Однак щонайменше у вітчизняних реаліях ці діяння мають переважно директивний характер, залишаючи відкритою проблему спроможності їх реалізації конкретною моторвагонною одиницею відповідно до технічного стану вузлів її тягового електроприводу. Задача оптимізації керування тяговим електроприводом принципово є задачею багатокритеріальною, причому чинники, які визначають внесок кожного з критеріїв, можуть під час руху змінюватися. Це вимагає неперервної адаптації системи керування до поточної ситуації. У доповіді розглянуто можливість визначення ефективних законів керування процесами руху електропоїздів на основі геометричної теорії керування. Показано, що геометрична теорія керування припускає спочатку перехід за допомогою засобів диференціальної геометрії в новий простір, де математична модель об'єкта керування залишається еквівалентною вихідній моделі, але стає лінійною. Потім проводиться синтез регулятора або законів керування для об'єкта, який описується системою лінійних звичайних диференціальних рівнянь, а потім виконується зворотний перехід у вихідний простір, де об'єкт описується системою нелінійних диференціальних рівнянь. Це дає змогу розробити лінійну модель тягового електроприводу із двигунами постійного струму, яка еквівалентна нелінійній моделі привода. Показано, що з її допомогою можна розв'язувати завдання автоматичного регулювання та управління рухом електропоїздів.

Запропоновано математичну модель електропривода постійного струму, яка може бути зведена до виду, зручного для розв'язання задач автоматичного регулювання та керування. Лінеаризація математичної моделі, що здійснена за допомогою засобів диференціальної геометрії, дала можливість здійснити перехід у новий фазовий простір, де математична модель об'єкта керування залишається еквівалентною вихідній моделі, але стає лінійною. Це дало змогу сформулювати необхідні завдання автоматичного регулювання та управління електроприводом електропоїзда.

*Бабасєв М.М., д.т.н. (УкрДУЗТ),*

*Сотник В.О., к.т.н. (Південна залізниця)*

УДК 656.25:656.257

### **НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ ПРИСТРОЮ ДЕШИФРУВАННЯ ЧИСЛОВИХ КОДІВ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ**

Функціональна і технологічна структура процесу перевезень на залізницях містить у собі централізоване і децентралізоване керування, що сукупно вирішує два завдання: виконання організаційно-адміністративних функцій і практичну реалізацію конкретних технологічних процесів перевезень. При виконанні процесу перевезень пасажирів і вантажів на залізниці обов'язковим є виконання умов безпеки руху поїздів при достатньому рівні пропускної спроможності залізничних ліній. Реалізацію зазначених вище умов історично покладено на пристрої автоматичного блокування та напівавтоматичного блокування на перегонах, електричної централізації та диспетчерської централізації – на станціях, автоматичної локомотивної сигналізації (АЛСН), автоматичної переїзної сигналізації та ін., що у комплексі являють собою систему безпечного інтервального регулювання руху поїздів на залізничній дільниці.

Однією з основних складових забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті є локомотивні пристрої системи АЛСН. У зв'язку з тим, що принципи кодування та коди АЛСН були розроблені на основі можливостей релейної елементної бази, застосування сталих методів прийому сигналів, зокрема кореляційного, не є доцільним.

У доповіді запропоновано нейромережеву модель пристрою дешифрування числових кодів АЛСН. Проведено синтез моделі, яка здатна виконувати функцію фіксації часових параметрів імпульсів в кодах АЛСН, включаючи можливість тригерного реагування на зміну вхідного сигналу. Отримано аналітичні вирази, що в сукупності дозволяють поставити відповідно вхідному сигналу, який отримується з

прийманих датчиків і містить дискретні значення амплітуди кодів АЛСН, вихідний – вектор дешифрованих сигналів, призначений для забезпечення показань локомотивного світлофора.

На відміну від існуючих методів дешифрування, пропонується підхід дозволяє гнучкіше реагувати на зовнішні впливи та зміну часових чинників в кодах, які приймаються. З оглядом на сучасні тенденції розвитку мікропроцесорної елементної бази та у зв'язку з розробкою ефективних нейронів, результати моделювання пристосовано для впровадження з мінімальними витратами на їх адаптацію та програмування.

*Бабасв М.М., д.т.н. (УкрДУЗТ)*

УДК 629.42:621.3

### **ОЦІНКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ ПАРАМЕТРІВ ІСКРІННЯ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ЛОКОМОТИВІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЦЕДУРИ ШВИДКОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є**

Експлуатаційна надійність тягових двигунів є одним з основних показників ефективності використання локомотивів, що визначає енергетичні витрати залізниць на перевізну роботу. Значного поліпшення якості роботи локомотивів можна досягти за рахунок контролю заданого рівня надійності роботи тягових двигунів як в процесі експлуатації, так і на стадії їхнього технічного обслуговування і ремонту. Застосування пристроїв контролю якості роботи тягових двигунів і відповідна зміна технології проведення технічного огляду і ремонту локомотивів дозволить скоротити витрати електроенергії на тягу потягів і значно зменшити експлуатаційні витрати залізниць на електроенергію.

Запропоновано при формуванні моделі пакета іскор раціонально абстрагуватися від його багатопіковості і представити його у вигляді одиночного імпульсу придатної форми, параметри якого однозначно визначають його енергію. Розглянуто існуючі алгоритми оцінки параметрів іскріння тягових двигунів локомотивів за методами максимальної правдоподібності та з виключенням неінформативного параметра. Показано, що в цьому випадку реалізація отриманої залежності функції правдоподібності апаратними засобами потребує кількарядового обчислення параметрів, що приводить до пристрою оцінки у вигляді багатоканального процесора. При розв'язанні задачі програмними засобами глобальний максимум також шукають на безлічі дискретних значень інформаційних параметрів. Тому виникає необхідність в аналізі нових алгоритмів оцінки неінформативного параметра затримки сигнальної

складової вхідної функції пакета іскор. Запропоновано процедуру визначення функції правдоподібності за методами максимальної правдоподібності та погодженою фільтрацією сигналів у тимчасовій області. Розглянуто можливість реалізації функції правдоподібності з використанням процедури швидкого перетворення Фур'є. Показано, що алгоритми оцінки параметрів іскріння тягових двигунів фактично відрізняються тільки способом обчислення кореляційного інтеграла і тому потенційно забезпечують однакову точність оцінки інформаційних сигналів. Однак алгоритм, заснований на використанні процедури швидкого перетворення Фур'є, забезпечує з метою більшої обчислювальної ефективності цієї процедури порівняно з процедурою безпосереднього обчислення згортки більш оперативне формування шуканих оцінок.

*Жученко А.С., к.т.н., доцент,  
Панченко С.В., д.т.н., професор,  
Приходько С.И., д.т.н., професор,  
Штомпель Н.А., к.т.н., доцент (УкрГУЖТ)*

УДК 621.391

### **БИОИНСПИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ КОДОВ С МАЛОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ПРОВЕРОК НА ЧЕТНОСТЬ**

Для обеспечения заданной достоверности передачи информации в различных телекоммуникационных системах применяются помехоустойчивые коды. Большинство современных телекоммуникационных технологий и стандартов для защиты от ошибок, возникающих в процессе передачи информации по каналам связи, используют коды с малой плотностью проверок на четность. Характеристики данных кодов определяются структурой проверочной матрицы. В зависимости от принципов размещения ненулевых элементов в этой матрице выделяют регулярные и нерегулярные коды с малой плотностью проверок на четность. Стандартным подходом к декодированию данных кодов является метод итеративного декодирования на основе распространения доверия, эффективность которого снижается при достижении некоторого предельного значения отношения сигнал/шум в канале связи. В связи с этим возникает задача оптимизации структуры проверочных матриц кодов с малой плотностью проверок на четность. Показано, что решение данной задачи заключается в поиске минимума целевой функции, которая основана на вероятности ошибки декодирования и особенностях конкретного канала связи. В качестве множества допустимых переменных в данном случае используется вектор, учитывающий долю и вид распределения ненулевых элементов в проверочной