

ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ДЕМЧЕНКО Олег Федорович

УДК 625.42:629.423

**РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ
МЕТРОПОЛІТЕНУ**

05.22.07 - рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Харків 1998

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківській державній академії залізничного транспорту.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, член-кореспондент Транспортної академії України Бабаєв Михайло Михайлович, доцент кафедри електротехніки та електричних машин Харківської державної академії залізничного транспорту.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Колесник Іван Кузьмич, професор кафедри ЕРПС Харківської державної академії залізничного транспорту;

кандидат технічних наук Гетьман Геннадій Кузьмич, доцент кафедри “Електричний рухомий склад” Дніпропетровського державного технічного університету залізничного транспорту.

Провідна організація – Харківська державна академія міського господарства, кафедра міського електротранспорту, Міністерство освіти України, м. Харків.

Захист відбудеться “___” _____ 1998 р. о _____ годині в ауд. _____ на засіданні спеціалізованої ради Д64.820.04 в Харківській державній академії залізничного транспорту за адресою: 310050, м. Харків, пл. Фейербаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківської державної академії залізничного транспорту.

Автореферат розісланий “___” _____ 1998 р.

Вчений секретар

спеціалізованої ради

В.М. Запара

Загальна характеристика роботи

Актуальність проблеми. Подальше удосконалювання процесу перевезень на метрополітенах у першу чергу включає забезпечення масових перевезень пасажирів при високій інтенсивності руху поїздів, дотримання безпеки і надійності керування при мінімальних інтервалах між поїздами, що можливо лише при широкому використанні засобів автоматизації.

Підвищення пропускнуої здатності ліній метрополітену можливе тільки на основі удосконалювання систем автоматичного керування поїздами метрополітенів, що забезпечують виконання із заданою точністю планового графіка руху, побудову в реальному часі нового графіка руху та його реалізацію при некомпенсуємих збуреннях, мінімізацію витрат електроенергії на тягу поїздів при заданому часі ходу по перегонам.

Мета роботи і задачі досліджень. Метою даної роботи є:

- вибір загальної структури пристрою ідентифікації рухомого складу метрополітену;
- розробка методів контролю пересування ідентифікованого рухомого складу;
- алгоритмічна і програмна реалізація цих методів на базі обчислювальних засобів автоматизованої системи керування метрополітеном;
- синтез оптимальних алгоритмів і пристроїв обробки сигналів, одержуваних від зчитуючих датчиків;
- оцінка завадостійких синтезованих алгоритмів і пристроїв;
- впровадження розробленої системи ідентифікації рухомого складу метрополітену й оцінка економічного ефекту.

Методи досліджень. При вирішенні задач дисертаційної роботи використовувалися методи синтезу систем, математичного і фізичного моделювання поведінки об'єкта, теорії розпізнавання образів, математичної статистики і лінійного прогнозування.

Наукова новизна. Обґрунтовано необхідність створення автоматизованих систем керування рухомим складом метрополітенів на базі пристроїв ідентифікації вагонів; синтезовані алгоритми роботи пристроїв, що реалізують запропоновані принципи побудови систем керування електропоїздами.

Практична цінність і реалізація. Наукові результати роботи використані при створенні системи ідентифікації вагонів Салтівського електродепо Харківського метрополітену.

Особистий внесок. Всі наукові результати, які винесені на захист, одержані особисто автором. У працях, опублікованих у співавторстві, дисертанту належить (відповідно до списку публікацій, наведеному в авторефераті): в роботі [8] – постановка наукової задачі; в роботах [1,2,7]

обґрунтування результатів дослідження; в роботі [6] розроблені алгоритми роботи пристроїв обробки інформації; в роботах [3, 4, 5] відібрані і обґрунтовані методи побудови виконавчих пристроїв системи ідентифікації вагонів.

Апробація роботи. Основні положення дисертації викладені в матеріалах:

- республіканської конференції «Мікропроцесорні системи зв'язку і управління на залізничному транспорті» (м. Алушта, 1991, 1992);
- науково-практичної конференції “Шляхи удосконалення технічних засобів метрополітенів” (Харків, 1995);
- міжнародних шкіл-семінарів “Перспективні системи керування на залізничному, промисловому і міському транспорті” (м. Алушта, 1995, 1996, 1997 рр.);

Публікації. За темою дисертації опубліковано 22 друкованих роботи, з них 3 патенти України, 2 патенти Росії, 5 авторських свідоцтв на винахід.

Об'єм і структура дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, переліку літератури й додатка. Робота містить 110 сторінок тексту, 19 ілюстрацій, 13 таблиць, бібліографію з 98 найменувань і 4 сторінки додатків.

Зміст роботи

У вступі дається обґрунтування актуальності створення автоматизованих систем ідентифікації електропоїздів метрополітену, перерахуються вирішені в дисертаційній роботі задачі.

Перший розділ дисертації присвячено аналізу стану і перспектив розвитку пристроїв ідентифікації електропоїздів, показано, що в процесі вирішення поставленої задачі необхідно розрізняти внутрішній і зовнішній аспекти аналізу рухомого складу, як об'єкта ідентифікації.

Внутрішній аспект складається в розгляді рухомих одиниць як таких, що не враховують впливу оточення. З цієї точки зору, насамперед, слід зазначити ідентичність геометричних характеристик вагонів однієї серії, як то: форма, габарити, кількість осей і міжосьових відстаней і т. п.. Тому розрізнити вагони однієї серії за вказаними характеристиками неможливо, але можливо єдиною умовою задати місця розташування вагонних датчиків.

Зовнішній аспект аналізу складається в розгляді умов експлуатації рухомого складу метрополітену. Експлуатаційні чинники можна розділити на дві групи: 1) сприятливі для технічного й організаційного вирішення задачі ідентифікації рухомого складу; 2) несприятливі для її вирішення.

Сприятливі чинники:

- дуже стабільний кліматичний режим експлуатації;
- відсутність істотно агресивних середовищ і сильних механічних ударів, характерних для

магістрального й промислового транспорту;

- стабільний характер колійного розвитку, у силу чого підлогове устаткування системи ідентифікації може бути виконано стаціонарно;

- висока оперативність обслуговування (близькість ремонтних баз) і висока кваліфікація обслуговуючого персоналу;

- мінімальна можливість несанкціонованого доступу до устаткування, що практично цілком виключає можливість актів вандалізму, характерних для магістрального транспорту і наземного міського транспорту.

Несприятливі чинники:

- напружений графік руху поїздів і їх заміна на лінії;

- часте переформування поїздів;

- складна горизонтальна і вертикальна структура колійного розвитку - тоннелей із стінками, що екранують і відбивають усі види акустичного й електромагнітного випромінювання стінками, у результаті чого в системах, наприклад, радіодіапазона корисний сигнал "замаскований" численними перевідбивачами;

- стиснуте розташування колії, пристроїв СЦБ і зв'язку, об'єктів і пристроїв електроживлення, а також (переважно в депо) зварювальної апаратури і електроінструментів, у результаті чого роботі будь-якого електронного устаткування створюються інтенсивні перешкоди як по колу живлення, так і в результаті електромагнітних наводок. Крім того, стиснуте положення колій і підлогових датчиків зчитуючої системи ідентифікації обумовлює малу тривалість перебування вагона в зоні ідентифікації.

Таким чином, вагон метрополітену сам по собі практично не має інформаційних ознак, за яким його можна було б ідентифікувати. Проте існує можливість розміщення на такому вагоні пристроїв, що несуть про нього певну інформацію. У реальних умовах метрополітену ця інформація повинна считуватися дистанційно, причому процес зчитування повинен проходити з необхідною швидкістю і бути достатньо перешкодостійким. Часті заміни поїздів на лінії і їх переформування, а також короткочасне перебування вагонів у зоні ідентифікації вимагають повної автоматизації процесів зчитування інформації про вагони і її наступної обробки.

Другий розділ роботи присвячено аналізу і синтезу систем ідентифікації електропоїздів, що використовують феромагнітні властивості колісних пар рухомого складу. Показано, що в якості носія інформації про номер вагона можна використовувати колісні пари, намагнічені по апріорно заданому алгоритму. Розроблено алгоритм роботи пристроїв запису інформації на магнітні носії з урахуванням напрямку прямування рухомого складу. Запропонований алгоритм дозволяє забезпечити нанесення магнітних міток на N-осний вагон (рис.1) за довільним напрямком його

прямування шляхом комутації відповідним чином електромагнітів пристрою запису інформації.

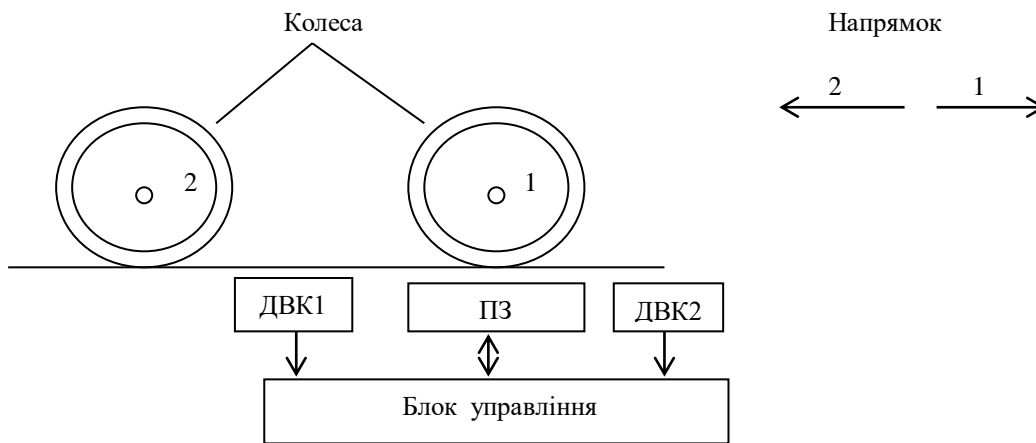


Рис. 1. Взаємне розташування вузлів пристроїв запису і коліс - носіїв інформації

З цією метою пристрій запису розташовується між двома датчиками виявлення колісних пар (ДВК1, ДВК2). В цьому випадку можливі чотири варіанти проходження вагоном зони запису.

- 1) вагон змінює напрямок прямування з 1 на 2 до виявлення *i*-го колеса датчиком ДВК1;
- 2) вагон змінює напрямок прямування з 1 на 2 при проходженні *i*-го колеса на ділянці запису між датчиком ДВК1 і ДВК2;
- 3) вагон змінює напрямок прямування з 1 на 2 після того, як *i*-е колесо минає датчик ДВК2;
- 4) вагон не змінює напрямку прямування.

Задача вважається виконаною, якщо колесо цілком пройшло ділянку запису, тобто було зафіксовано і ДВК1 і ДВК2. Тому при реалізації варіантів 1 і 2 прямування вагона блок керування не повинен реєструвати *i*-е колесо як помічене. Розроблено структурні схеми пристроїв, що реалізують запропонований алгоритм.

При зчитуванні міток, так само, як і при їхньому нанесенні, важливий порядок проходження міток через активну зону пристрою зчитування (запису). Тому в такий пристрій повинні входити датчики, що виявляють, якої сторони вагон ввійшов у зону зчитування і в якому напрямку він всередині неї рухається. Представляється доцільним розмістити як інформаційний (що зчитується) датчик, так і датчики контролю прямування вагона вздовж так званої лінійки зчитування, розташованої вздовж рейкової колії й створюючий разом з ним ділянку зчитування (рис.2).

Датчики 1-1, 2-1, 3-1, 4-1 фіксують становище вагона щодо датчика зчитування ДЗ у першій зоні зчитування, що задіяна при прямуванні вагона в напрямку 1, а датчик першої зони ДЗ1 фіксує вхід вагона на ділянку зчитування з напрямку 1 і обмежує ділянку зчитування справа. Датчики 1-2, 2-2, 3-2, 4-2, і ДЗ2 виконують аналогічні функції в другій зоні зчитування для напрямку 2. Таким чином, коли, наприклад, при

прямуванні в напрямку 1 лівий кінець вагона фіксується датчиком 4-1, четверте зліва колесо знаходиться в зоні дії датчика зчитування ДЗ.

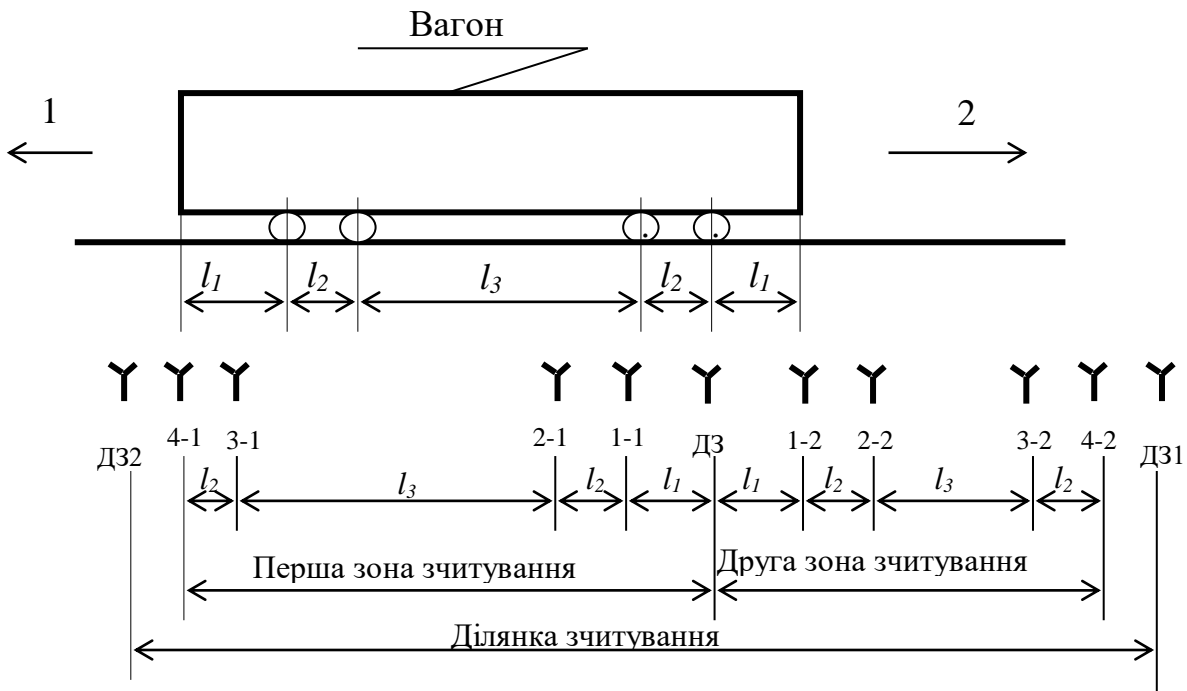


Рис.2. Геометрія ділянки зчитування

Експериментальні дослідження показали, що щонайкраще функції виявлення і зчитування виконують магнітомодуляційні датчики, як із погляду забезпечення високої чутливості, так і з погляду їхньої адаптації до зовнішніх магнітних полів шляхом балансування. Остання необхідна тому, що на вхід датчиків у процесі експлуатації надходять зовнішні магнітні збурення, як випадкові, так і стаціонарні, що мають рівень напруженості залишкових магнітних полів, порівнюваних з рівнями корисних сигналів кодоносіїв. Балансировка дозволяє установити рівень дощукльності магнітомодуляційного датчика таким, що сигнали перешкод виявляються нижче встановлюваного порога і не викликають помилкових спрацьовувань пристрою зчитування.

Розроблено алгоритми роботи пристроїв зчитування інформації з колісних пар, балансування магнітомодуляційних датчиків виміру рівнів залишкових магнітних полів і синтезовані функціональні схеми пристроїв, що реалізують запропоновані алгоритми.

У третьому розділі розглядаються питання аналізу й синтезу систем розпізнавання рухливих об'єктів метрополітену на основі використання часово-імпульсного кодування з застосуванням інфрачервоного каналу зв'язку між вагонним датчиком і підлоговим пристроєм обробки інформації. Розроблено алгоритми роботи станційних пристроїв і кодових вагонних датчиків (КВД) системи ідентифікації рухомого складу.

Синтезовано часово-імпульсний перетворювач, що забезпечує формування сигналів закінчення процедури ідентифікації після закінчення апіорно заданого часу з моменту початку цієї процедури.

Для відпрацьованості технічних рішень і оцінки експлуатаційних показників було розроблено два варіанти пристроїв ідентифікації електропоїздів метрополітену на базі інфрачервоного каналу зв'язку:

- із використанням одностороннього каналу зв'язку;
- із використанням двостороннього каналу зв'язку.

Перший варіант роботи пристрою заснований на принципі безупинного випромінювання КВД, у той час як станційний пристрій (СП) знаходиться в режимі, що чекає. У цьому випадку канал зв'язку утворюється однонаправленим. В експериментальному зразку пристрою для кодування даних, що передаються таким каналом, застосований код "Манчестер-2".

Цінністю аналізованого пристрою є: спільне використання ІК каналу для передачі інформаційних сигналів і синхросигналів; побігова синхронізація; висока швидкість передачі даних; узкополосність (а виходить, і висока перешкодостійкість) приймача коду "Манчестер-2". Останнє обумовлено тим, що сигнал даного коду містить дві логічні складові з фіксованими частотами f і $0,5f$.

Недоліками даного пристрою є складність конструкції кодового вагонного датчика в порівнянні з іншими варіантами і необхідність використання генераторів із високою стабільністю частоти формованого сигналу.

Другий пристрій припускає схов коду вагона в модулі вагонного датчика, що запам'ятовує, що може бути змінним або перепрограмованим.

Блок порівняння, що входить до складу КВД, порівнює двоічний код вагона з двоічним кодом кількості імпульсів, що надійшли на вхід кодового вагонного датчика, і по досягненні рівності чисел, обумовлених цими кодами, видає команду на випромінювання імпульсу передавачем КВД. Цей імпульс є стоповим для лічильника імпульсів, що входить до складу СП. Стартовим для нього є імпульс, випримінюючи КВД, коли на КВД надходить перший прийнятий імпульс із безупинної імпульсної послідовності, випримінюючої СП, при вході вагона в зону ідентифікації.

Блок формування, що знаходиться в складі СП, інтервал рахунку формує з прийнятих ІК приймачем СП сигналів стартові і стопові імпульси для лічильника імпульсів СП. Останній, приходом стопового імпульсу, видає двоічний код номера вагона. Даний код надходить на вихід СП і може бути використаний у підсистемі більш високого, ніж СП, рівня. Експерименти показали, що достатню для практики перешкодостійкості роботи пристрою варто забезпечити як

шляхом ретельного екранізування блоків КВД і СП (для ослаблення впливу наводок від двигунів, підлогових пристроїв, електроінструментів та ін.), так і шляхом низькочастотної фільтрації сигналу в ІК приймачах. У роботі зроблена оцінка впливу останньої на вірогідність прийому. При цьому амплітудно-частотна характеристика фільтра нижніх частот апроксимирована постійною залежністю $K(f) = K$ в діапазоні частот від 0 до F

$$K(f) = \begin{cases} K, & 0 \leq f \leq F; \\ 0, & f > F. \end{cases}$$

Також припустимо, що завада є стаціонарним гауссовським випадковим процесом і має постійну спектральну щільність потужності N_0 в тій же смузі частот

$$N(f) = \begin{cases} N_0, & 0 \leq f \leq F; \\ 0, & f > F. \end{cases}$$

Отже, математичне чекання перешкод дорівнює нулю, а її дисперсія $\sigma_N^2 = N_0 F$.

Величину F раціонально вибрати так, щоб вона дорівнювала ефективній ширині спектра сигнального імпульсу. При використанні імпульсів прямокутної форми, що мають τ_n тривалість, достатньо обмежитися $F = \frac{1}{\tau_n}$. Тоді задача фіксації приходу імпульсу зводиться до визначення факту перевищення вихідним сигналом фільтра x деякого порога z на тлі гауссовської перешкоди. Припустимо, що амплітуда прямокутного сигнального імпульсу на вході фільтра дорівнює U . Щільність ймовірності сигналу на виході фільтра нижніх частот при наявності сигналу дорівнює

$$\omega_c(x) = \frac{1}{K\sqrt{2\pi N_0 F}} \exp\left\{-\frac{(x - KU)^2}{2K^2 N_0 F}\right\},$$

а у відсутність сигналу

$$\omega_n(x) = \frac{1}{K\sqrt{2\pi N_0 F}} \exp\left\{-\frac{x^2}{2K^2 N_0 F}\right\}.$$

Звідси ймовірність правильної фіксації приходу одного імпульсу дорівнює ймовірності перевищення сумою сигналу й перешкоди величини порога z_0

$$P_{np} = \int_{z_0}^{\infty} \omega_c(x) dx = \frac{1}{K\sqrt{2\pi N_0 F}} \int_{z_0}^{\infty} \exp\left\{-\frac{(x - KU)^2}{2K^2 N_0 F}\right\} dx.$$

Ймовірність помилкової фіксації приходу одного імпульсу дорівнює ймовірності перевищення перешкоди порога z_0

$$P_{ош} = \frac{1}{2} \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{z_0 \sqrt{\tau_n}}{K \sqrt{2N_0}} \right) \right].$$

Звідси випливає, що збільшення τ_n зменшує ймовірність помилки. Причиною є те, що з ростом τ_n зменшується смуга фільтра F , тому зменшується потужність перешкоди на вході фільтра. Проте, як уже відзначено, при цьому знижується швидкість обміну інформацією між КВД і СП.

Крім шляху добору величин U і τ_n , підвищення перешкодостійкості досягається також шляхом багатократного зчитування коду вагона з наступним визначенням його істинного значення за мажоритарним принципом.

Гідностями розглянутої схеми пристрою ідентифікації є невисокі вимоги до стабільності генератора, що задає, і простота схем кодування і декодування інформації. Хибами є наявність двох зустрічних ІК каналів між КВД і СП, а також збільшення часу передачі даних від КВД пропорційно росту номера вагона. Останнє вимагає або зменшення швидкості проходу вагона через зону ідентифікації, якщо заданою величиною є максимальний номер вагона, або обмежує кількість вагонів, що ідентифікуються.

Порівняння технічних і експлуатаційних показників розроблених устроїв ідентифікації показує, що пристрою, виконаному у відповідності з другим варіантом схеми, необхідно віддати перевагу.

У четвертому розділі розглянуті питання контролю надійності, що прогнозує, роботи системи ідентифікації рухомого складу за узагальненим показником якості.

Для прогнозування узагальненого показника якості застосовують лінійне програмування за p попереднім значенням

$$\hat{y}_n = - \sum_{k=1}^p y_{n-k} a_k,$$

де \hat{y}_n - передбачена (зпрогнозована) величина узагальненого показника якості;

a_k ($k = 1, \dots, p$) - коефіцієнт передбачення.

Величина помилки передбачення дорівнює

$$e_n = y_n - \hat{y}_n,$$

де y_n - істинна величина показника якості в момент t_n .

Мірою точності прогнозу положим середній квадрат помилки передбачення. Цю величину необхідно мінімізувати шляхом належного вибору коефіцієнтів передбачення. Позначивши дану величину як ε^2 , представимо задачу мінімізації в такому виді

$$\varepsilon^2 = E \left\{ \left(y_n + \sum_{k=1}^p y_{n-k} a_k \right)^2 \right\} = \{a_k^{\min}\},$$

де $E\{\dots\}$ позначає операцію перебування математичного чекання.

Вважаючи випадковий процес y_n локально стаціонарним, одержуємо, що

$$E\{y_{n-r} y_{n-i}\} = R(i - k),$$

$$E\{y_n y_{n-i}\} = R(i),$$

де $R(\cdot)$ - автокореляційна функція цього процесу на інтервалі стаціонарності. Її незсунена оцінка може бути отримана на цьому інтервалі за допомогою відомого співвідношення

$$\hat{R}(l) = \frac{1}{N-l} \sum_{k=0}^{N-l-1} y_k y_{k+l}.$$

У результаті

$$\sum_{k=1}^p a_k R\{i - k\} = -R\{i\}; \quad i = 1, \dots, p.$$

Оскільки для автокореляційної функції справедлива рівність $R(i) = R(-i)$, то кореляційна матриця, елементами якої є величини $R(i - k)$, симетрична.

Визначений оптимальний ваговий вектор \vec{W} , що мінімізує середній квадрат помилки передбачення. Запишемо вираз для величини цієї помилки

$$e = y_n - \hat{y}_n = \vec{W}^T \vec{X}_n + \sum_{k=1}^p y_{n-k} a_k.$$

Середній квадрат помилки дорівнює

$$\begin{aligned}\varepsilon^2 &= \vec{W}^T \left[E\{\vec{X}_n \vec{X}_n^T\} + \sum_{k=1}^p a_k E\{\vec{X}_n \vec{X}_{n-k}^T\} + \right. \\ &+ \left. \sum_{k=1}^p a_k E\{\vec{X}_{n-k} \vec{X}_n^T\} + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p a_i a_j \cdot E\{\vec{X}_{n-i} \vec{X}_{n-j}^T\} \right] \vec{W} = \\ &= \vec{W}^T \left[\vec{R}(0) + \sum_{k=1}^p a_k \vec{R}(k) + \sum_{k=1}^p a_k \vec{R}(-k) + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p a_i a_j \vec{R}(i-j) \right] \vec{W}.\end{aligned}$$

Тут $\vec{R}(0)$ - автокореляційна матриця параметрів у момент часу t_n , а $\vec{R}(i-j)$ взаємно кореляційна матриця величин параметрів, розділених інтервалом часу $t_i - t_j$. Оскільки $\vec{R}(k) = \vec{R}(-k)$, то вираження для ε^2 приводиться до остаточного виду

$$\varepsilon^2 = \vec{W}^T \left[\vec{R}(0) + 2 \sum_{k=1}^p a_k \vec{R}(k) + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p a_i a_j \vec{R}(i-j) \right] \vec{W}.$$

Прийнято, що оптимальний ваговий вектор задовольняє умові

$$\vec{W}_{opt}^T \vec{X}_o = 1,$$

де \vec{X}_o - вектор, компонентами якого є значення середин полів допусків.

Така умова означає, якщо в якості приватних показників прийняти власне значення контрольованих параметрів, то випадку, коли $\vec{X} = \vec{X}_o$ (стан повної справності об'єкта контролю і відсутність похибок виміру параметрів), відповідає одиничне значення узагальненого показника якості.

Для вирішення останньої задачі використано метод невизначених множників Лагранжа.

Отримано вираз для оптимального вагового вектора

$$\vec{W}_{opt} = \frac{\vec{R}_{\Sigma}^{-1} \vec{X}_o}{\vec{X}_o^T \vec{R}_{\Sigma}^{-1} \vec{X}_o}.$$

У результаті визначені всі параметри, необхідні для виконання прогнозуючого контролю, за узагальненим показником якості.

У роботі реалізована структура підсистеми контролю технічного стану вагона метрополітену, заснована на використанні узагальненого показника якості. Така підсистема забезпечує автономний контроль технічного стану вагона аж до моменту виходу узагальненого показника якості за межі поля допусків на нього, і лише в цьому останньому випадку стає необхідним притягнення зовнішніх ресурсів - баз даних і підсистеми керування експлуатацією автоматизованої системи керування метрополітемом. При цьому аналізуються причини, що обумовили вихід показника якості за припустимі межі і, на основі їх зіставлення з вимогами

безпеки прямування і з базою експлуатаційних даних конкретного вагона, виносяться рішення про час виводу його з експлуатації і про необхідні заходи і матеріальні ресурси для його технічного обслуговування.

Очікуваний економічний ефект від впровадження системи ідентифікації вагонів метрополітену визначався на підставі діючих у цей час нормативних документів і складає в період експлуатації системи з 1997 по 2010 роки 4769 тис. грн.. Впровадження системи здійснено на Салтівській лінії Харківського метрополітену.

Висновок

1. У роботі проведено дослідження стану і перспектив розвитку систем ідентифікації вагонів, за результатами яких сформульовані основні напрямки їхньої розробки і проектування на Харківському метрополітені.

2. Запропонован принципowo новий підхід до ідентифікації електропоїздів метрополітену, заснований на використанні феромагнітних властивостей колісних пар рухомого складу, що полягає у формуванні інформаційних сигналів шляхом перемагнічування колісних пар.

3. Розроблено функціональні схеми й алгоритми роботи пристроїв керування й обробки інформації системи ідентифікації вагонів, засновані на використанні феромагнітних властивостей колісних пар електропоїздів.

4. З метою зниження впливу електромагнітних перешкод на роботу підлогового устаткування вагонів запропоновано використання інфрачервоного каналу зв'язку для організації обміну інформацією між кодовими вагонними датчиками і станційними пристроями. З урахуванням цього розроблений алгоритм ідентифікації електропоїздів, заснований на запитально-відповідній стратегії обміну інформацією.

5. Синтезовано часово-імпульсний перетворювач, що реалізує роботу розроблених інфрачервоних пристроїв ідентифікації вагонів, що забезпечують двосторонній обмін інформацією.

6. Теоретично досліджується залежність перешкодостійкості розроблених пристроїв від параметрів сигналів і перешкод.

7. Показано, що для підвищення ефективності керування технічним станом об'єктів метрополітену доцільно здійснювати прогнозуючий контроль їх технічного стану. З урахуванням цього теоретично досліджена можливість реалізації прогнозуючого контролю системи, ідентифікації електропоїздів за скалярним узагальненим показником якості.

8. Синтезовано структуру підсистеми технічного стану вагонів, засновану на використанні узагальненого показника якості.

9. Виконано техніко-економічне обґрунтування ефективності впровадження системи ідентифікації електропоїздів на метрополітені.

**Основні положення дисертації опубліковані
у наступних роботах**

1. Бабаев М.М., Кошевой С.В., Демченко О.Ф. Система распознавания подвижных составов метрополитена // Микропроцессорные информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – Харьков, 1994. - №25. – С. 45-52.

2. Бабаев М.М., Демченко О.Ф., Прилипко А.А. Применение методов декомпозиции и абстрагирования при создании комплекса программ системы «идентификации подвижного состава» // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1996. - № 3,4. - С.34-37.

3. Бабаев М.М., Демченко О.Ф., Кошевой С.В. Моделирование поездного положения в электродепо метрополитена // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1996. - № 3, 4.- С.37-41.

4. Бабаев М.М., Демченко О.Ф., Соболев Ю.В. Структурные схемы устройств идентификации //Інформаційно-керуючі системи на залізнич-ному транспорті. – 1997. - № 3. – С.46-49.

5. Бабаев М.М., Демченко О.Ф., Соболев Ю.В. Идентификация подвижного состава на основе использования время-импульсного кодирования// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 1997. - № 3. – С.49-54.

6. А.с. 1650508 СССР, МКИ В 61 L 25/02. Устройство для передачи информации о подвижном составе железных дорог /Придубков П.Я., Бабаев М.М., Демченко О.Ф. и др. (СССР). - № 4678594/11; Заяв. 18.04.89; Опубл. 23.05.91. Бюл. №19. – 3 с.

7. Пат. 13411 Україна, МКІ В 61 L 1/16. Пристрій для знаходження об'єкта, який рухається по рейках / Бабаев М.М., Демченко О.Ф., Ісаєв Л.О. та ін. (Україна). - № 95010319; Заяв. 23.01.96; Опубл. 16.12.96; Пріор. 16.12.96.

8. Прилипко А.А., Золочевский Л.Н., Демченко О.Ф. Методы обработки первичной информации устройства опознавания вагонов// Тез. докл. республиканской конференции «Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте», 21-30 сентября 1991 г., г. Алушта. - Киев, 1991. – С. 16.

АНОТАЦІЇ

Демченко О.Ф. Розробка засобів ідентифікації електропоїздів метрополітену. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів. – Харківська державна академія залізничного транспорту, Харків, 1998.

Дисертація присвячена питанням удосконалення процесу перевезень у метрополітені на підставі одержання інформації про характеристики рухомих одиниць. До такої інформації віднесено ідентифікацію рухомого складу, контроль переміщень ідентифікованих рухомих одиниць. Розроблено оптимальні алгоритми обробки сигналів, які формуються пристроями ідентифікації. Виконана оцінка завадостійкості синтезованих алгоритмів ідентифікації. Розроблено систему ідентифікації, яка впроваджена на Харківському метрополітені.

Ключові слова: рухомий склад, ідентифікація, прилади запису та зчитування інформації, кодовий вагонний датчик, станційний прилад обробки інформації, прогнозуючий контроль, синтез систем.

Демченко О.Ф. Разработка средств идентификации электропоездов метрополитена. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – подвижной состав железных дорог и тяга поездов. – Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 1998.

Диссертация посвящена вопросам совершенствования процесса перевозок в метрополитене на основе получения информации о характеристиках подвижных единиц. К такой информации отнесены идентификация подвижных единиц, контроль перемещений идентифицированных подвижных единиц. Разработаны оптимальные алгоритмы обработки сигналов, которые формируются устройствами идентификации. Выполнена оценка помехоустойчивости синтезированных алгоритмов идентификации. Разработана система идентификации, которая внедрена на Харьковском метрополитене.

Ключевые слова: подвижной состав, идентификация, устройства записи и считывания информации, кодовый вагонный датчик, станционное устройство обработки информации, прогнозирующий контроль, синтез систем.

Demchenko O.F. Development of identification devices for metropolitan. – Manuscript.

Dissertation for candidate degree of technical sciences on specialities: 05.22.07 – Railway rolling

stock and traction of trains. – Kharkov State Academy of Railway Transport, Kharkov, 1998.

Dissertation is devoted to matters of improvement of transportation process into metropolitan. Identification of a carriage and movement check are basic parameters.

Optimal algorithms of signal processing were developed. Noise immunity of synthesized identification algorithms was estimated. Identification system was introduced into Kharkov metropolitan.

Key words: movement carriage, identification, record and read-out of information, code transducer, predictich control, system synthesis.

ДЕМЧЕНКО Олег Федорович
РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ
МЕТРОПОЛІТЕНУ

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Відповідальний за випуск Харченко Л.Ф.

Підписано до друку 24.08.98 р.
Формат паперу 60x84 1/16. Папір офсетний.
Умовн.-друк.арк. 1,0. Обл.-вид.арк. 1,25.
Замовлення №698. Тираж 100.

Видавничий комплекс ХарДАЗТу,
310050, Харків-50, пл. Фейербаха, 7.

