

*Гаврилюк В.І., Дуб В.Ю. (ДНУЗТ)***ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЛЕЙНОЇ  
АППАРАТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ**

Удосконалювання методів діагностування релейно-контактних пристроїв залізничної автоматики і контролю їх параметрів, є важливим і актуальним завданням, спрямованим на підвищення експлуатаційної надійності систем, що забезпечують безпеку руху поїздів. Технологія перевірки зазначених пристроїв в умовах ремонтно-технологічної дільниці з ряду причин не задовольняє сучасним вимогам. Існуючі засоби вимірювання й контролю параметрів на даний час фізично і морально застаріли. Сучасний рівень розвитку вимірювальної техніки та інформаційних технологій забезпечує можливість автоматизації майже всіх ручних операцій, пов'язаних з процесом вимірювання параметрів апаратури та її діагностування.

Процес діагностування релейно-контактної схеми, як об'єкта діагностування (ОД) з дискретними входами і виходами, являє собою послідовність елементарних операцій, що називаються перевірками, кожна з яких передбачає подачу на входи блоку деякого впливу й визначення на виходах реакції на цей вплив. Кількість можливих комбінацій вхідних сигналів  $N$  пов'язане із числом виводів  $n$ , прийнятих у якості вхідних:  $N=2^n$ . Це значення визначає максимальну довжину тривіального неоптимізованого тесту для комбінаційних дискретних блоків. Завдання діагностування ускладнюється, якщо схема об'єкта містить зворотні зв'язки, тобто є багатотактною. При збільшенні числа вхідних виводів блоку до декількох десятків, застосування для пошуку несправності тривіальних тестів стає малоефективним. Дану проблему можна частково розв'язати шляхом мінімізації тесту, що саме по собі є трудомістким завданням. Іншим способом скорочення довжини тесту є застосування умовних алгоритмів діагностування. Загальний недолік зазначених методів – значні витрати праці при складанні тестів.

У зв'язку із цим виникає задача розробки більш ефективної методики технічного контролю й діагностування, що дозволила б з мінімальними витратами визначати технічний стан пристрою, використовуючи тільки його зовнішні виводи.

Сучасні розробки в галузі штучних нейронних мереж (ШНМ) дозволяють автоматизувати обробку діагностичної інформації, знаходити приховані залежності між несправністю й вихідними сигналами на виводах пристрою, приймати рішення в умовах неповної інформації, автоматично класифікувати образи вихідних аналогових або дискретних сигналів.

Метою даної роботи є аналіз та наукове обґрунтування методів діагностування пристроїв

залізничної автоматики з використанням штучних нейронних мереж, а також структурний синтез систем тестового й функціонального діагностування аналогових і дискретних пристроїв, що входять до складу систем залізничної автоматики (СЗА).

Застосування апарату нейронних мереж для діагностування апаратури залізничної автоматики дозволяє вирішувати такі завдання, як класифікація несправностей монтажу без застосування детермінованих алгоритмів діагностування, розпізнавання небезпечних відхилень від заданих часових параметрів, прогнозування стану елементів пристрою за рахунок аналізу зміни в часі їх параметрів, розпізнавання стану ОД за кривою перехідного струму при його підключенні до джерела живлення, акустичний контроль роботи рухомих механічних частин пристрою та ін. Разом із класичними методами вимірювання параметрів нейромережеві технології дозволяють одержати максимальну кількість інформації про стан пристрою без зняття захисного кожуха. Ця задача стає актуальною, наприклад, при діагностуванні реле, що входять до складу релейних блоків електричної централізації, оскільки в цьому випадку доступ до частини контактів реле, як правило, обмежений.

Аналіз перехідних процесів в електричному колі живлення ОД за допомогою ШНМ дозволяє виявляти (непрямим методом) відхилення його параметрів від норми і наявність прихованих дефектів. У процесі діагностування реєструється цифровий образ перехідного струму, що потім використовується як вхідний вектор першого шару ШНМ. У процесі навчання нейронна мережа встановлює залежність форми перехідного струму від стану реле.

В даній роботі виконано аналіз та наукове обґрунтування методів діагностування пристроїв залізничної автоматики з використанням ШНМ, а також синтезовано структури систем тестового й функціонального діагностування аналогових і дискретних пристроїв залізничної автоматики. Аналогові пристрої можна діагностувати за допомогою аналізу форми кривої струму в колі їх живлення при їх роботі.

*Гаврилюк В.І., Дуб В.Ю. Діагностування релейної-апаратури залізничної автоматики. Наведено аналіз і наукове обґрунтування методів діагностування пристроїв залізничної автоматики з використанням штучних нейронних мереж. Синтезовано структури систем тестового й функціонального діагностування аналогових і дискретних пристроїв.*

*Гаврилюк В.И., Дуб В.Ю. Диагностирование релейной аппаратуры железнодорожной автоматики. Проведено анализ и научное*

обоснование методов диагностирования устройств железнодорожной автоматики с применением искусственных нейронных сетей. Синтезированы структуры систем тестового и функционального диагностирования аналоговых и дискретных устройств.

*Havryliuk V.I., Dub V.Yu. Diagnosis of the relay-based equipment of the railway automatics. The analysis and the scientific substantiation of diagnosis methods for railway automatics devices using artificial neural networks have been carried out. Structures of the test and the functional diagnosis of analog and digital devices have been synthesized.*

Гаврилюк В.І. (ДНУЗТ),  
Мелешко В.В. (Укрзалізниця),  
Диданов К.А., Егольников А.А. (Миколаївський  
Коледж Транспортної Інфраструктури)

### ВИПРОБУВАННЯ НОВИХ ТИПІВ РУХОМОГО СКЛАДУ НА ЕЛЕКТРОМАГНІТНУ СУМІСНІСТЬ З СИСТЕМАМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Безпека руху визначається як стан захищеності руху залізничного рухомого складу, який характеризується відсутністю граничного ризику виникнення транспортних подій і їх наслідків, які можуть заподіяти шкоду життю та здоров'ю громадян, навколишньому середовищу, майну фізичних або юридичних осіб. Технічні засоби, зокрема локомотиви і системи управління рухом поїздів, що безпосередньо визначають рівень безпеки руху, мають відповідати певним вимогам на всіх етапах життєвого циклу, починаючи від проектування, виготовлення, приймальних випробувань.

В останні десятиріччя в Україні вводяться в експлуатацію нові типи електрорухомого складу (ЕРС) з асинхронним тяговим приводом (АТП) та імпульсним регулюванням. Електрообладнання ЕРС з АТП генерує значні електромагнітні завади в широкому діапазоні частот, що впливають на роботу систем сигналізації та зв'язку і можуть привести до небезпечних збоїв в їх роботі. Загальною програмою приймальних випробувань нових типів ЕРС передбачено випробування їх на електромагнітну сумісність з системами сигналізації та зв'язку. Вимоги з ЕМС рухомого складу сформульовано у міжнародних і національних нормативних документах. Велика різноманітність систем тягового електропостачання, сигналізації та зв'язку в країнах Європи потребує проведення сертифікаційних випробувань в кожній країні окремо, що перешкоджає інтероперабельності і збільшує вартість ЕРС. Навіть в одній країні після

проведення повного циклу випробувань нових типів ЕРС на ЕМС з пристроями сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) можуть виявлятися збої в їх роботі систем залізничної автоматики на окремих ділянках. Розслідування і визначення причин збоїв потребує додаткових досліджень з урахуванням конкретної схеми тягової мережі, рейкових кіл і т.д. Суттєвою допомогою при цьому може бути проведення аналізу ЕМС на комп'ютерній моделі з визначенням вірогідності появи небезпечної ситуації з урахуванням статистичних даних про параметри електромагнітних завад від ЕРС, що були виміряні під час випробувань.

Метою роботи є проведення аналізу вимог до електромагнітної сумісності ЕРС з системами сигналізації та зв'язку, дослідження статистичних закономірностей завад тягового струму у зворотній тяговій мережі, розробка імітаційної моделі для наукового супроводження випробувань рухомого складу на ЕМС з пристроями сигналізації та зв'язку.

Нормативними документами, прийнятими в Україні, визначаються обов'язкові граничні рівні електромагнітних завад від ЕРС і в цілому від тягової мережі, які мають контролюватися в процесі приймальних випробувань рухомого складу. В процесі випробувань нових типів ЕРС на електромагнітну сумісність з пристроями сигналізації і зв'язку проводять вимірювання таких параметрів:

рівень заважаючого і небезпечного впливу електрообладнання ЕРС на рейкові кола, колійні пристрої сигналізації;

рівень заважаючої напруги, який наводиться тяговим струмом ЕРС в колі контрольного кабелю зв'язку (псифометрична напруга);

рівень напруженості поля радіозавад від електрообладнання ЕРС;

рівні радіозавад на частотах технологічного радіозв'язку і передачі даних.

Короткі характеристики вимог до цих параметрів відповідно до нормативних документів наведено нижче.

Рівень напруженості поля радіозавад визначаються ГОСТ 29205-91, згідно до якого квазіпікові значення напруженості поля радіозавад в децибелах відносно 1 мкВ/м, не повинні перевищувати певні граничні значення в смузі частот 0,15—300 МГц. В Євросоюзі аналогічні норми щодо ЕМС на залізничному транспорті встановлюються стандартом EN 50121 Railway applications - Electromagnetic compatibility, що складається з 6-ти частин - Part 1: General, Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world, Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle, Part 3-2: Rolling stock - Apparatus, Part 4: Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus, - Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus. Граничні норми