

МИНИСТЕРСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ УКРАИНЫ
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА

ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЙ АКАДЕМИИ УКРАИНЫ

НПП “УКРТРАНСАКАД”



ТЕЗИСЫ
IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
«ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
И БЕЗОПАСНОСТЬ НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»
(EMC&S-R)

15.02 – 19.02.2011



ДНЕПРОПЕТРОВСК
2011

МИНИСТЕРСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ УКРАИНЫ
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА

ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЙ АКАДЕМИИ УКРАИНЫ

НПП “УКРТРАНСАКАД”

ТЕЗИСЫ

**IV Международной научно-практической конференции
«ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
И БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ
ТРАНСПОРТЕ»
(EMC&S-R)**

ТЕЗИ

**IV Міжнародної науково-практичної конференції
«ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

**PROCEEDINGS
of the 4 International Scientific and Practical Conference
"ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND SAFETY ON
RAILWAY TRANSPORT"**

15.02 – 19.02.2011

Днепропетровск
2011

УДК 621.331:621.332

Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте: тезисы IV Междунар. научно-практической конф., 15-19 февраля 2011 г., пгт. Чинадиево. – Д.: ДИИТ, 2011. – 98 с.

В сборнике представлены тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции «Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте», организованную Днепропетровским национальным университетом железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. Конференция проходила в туристическом комплексе «Водограй» (пгт. Чинадиево, Мукачевского р-на Закарпатской обл.) 15-19 февраля 2011 г.

Сборник предназначен для научно-технических работников железных дорог, предприятий транспорта, преподавателей высших учебных заведений, докторантов, аспирантов и студентов.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.ф.-м.н., профессор Гаврилюк В. И.
к.т.н. Сыченко В. Г.
Миргородская А. И.
Ящук Е. И.

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

Гаврилюк В.И. – д.ф-м.н., проф., зав. кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь» ДИИТа;

Заместитель председателя комитета:

Сыченко В.Г. – к.т.н., зав. кафедрой «Электроснабжение железных дорог» ДИИТа.

Члены научного комитета:

Бадер М.П. – д.т.н., проф. (МИИТ, Россия);

Бойник А.Б. – д.т.н., проф. (УкрГАЖТ, Украина);

Бялонь А. – к.т.н. (НТЦ ж.д. транспорта, Польша);

Загарий Г.И. – д.т.н., проф. (УкрГАЖТ, Украина);

Микульский Е. – д.т.н., проф. (Силезский технологический университет, Польша);

Мямлин С.В. – д.т.н., проф. (ДИИТ, Украина)

Вайчунас Г. – к.т.н., доц. (Вильнюсский технический ун-т им. Гедиминаса, Литва);

Омарбеков А.К. – д.т.н., директор (Научно-исследовательский центр ж.д. транспорта, Казахстан);

Стасюк А.И. – д.т.н., зав. каф. (КУЭТ, Украина);

Саенко Ю.Л. – д.т.н., проф. (ПГТУ, Украина).

Секретари конференции:

Миргородская А.И. (ДИИТ)

Ящук Е.И. (ДИИТ)

Шановні учасники та гості
4 Міжнародної науково-практичної конференції
«Електромагнітна сумісність і безпека на залізничному транспорті»!

Розвиток транспортної системи України забезпечує підвищення темпів європейської інтеграції країни, сприяє налагодженню більш тісного міжнародного співробітництва та дозволяє ефективно використовувати вигідне геополітичне розташування України.

Необхідно відмітити, що транспорт є однією з найбільш наукоємних галузей економіки країни, тому існує нагальна потреба активного залучення потенціалу наукових та науково-освітніх організацій і установ, міжнародного досвіду для реалізації інноваційної стратегії його розвитку.

Залізничний транспорт є однією з найважливіших галузей народного господарства України, конкретними перевагами якого є: енергоефективність, низький рівень викидів в атмосферу, безпека, ефективне використання простору, що дозволяє здійснювати перевезення з меншими затратами та більшою надійністю. Саме тому питання, розглядані на конференції є вкрай актуальними та необхідними.

Вважаю, що науково-практична конференція «Електромагнітна сумісність і безпека на залізничному транспорті» буде ще більше сприяти пропаганді новітніх технологій у сфері електромагнітної сумісності та безпеки, обміну думками з питань удосконалення та розвитку транспортної інфраструктури, наданню високоякісних та безпечних послуг споживачам транспортної продукції.

Бажаю учасникам конференції успішно представити свої дослідження та розробки і у взаємній праці отримати відповіді на нагальні питання підвищення електромагнітної сумісності та безпеки залізничного транспорту.

Начальник Департаменту
залізничного транспорту
Міністерства інфраструктури України

М.П. Снітко

Шановні колеги!



Від імені Державної адміністрації залізничного транспорту України вітаю всіх учасників та гостей 4 Міжнародної науково-практичної конференції «Електромагнітна сумісність і безпека на залізничному транспорті» з початком роботи.

На сучасному етапі, в умовах входження України в світову спільноту та введення в дію транснаціональних транспортних коридорів, важливе значення мають питання забезпечення необхідного рівня безпеки та сумісності електрифікованих залізниць з оточуючим середовищем.

Актуальність конференції визначається динамічним розвитком залізничної галузі, що ставить перед нами нові завдання. Вирішення цих задач неможливе без спільних зусиль практиків та науковців, широкого залучення міжнародного досвіду.

Бажаю усім учасникам конференції плідної роботи, корисних зустрічей та нових звершень!

З повагою,

Перший заступник Генерального
директора Укрзалізниці

М.І. Сергієнко

Шановні колеги!

Розвиток нових систем управління та регулювання рухом на залізничному транспорті, що відбувається останнім часом, зробили ще більш актуальною проблему доведення їх безпеки та електромагнітної сумісності.

Вважаємо, що проведення конференції в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту ім. В. Лазаряна буде сприяти координації робіт дослідників у цьому напрямку та підвищить безпеку на залізничному транспорті. Дякуємо за бажання прийняти участь у роботі міжнародної конференції і бажаємо плідної роботи!

Голова конференції, професор

В.І.Гаврилюк

Dear colleagues!

Development of a new control and regulations railway movement systems have made even more actual a problem of the proof of their safety and electromagnetic compatibility.

We believe that realization of such conference in Dnipropetrovsk national university of a railway transport named by V.Lazaryan will promote coordination of work of researchers in this direction and will increase of a railway transport safety. Thanks for desire to take part in work of the first international conference and wish fruitful work!

Chairman of the conference, professor

V.Gavrilyuk

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДІВ НА МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ

Абакумов О. А., Бойнік А. Б.

Українська державна академія залізничного транспорту

Залізничні переїзди є місцями підвищеної небезпеки на залізницях будь-якої країни світу. Аварії, що трапляються у межах перетину залізничної та автомобільної доріг складають третину усіх подій із смертельними наслідками на залізничному транспорті. Особливість функціонування систем переїзної сигналізації вимагає постійного удосконалення елементної бази та розширення функціональних можливостей існуючих систем. Але не зважаючи на сучасні технічні рішення щодо убезпечення небезпечних перетинань (пристрої загородження, контроль зони конфлікту та інші), порушення правил перетину залізничних переїздів водіями автотransпортних засобів створює передумови для виникнення транспортних подій із смертельними наслідками.

Найкращого ефекту щодо зменшення аварій у межах залізничних переїздів можна досягти заміною перетинання в одному рівні на дворівневі розв'язки. На жаль, вартість будівництва даного виду перетинань не дає можливості швидкої ліквідації залізничних переїздів. У зв'язку з цим постає питання про розроблення певних критеріїв щодо доцільності будівництва шляхопроводів взамін конкретних переїздів.

Враховуючи кількість залізничних переїздів на мережі залізниць України (близько 6000) та перспективи організації швидкісного руху доцільним може бути розроблення та впровадження експертної системи моніторингу залізничних переїздів.

Метою створення даної системи є систематизація інформації про залізничні переїзди, обробка зібраної інформації та прийняття рішення щодо доцільності існування певних типів перетинань.

Для реалізації даних функцій система повинна мати:

- базу даних, що містить достовірну інформацію про існуючі переїзди (умови розміщення, категорія, інтенсивність руху транспорту, тип системи автоматичної переїзної сигналізації, видимість, швидкості руху поїздів у межах розміщення переїзду, дані про відмови систем переїзної сигналізації, кількість транспортних подій у межах певного переїзду та інші);
- базу знань – експертні оцінки для рішення поставленої задачі, набір методів та способів рішення поставленої задачі;
- базу алгоритмів отримання висновків з використанням бази знань та методів теорії прийняття рішення в умовах неповної інформації;
- архів прийнятих рішень та обробленої інформації.

Етапи функціонування системи: 1 – обробка та аналіз даних про залізничний переїзд; 2 – обчислення коефіцієнтів, що дають можливість визначити ефективність функціонування певного переїзду та рівень убезпечення руху транспорту у його межах; 3 – формування рішення щодо можливості подальшої експлуатації даного перетинання.

Таким чином, експертна система моніторингу залізничних переїздів дасть можливість автоматизувати процес прийняття рішення щодо ліквідації або убезпечення небезпечних перетинань: закриття переїзду, будівництва дворівневих розв'язок, об'єднання транспортних потоків з декількох переїздів на один, заміна системи переїзної сигналізації, експлуатація переїзду без змін.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛІВ ЧИСЛОВИХ КОДІВ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Ананьєва О. М., Давиденко М. Г.
Українська державна академія залізничного транспорту
Сотник В. О.
Південна залізниця

Для достовірної передачі сигнальної інформації по індуктивному каналу системи АЛСН в умовах існуючих в межах залізничної колії при будь-якому виді локомотивної тяги електромагнітних завад, необхідно визначити енергетичні, спектральні і часові характеристики цих завад, у тому числі і в залежності від швидкості руху поїзда. В докладі показано, що струм і напруга в будь-якому перерізі лінії, в тому числі і в перерізі приймання, абсолютно однакові щодо адекватності опису електричних процесів у рейковій лінії. Тому для моделювання електричних процесів, які визначають вхідний сигнал локомотивного приймача, найвирогіднішим є побудова моделі струму в перерізі приймання. Встановлено, що найбільш зручним з точки зору виконання досліджень сигналів числових кодів, їхньої інформаційної забезпеченості та фізичної інтерпретації їх результатів є частотний метод розрахунку. При цьому числове моделювання може бути виконано засобами, які розвинені стосовно до усталеного режиму синусоїдальних коливань.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ «ТЯГОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ - ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

Андриенко П. Д., Каплиенко А. О., Шило С. И., Немудрый И. Ю.
Запорожский национальный технический университет

На электрифицированный железнодорожный транспорт приходится более чем семьдесят процентов объемов всех железнодорожных перевозок. Постоянное увеличение объемов перевозимых грузов вызывает рост потребляемых энергоресурсов, требует замены морально и физически устаревшего оборудования энергообеспечения электроподвижного состава. Устаревшее оборудование необходимо заменять современным, которое не нуждается в обслуживании постоянным оперативным персоналом и гарантирует повышение качества и надежности электроснабжения потребителей. При этом следует учитывать, что инфраструктура системы электроснабжения, имеющаяся на данный момент, не может быть радикально изменена в короткие сроки.

В последнее время, благодаря интенсивному развитию полупроводниковой техники, произошло много изменений в схемах и конструкции выпрямительных устройств в системе тягового электроснабжения, так же широкое применение получили системы импульсного регулирования скорости вращения тяговых электродвигателей подвижного состава. Применение указанных схемных решений позволяет снизить эксплуатационные затраты и повысить энергоэффективность железнодорожных перевозок, но создает определенные неудобства при эксплуатации систем безопасности и связи за счет снижения качества электроэнергии в тяговой сети.

Однако, в современных системах электрической тяги на железных дорогах к качеству электроснабжения предъявляются особые требования. Это объясняется заметными изменениями в условиях эксплуатации и техническом уровне электроподвижного состава, тяговых подстанций и других устройств. Кроме того, необходимо удовлетворить ужесточающиеся требования по качеству электроэнергии внешних энергетических сетей - поставщиков, что приводит к постепенной замене шестипульсовых выпрямителей - двена-

дцатипульсовыми, которые характеризуются меньшими искажениями кривой напряжения на стороне трехфазного тока

Одним из путей повышения качества электроэнергии в системах электроснабжения контактной сети постоянного тока является нахождение оптимального схемного решения стабилизированной тяговой подстанции постоянного тока. Однако для определения оптимального схемного решения не достаточно рассматривать лишь тяговую подстанцию, без взаимодействия ее с тяговым составом. Поэтому, исходя из необходимости модернизации тяговых подстанций постоянного тока, актуальной задачей является исследование электромагнитных процессов на подстанциях с применением бесконтактной аппаратуры, имеющей высокое быстродействие, при взаимодействии «тяговая подстанция – электроподвижной состав постоянного тока»

Целью статьи является разработка комплексной модели взаимодействия «тяговая подстанция – электроподвижной состав постоянного тока» для последующего проведения на этой модели необходимых исследований электромагнитной совместимости и, как следствие, качества электроэнергии в системах электроснабжения контактной сети постоянного тока.

Анализ полученных на модели результатов позволяет сформулировать рекомендации по выбору параметров фильтрующих элементов тяговой подстанции и импульсного регулятора скорости вращения тягового электродвигателя. Указанные рекомендации позволяют синтезировать фильтры, обеспечивающие электромагнитную совместимость импульсного регулирования с системой тягового электроснабжения и снижающие мешающее влияние на системы безопасности и связи.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ СТРЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Бабаев М. М., Богатырь Ю. И.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

В докладе представлены результаты моделирования режимов работы двигателей стрелочных электроприводов с постоянными магнитами. Исследованы их динамические свойства, пусковые, рабочие и нагрузочные характеристики. В состав модели входят автономный инвертор напряжения, двигатель с постоянными магнитами, датчик положения ротора и электронный коммутатор. В качестве источника питания используется цепь постоянного тока.

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Бадер М. П.

Московский государственный университет путей сообщения

В последние годы идет активное развитие и внедрение перспективных видов электроподвижного состава (ЭПС) с асинхронными тяговыми двигателями (АТД). Для применения асинхронных двигателей необходимо обеспечить преобразование однофазного тока, подводимого по тяговой сети к электровозам, в трехфазный ток, что достигается с помощью тиристорно-импульсных преобразователей, в частности автономного инвертора напряжения (АИН). Анализ применяемых в настоящее время структурных схем электро-

подвижного состава постоянного тока на Российских и зарубежных железных дорогах показывает, что наиболее часто применяется ЭПС с АТД и непосредственным подключением АИН к тяговой сети через фильтры, снижающие до допустимых значений электромагнитное воздействие переменных составляющих тяговых токов на устройства связи и железнодорожной автоматики. Последние, в том числе автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) и сигнализация, централизация и блокировка (СЦБ) призваны обеспечить безопасность движения поездов, поэтому проблема электромагнитной совместимости их с перспективной системой электрической тяги приобретает первостепенное, остро актуальное значение, особенно при условии сохранения высоких энергетических и жестко ограниченных массогабаритных показателей преобразовательного оборудования и фильтров ЭПС. Для определения электромагнитной совместимости выше указанных технических средств тягового электроснабжения необходимо математическое описание электромагнитных процессов, происходящих в выпрямительно-инверторных преобразователях тяговых подстанций и преобразователях постоянно-переменного тока ЭПС, которое позволяет реализовать математическую модель и провести гармонический анализ тока в любой цепи преобразователей, на входе ЭПС и в тяговой сети.

В основу исследований этой проблемы положены кусочно-линейный метод, основанный на численном интегрировании дифференциальных уравнений, и спектральный метод, основанный на использовании преобразования Фурье. Связь между мгновенными значениями входных и выходных величин полупроводникового коммутатора выражается с помощью коммутационных функций, позволяющих заменить преобразовательные вентильные цепи эквивалентными цепями без вентиля. В схемах вентильных преобразователей, содержащих один вентильный коммутатор, предполагается заранее известная конфигурация электрической цепи, а, следовательно, и значения коммутационной функции. Автономные инверторы при условии непрерывности токов относятся к тому классу преобразовательных устройств, у которых состояние вентиля однозначно определяется алгоритмом их управления, что позволяет практически без существенных допущений использовать спектральные методы для анализа электромагнитных процессов.

Несмотря на то, что в АИН возможно большое разнообразие методов и способов импульсной модуляции, следует заметить, что входные токи и напряжения во всех случаях могут быть представлены в виде суммы гармонических составляющих с частотами, кратными частоте основной гармонике и комбинационными частотами. Получены выражения для коммутационных функций, которые охватывают практически все типы полупроводниковых преобразователей и позволяют производить расчеты гармонических составляющих токов и напряжений в силовых цепях преобразователей тяговых подстанций и электроподвижного состава постоянного тока и тем самым определять уровни гармоник тока генерируемых в тяговую сеть.

Для исследования электромагнитных процессов в схеме АИН, для которой характерны любые структурные состояния, может быть использован метод моделирования, основанный на описании преобразователя единой системой дифференциальных уравнений, справедливой для всех структурных состояний.

Использование преобразования Фурье позволяет получить гармонический состав тока в любой ветви АИН. Характеристики источников помех могут быть получены с помощью быстрого преобразования Фурье (FFT) на математической модели. Моделирование выполняется в системе анализа и проектирования электронных устройств ORCAD 9.2. Расчеты при разработке отдельных методик выполняются с помощью стандартных математических программ Matcad и Table curve.

Для определения гармонических составляющих входного тока может быть использована так же полная система уравнений привода АИН с ШИМ. Аналогично может быть выполнен гармонический анализ токов и напряжений на входе и выходе инверторно-выпрямительных агрегатов тяговых подстанций. При наличии значительной несимметрии

и несинусоидальности напряжения на входе тяговых подстанций, превышающей допустимые показатели качества электрической энергии согласно ГОСТ-1310997, гармонический анализ токов и напряжений в выпрямительно-инверторных агрегатах подстанций следует проводить с учетом несимметричных режимов.

Выпрямленное напряжение тяговой подстанции, а, следовательно, и ток тяговой сети содержит ряд гармонических колебаний с частотами кратными частоте трехфазной сети, которые совместно с гармониками, обусловленными пульсациями тока АИН ЭПС создают дополнительные комбинационные гармоники тока и напряжения. Колебания в тяговой сети приводят к резонансам токов на некоторых частотах, что требует их подробного исследования.

Разработанные методики и программы позволяют исследовать электромагнитные процессы в выпрямительно-инверторных агрегатах тяговых подстанций, автономном инверторе напряжения асинхронного тягового привода, определять и прогнозировать уровни гармонических составляющих тока как в самих преобразователях постоянно-переменного тока, так и тока в тяговой сети. Это дает возможность с высокой степенью точности определять электромагнитное воздействие различных силовых полупроводниковых преобразователей на устройства связи и железнодорожной автоматики и обосновывать выбор схем и параметров защит, обеспечивающих электромагнитную совместимость.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

Баранников А. Г., Степанов А. Г.
ОАО «Алчевский меткомбинат»
Кустов В.Ф.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

На посту «Южный» на ОАО «Алчевский меткомбинат» впервые в Украине находится в эксплуатации с 2008 года микропроцессорная система МПЦ с встроенной подсистемой контроля путевых участков на базе счета осей и полным отсутствием электромагнитных реле.

Наиболее ненадежным устройством МПЦ оказались мониторы TFT. Наиболее вероятной причиной их отказов являются частые переключения фидеров питания, пониженное напряжение и его скачки в питающей сети. Проектными решениями 2-го этапа строительства МПЦ были предусмотрены специальные устройства защиты и стабилизации напряжения в сети питания, но из-за экономической ситуации завод не в полном объеме приобрел все необходимое оборудование.

На заводе также введены микропроцессорные системы контроля путевых участков и автоматической переездной сигнализации на базе счета осей подвижного состава, микропроцессорные системы диспетчерского контроля, а также системы слежения за количеством входящих и выходящих составов по методу счета осей.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОБЛОКИРОВКИ ПУТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ

Безнарытний А. М.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Согласно Генерального плана развития железнодорожного транспорта Украины до 2020 г. Руководством Укрзализныци взят курс на развитие пропускной способности и инфраструктуры железнодорожного транспорта, развитие транзитного и экспортного потенциала, развитие скоростного движения. В связи с чем повышаются требования к надёжности и бесперебойности работы устройств СЦБ вообще и к системам автоблокировки в частности.

В связи с вышеизложенным возникает необходимость внедрения современных систем диагностирования состояния устройств сигнальной установки автоблокировки.

Современная система диагностики согласно ГОСТ 20911 – 89 должна определять следующие состояния объекта диагностирования (ОД): объект исправен, объект неисправен, в объекте имеется неисправность. Однако заданной информации недостаточно для повышения эффективности работы автоблокировки.

В связи с этим в новых системах технической диагностики предлагается предусматривать следующие основные функции:

- контроль состояния блок–участков перегона;
- контроль состояния аппаратуры сигнальной установки и рельсовой цепи;
- контроль основных электрических параметров сигнальной установки;
- предварительный логический анализ собранной диагностической информации;
- качественный отбор информации;
- функции прогнозирования состояния ОД.

Такая система может быть построена по иерархическому принципу и включать в себя: центральный пост диагностирования и мониторинга и линейные пункты диагностики. Перегонный уровень может быть выполнен на базе современных промышленных контроллеров, которые должны выполнять функции сбора и передачи диагностической информации. Функциональные контроллеры предлагается объединять по локальной сети RS – 485, а их опрос производить циклически с периодом пропорциональным числу подключённых контроллеров. В такой системе информация может передаваться по линии ДСП или выделенной физической линии со скоростью 9600 Бод.

Станционный уровень при этом воспринимает диагностическую информацию, выполняет диагностические алгоритмы, а также выполняет функции хранения и отображения информации о состоянии ОД и связи с системами высшего уровня.

В результате внедрение подобной системы повышается надёжность функционирования системы автоблокировки за счёт выявления предотказных состояний и их современного устранения. Также важным эффектом от внедрения такой системы является снижение времени задержек поездов вследствие уменьшения времени на поиск повреждений за счёт автоматизированного сбора информации о состоянии ОД и её предварительного логического анализа, что в свою очередь снижает требования к обслуживающему персоналу.

ВПЛИВ ФІЛЬТРОКОМПЕНСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ НА ЯКІСТЬ НАПРУГИ ШИН 10 КВ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Бітюков С. Д.
Донецька залізниця

Надійна робота, ефективне використання електроустаткування і електромагнітна сумісність системи електропостачання і суміжних пристроїв багато в чому визначається якістю електричної енергії як на вході тягової підстанції, так і на її виході. Показники якості електричної енергії в тягових мережах у загальному випадку регламентують рівні електромагнітної сумісності. Завдання електромагнітної сумісності (ЕМС) електрифікованої залізниці постійного струму з суміжними пристроями, у першу чергу, з системами зв'язку і залізничної автоматики, зводиться до забезпечення на шинах тягової підстанції постійного струму (ТП) прийнятних показників якості електричної енергії (ПЯЕ) на всіх рівнях перетворення електричної енергії.

Проблема ЕМС перетворювачів розглядається у взаємозв'язку із проблемою якості електричної енергії, тому що фізичні явища, що супроводжують процес перетворення параметрів електричної енергії: споживання реактивної потужності, генерація гармонік струму, спотворення форми кривої напруги - впливають на якість електричної енергії в живлячій електричній мережі.

Низька ступінь компенсації реактивної потужності суперечить основному завданню електроенергетики на сучасному етапі, що полягає в максимальній економії енергоресурсів, зниженні втрат електроенергії в мережах і підвищенні її якості у вузлах споживання.

Якщо в системах зі споживачами синусоїдального струму для підвищення ступеня компенсації реактивної потужності досить інтенсифікувати застосування традиційних джерел реактивної потужності - батарей конденсаторів, синхронних компенсаторів, то в мережах, що живлять перетворювачі, те ж завдання має більш широкий зміст.

Для практичного вирішення вказаних вище задач застосовуються фільтрокомпенсуючі пристрої. Вони повинні забезпечувати компенсацію реактивної потужності, споживаної перетворювачем, і одночасно фільтрацію внесених ним у мережу вищих гармонік струму, створюючи тим самим умови для поліпшення якості електроенергії в живлячій мережі.

Необхідно відзначити, що близько 80 % електроенергії використовується в перетвореному виді. Середнє значення коефіцієнта зсуву на вході перетворювача дорівнює 0,7, що відповідає споживанню реактивної потужності 1 квар на 1 кВт активній потужності. Звідси слідує, що більше половини дефіциту реактивної потужності в електричних мережах промислових підприємств треба компенсувати за допомогою ФКП.

Перетворювальний агрегат генерує в живлячу мережу вищі гармонійні складові з номерами $6k \pm 1$ при 6-пульсовій схемі випрямлення та з номерами $12k \pm 1$ при 12-пульсовій схемі випрямлення. Окрім цих "канонічних" гармонік, в результаті дії різних факторів (несиметричні режими, комутаційні процеси і т.і.) в живлячій мережі можливе виникнення і "неканонічних" гармонік. Оскільки живлення пристроїв СЦБ здійснюють, як правило, по трифазним трьохпровідним лініям напругою 10 кВ від шин, живлячих випрямляч, необхідно приймати заходи по їх зменшенню. Вищі гармонійні складові (ВГ) у вигляді кондуктивних завад на частоті, близькій до частоти роботи рейкових кіл, накладаючись на корисний сигнал можуть приводити до порушення роботи пристроїв залізничної автоматики, викликаючи при цьому аварійні ситуації.

Застосування ФКП дозволяє поліпшити якість напруги на шинах 10 кВ. В докладі розглядається досвід експлуатації ФКП на Донецькій залізниці.

ПРОБЛЕМИ НЕБАЛАНСІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Бітюков С. Д.

Донецька залізниця

Кузнецов В. Г., Кирилюк Т. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна

Основою енергетичної політики залізничного транспорту України є ефективне використання електричної енергії та енергозбереження. В сучасних умовах для залізниць України актуальним напрямком досліджень є проблема визначення причин небалансів електроенергії, створення математичних моделей системи тягового електропостачання для більш досконалого визначення втрат електроенергії в різних ланках системи тягового електропостачання. Для служб електропостачання залізниць основними напрямками роботи по зменшенню небалансів електроенергії є визначення недоліків щодо забезпечення належної ефективності відпуску електроенергії на тягу поїздів, відповідності проектних і фактичних схем живлення, складових величини „умовних втрат” електроенергії в тяговій мережі. Термін „умовні втрати” електроенергії з’явився в діловій термінології в системах електропостачання залізниць України як синонім виразу „різниця в електроенергії, відпущеній на тягу поїздів за лічильниками тягових підстанцій і лічильниками електрорухомого складу.” Умовні втрати визначаються за наступним виразом:

$$UB = \Delta W_{т/пс} + \Delta W_{к/м} + \Delta W_{пох}. \quad (1)$$

Втрати в лініях та трансформаторах підстанцій ($\Delta W_{т/пс}$) і втрати в контактній мережі ($\Delta W_{к/м}$) обумовлені фізичними процесами, що відбуваються в електромережах при передачі електроенергії. Величина $\Delta W_{пох}$ визначається станом обліку електроенергії на тягу поїздів на тягових підстанціях, електрорухомому складі, похибками лічильників електроенергії та рівнем організації збору статистичної звітності про споживання електроенергії на тягу поїздів.

На небаланси електроенергії впливають коефіцієнти завантаження трансформаторів струму (ТТ) та трансформаторів напруги (ТН). При зміні навантаження приладу фактичне значення похибки змінюється відповідно до його навантажувальної характеристики. Допустимі похибки ТТ відповідно до ГОСТ 7746 нормуються в трьох точках, що відповідають струмового завантаженні ТТ 100, 20 і 5%. В реальних умовах струмові навантаження ТТ істотно нижче номінальних навіть при максимальному навантаженні. Це пояснюється тим, що вибір номінальних параметрів обладнання здійснюється у розрахунку на зростання навантажень у перспективі, а фактично навантаження можуть і зменшитися, як це й сталося в останнє десятиліття. Для більшості ТТ похибка вимірювання малих навантажень перебуває в негативній області.

Систематичні негативні похибки занижують як надходження електроенергії на об’єкт, так і її відпуск з об’єкту. При їх однакових значеннях вплив на звітні втрати виявився би позитивним, тобто забезпечувався б невеликий переоблік. Однак на практиці класи точності ТТ, ТН і лічильників в точках обліку надходження енергії в мережу істотно вище, а їх режими ближче до номінальних, ніж в точках її відпуску споживачам. Тому недооблік відпуску електроенергії виявляється істотно вище недообліку надходження, що й обумовлює результуючий недооблік електроенергії на об’єкті.

Авторами доповіді запропоновані шляхи вирішення проблеми небалансів електроенергії:

- вдосконалення методів розрахунку втрат електроенергії в елементах системи тягового електропостачання,

- розробка інформаційного забезпечення визначення втрат електричної потужності й енергії з урахуванням впливу температури навколишнього середовища і величини протікаючого струму на опір елементів мережі.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К СНИЖЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Блиндюк В.С.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Комплекс устройств автоматики, телемеханики и связи (АТС) предназначен для обеспечения качества перевозочного процесса и является важнейшим элементом железнодорожной инфраструктуры. С другой стороны, железные дороги в целом являются энерго- и ресурсозатратной отраслью, эффективная работа которой в значительной мере зависит от сокращения затрат в каждой структурной составляющей.

Согласно статистическим данным, доля расхода электроэнергии по хозяйству сигнализации и связи составляет около 8% общего потребления железных дорог. Около 98% этого количества приходится на технологические нужды.

Если рассматривать устройства автоматики и телемеханики (ЖАТ), то в зависимости от своего назначения, месторасположения, принадлежности к той или иной системе каждому из них присущи определенные выполняемые функции, связанные с управлением движением поездов. В связи с этим комплексный подход к снижению энергопотребления связан с решением проблемы оптимизации структуры и функционального назначения по каждому классу устройств ЖАТ.

В докладе рассматривается целесообразность введения понятия затрат электроэнергии на выполнение элементарной функции (ЗЭЭФ) управления движением поездов. В соответствии с произведенной классификацией, приводятся математические модели ЗЭЭФ по устройствам и системам ЖАТ. Результаты моделирования сопоставляются со статистическими данными за различные периоды времени.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПОКРАЩЕННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ПРИ ВІДЕОКОНТРОЛІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН

Бойнік А.Б., Воліченко І.Г.

Українська державна академія залізничного транспорту

Метою покращення зображень в системах відеоконтролю є підвищення ефективності їх функціонування шляхом збільшення ймовірності достовірного виявлення небезпечних ситуацій. При відеоконтролі небезпечних зон обробка інформації та прийняття рішення може відбуватися при участі оператора або автоматично за допомогою обчислювальних засобів. В першому випадку критерієм якості зображення є його суб'єктивне сприйняття конкретною людиною, а у випадку машинного сприйняття – більш точний результат його розпізнавання.

Основними методами покращення зображення є просторові методи, частотні методи, вейвлет перетворення та методи відновлення зображень. У системах з автоматичним контролем небезпечних зон, виявлення небезпечної ситуації відбувається шляхом порівняння отриманого зображення з нормативним. При цьому проводиться порівняння значень пікселів двох зображень, тому в таких системах простіше реалізувати саме просторові мето-

ди, що оперують безпосередньо зі значеннями пікселів зображення. Просторові методи включають методи перетворення зображення в негатив, логарифмічне перетворення, степеневе перетворення, а також перетворення за допомогою кусочно-лінійних функцій. Також існує ряд методів обробки гістограми яркостей зображення, таких як еквалізація та приведення. Крім того дієвим є застосування арифметико-логічних операцій та застосування просторової фільтрації, як лінійної так і нелінійної.

Вищезазначені методи можуть бути скомбіновані для отримання оптимальних результатів. Для визначення ефективності методу покращення зображення (або їх комбінації) потрібно провести ряд порівняльних дослідів в системах відеоконтролю. Критерієм ефективності повинна виступати максимальна ймовірність визначення небезпечної ситуації, при наявній обчислювальній потужності. Тобто застосування програм, що реалізують методи покращення зображення не повинне призводити до виникнення затримок потоку відеоданих та проводитися в режимі реального часу.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Бойнік А. Б., Меліхов А. А.

Українська державна академія залізничного транспорту

Підвищення надійності та ефективності сучасної залізничної автоматики, а також впровадження мікропроцесорної техніки на залізницях України є одним з основних напрямків розвитку систем управління на залізничному транспорті.

Аналіз останніх досліджень, а також зарубіжний досвід експлуатації станційних систем мікропроцесорної централізації (МПЦ) та досвід впровадження таких систем на метрополітенах та промислових підприємствах України свідчать, що від умов експлуатації вказаних систем залежить як ефективність експлуатації, так і надійність та функціональна безпечність роботи систем автоматики.

Умови експлуатації систем МПЦ впливають на показники безвідмовності і безпечності функціональних вузлів систем, що в свою чергу впливає на зміну показників безвідмовності і функціональної безпечності всієї системи МПЦ в цілому.

Для елементів систем МПЦ основними визначальними і дестабілізуючими зовнішніми чинниками є кліматичні.

Наприклад, пошкодження електронних плат, викликане стаціонарною тепловою дією, обумовлене в основному перевищенням при експлуатації гранично допустимого значення температури.

З іншого боку низькі температури змінюють фізико-механічні властивості електронної апаратури функціонального вузла системи МПЦ. Результатами дії низьких температур є: зменшення опору електропровідників та обмерзання і покриття інеєм елементів функціональних вузлів. Наслідками цих чинників є: погіршення експлуатаційних властивостей матеріалів та дія додаткових навантажень.

Виникнення пошкоджень приводять до втрати їх працездатності. Це, у свою чергу, спричиняє за собою зміну вихідних параметрів елементів функціональних вузлів системи МПЦ, що може привести до відмови.

Погіршення експлуатаційних властивостей матеріалів і умов роботи функціональних вузлів системи МПЦ викликає пускові відмови і відмови навантаження та прискорює появу раптових і поступових відмов.

Основна властивість раптових відмов - випадковий характер їх появи. Фізичний сенс раптової відмови зводиться до того, що після деякого, зазвичай порівняно швидкої кількісної зміни

якого-небудь параметра елементу схеми в ньому відбувається якісний стрибок, в результаті якого він втрачає свої найважливіші властивості, необхідні для забезпечення стабільної роботи апаратури. До таких відмов можна віднести перегорання запобіжника, пробій ізоляції, коротке замикання в лампі та ін. Однак до появи раптової відмови може привести накопичення в системі поступових відмов, які в більшій мірі залежать від кліматичних чинників.

З вищенаведеного можна зробити висновок, що дослідження впливу кліматичних чинників на надійність та функціональна безпечність роботи систем МПЦ є актуальною науковою задачею.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДІАГНОСТИКИ ЧИСТОТИ КОНТАКТІВ РЕЛЕ

Бондаренко Б. М.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Зараз не існує параметра для визначення чистоти контактних поверхонь реле і релейних систем. Вимоги про чистоту контактних поверхонь кожний механік оцінює використовуючи свій особистий досвід, але це не є об'єктивним показником.

Дослідженнями встановлено, що інформативним методом визначення чистоти поверхні окремих контактних груп є вимір зміни перехідного опору контактів під час їх сумісного руху (ковзання) за чотирьохпровідною схемою, при малих струмах за допомогою АЦП. Дослідження показують, що при вимірюванні опору контактів під час їх сумісного руху, ланцюги провідності на поверхні ковзання створюються і розриваються в залежності від чистоти контактів, чим чистіше контакт тим більша кількість крапок провідності виникає і триваліше існує. Це підтверджує теорію залежності стабільності контакту від чистоти контактних поверхонь.

З першоджерел відомо, якщо плавно збільшувати напругу на контактах, то при деякій величині напруги опір оксидної плівки раптом зникає (плівка як би пробивається). Це явище називається фритингом (початковою стадією пробою) плівки. Якщо при фритинге плівок потужність джерела струму мала і падіння напруги на контактах недостатньо для розплавлення матеріалу одного або обох контактів (0,1—0,35В), то має місце В-фритинг. В цьому випадку органічна плівка в точці пробою обвуглюється (утворюються частинки вуглецю) і її опір змінюється на декілька порядків (до сотень тисяч омів).

В-фритинг запропоновано використовувати для визначення чистоти контактних поверхонь від вуглецевих забруднень у числовий формі.

Для ілюстрації методу визначення величини забруднення контактів для декількох контактних пар було зроблено по декілька вимірювань перехідного опору під час їх сумісного ковзання. Контактна пара має більш стабільний показник контакту під час ковзання, якщо при ковзанні у неї менше зникнень вимірювальної напруги, і ці значення повторюються при кожному наступному вимірюванні. Для визначення стабільності контакту усі рівні напруги заповнюються тактовою частотою процесора вимірювача, ті значення які перевищили поріг приймаються за “1” решта за “0”. Співвідношення числа нулів до одиниць – є показник забруднення. Якщо цей показник рівний 1, це означає 50% зникнення контакту під час ковзання, чим менше цей показник – тим чистіше контакт. Дослідження показують що для фронтних контактів реле НМШ і РЕЛ цей показник має бути більше 0,8, а для тильових контактів більше чим 0,1, це пояснюється матеріалом контактної пари, для тильових контактів це срібло-срібло.

Важливою перевагою є можливість автоматизації процесу діагностики контактних груп. Використання цього методу можливо при коливаннях якоря і брязкоту контактів, тобто під час всього руху якоря, при спрацюванні і відпаданні, співвідношення фіксують-

ся з появою контакту і до повної зупинки якоря та повністю характеризують стан забруднення контактної групи. Цей показник також залежить від контактного тиску та характеризує товщину матеріалу контакту, тобто при його зменшенні від встановленого значення (наприклад для реле типу НМШ і РЕЛ – 0,8 і 0,1 – для фронтів і тильових контактів відповідно) реле у будь-якому разі потребує ремонту по одній з вищезгаданих причин.

ОДНА ИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЯГОВОГО ТОКА НА ЦЕПИ СЦБ

Бондаренко Ю. С.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

В наше время актуальным становится вопрос об электромагнитной совместимости оборудования подвижного состава с другим оборудованием электрифицированных железных дорог. Одним из источников негативного, мешающего воздействия на это оборудование является тяговый преобразователь электровозов переменного тока. Наличие в спектре его входного тока высших гармоник ухудшает его электромагнитную совместимость, а именно приводит к созданию помех в сигнальных цепях СЦБ и связи.

Для решения поставленной проблемы необходимо либо применяя пассивные энергетические фильтры отсеять мешающие частоты отдельных гармоник тягового тока, либо уменьшить амплитуду высших гармонических составляющих.

Проведенные ранее эксперименты показали, что пассивные фильтры, имеющее в своём составе резонансные цепочки, не могут учесть все значения мешающих частот. Последнее приводит к тому, что в сигнальную цепь СЦБ и связи поступают неотфильтрованные частоты со значительным усилением, порядка 2,5 р.

В качестве решения этой проблемы в настоящее время предлагается применение режекторных фильтров, но такое решение требует достаточно точной настройки последних, отсутствие которой приведет к ещё большему увеличению амплитуды мешающего тока.

Как уже было сказано, применение пассивных фильтров не только не решает рассматриваемой проблемы, но ещё больше усугубляет её. Исходя из этого, возможным решением последней может послужить применение активных фильтров, способных не только снижать негативное влияние тягового тока, но и полностью избавиться от него.

Одним из вариантов реализации последних может послужить 4qS преобразователь, особенностью работы которого есть возможность получения любого сдвига фаз между напряжением и током сети.

Эта позволит создавать сигнал, который находился бы с сигналом помехи в противофазе и таким образом снижать или вообще нейтрализовать мешающее влияние тягового тока на цепи СЦБ.

ТЕХНІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ З БЕЗПЕКИ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Бородай Р.В., Москалець В.Я., Пужалов В.В., Соколов В.М., Соколов О.В.,
Терлецька І.В., Тимофеев Г.І., Ткаченко О.П.
Укрзалізниця, Міністерство інфраструктури України, ОС АСУ УПП

Міністерство транспорту та зв'язку України з митою виконання пункту 7 Завдань і Заходів з виконання Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2015 роки, встановлених постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1390, розробило проект постанови Кабінету Міністрів України "Про затвердження Технічного регламенту з безпеки інфраструктури залізничного транспорту" (далі - Технічний регламент).

Зміст першої редакції зазначеного проекту Технічного регламенту доповідався на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Технічне регулювання. Сертифікація, діагностика й безпека на залізничному транспорті». За результатами розгляду від підприємств та Державної адміністрації залізничного транспорту надійшли зауваження, щодо редакції окремих пунктів першої редакції проекту Технічного регламенту.

Відповідно до вимог Закону України від 11.09.2003 р. № 1160-IV "Про засади державної регуляторної політики у сфері господарської діяльності" Міністерство інфраструктури України оголошує про публікацію другої редакції цього нормативно-правового акту. Пояснювальної записки та Аналіз регуляторного акту впливу з метою отримання зауважень та пропозицій до проекту цієї редакції.

Головною метою розроблення проекту Технічного регламенту є забезпечення безпеки перевезень пасажирів та вантажів, особливо небезпечних, реалізації конституційного права громадян на підприємницьку діяльність, формування ринку транспортних послуг, поліпшення умов для господарської діяльності, забезпечення належного функціонування дозвільної системи у цій сфері, захисту навколишнього природного середовища. Технічний регламент спрямований на вирішення завдання встановлених в Указі Президента України від 04.09.2009 № 714/2009 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 26 червня 2009 року "Про ситуацію в сфері залізничного транспорту України".

Цей нормативно-правовий акт повністю гармонізовано з Директивами Європейського Парламенту та Ради:

2001/14/ЄС від 26 лютого 2001 р. про розподіл пропускнув спроможності залізничної інфраструктури, стягування зборів за користування залізничною інфраструктурою та сертифікацію на відповідність вимогам безпеки із змінами;

2004/49/ЄС від 29 квітня 2004 р про безпеку залізниць у Співтоваристві та сертифікацію безпеки;

2008/57/ЄС від 17 червня 2008 р. щодо інтероперабельності в межах Співтовариства (доопрацьована)

В доповіді розглядаються основні положення другої редакції проекту Технічного регламенту, погодженого з Укрзалізницею.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ «ПУТЬ»

Бочков К. А., Харлап С. Н.
Белорусский государственный университет транспорта

В 2003-2007 годах кафедрами БелГУТа, совместно с КТЦ Белорусской железной дороги разработана система микропроцессорной централизации стрелок и сигналов (МПЦ) «путь», отвечающая требованиям международных и национальных стандартов по функциональной безопасности. С 2007 года она эксплуатируется на Белорусской железной дороге.

МПЦ представляет собой программно-аппаратный комплекс для централизованного управления движением поездов и маневровой работой на железнодорожных станциях. Данная система предназначена для замены выработавших свой ресурс систем электрической централизации (ЭЦ) станций как с новым, так и существующим напольным оборудованием и кабельными сетями. Это даст возможность значительно сократить затраты при модернизации ЭЦ станций.

МПЦ просто интегрируется с современными системами диспетчерской централизации (ДЦ), диспетчерского контроля (ДК) и автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП) верхнего уровня.

Технико-экономические характеристики МПЦ «путь»:

- поддержка количества стрелок до 80, за счёт горизонтального наращивания возможно 2-х, 3-х кратное увеличение;
- время реакции не более 0.5 секунды;
- гибкое управление движением поездов, и увеличение пропускной способности: возможность централизованного управления (например, под управлением ДЦ), опционально – накопление маршрутов;
- отображение информации на АРМ ДСП осуществляется в соответствии с памяткой ОСЖД Р808. По заказу организации возможно изменение представления информации в АРМе ДСП;
- количество реле на стрелку - 30 (при использовании светодиодных светофоров - меньше).

В системе реализованы угловые заезды, блокирование горловины по команде, звуковые предупреждения ДСП, система поддержки принятия решений ДСП, развитая самодиагностика, диагностика блоков ТУ/ТС, протоколирование всех изменений на станции за год, разграничение доступа и др.

Система выполнена как двухканальная система с умеренными связями, параллельной и независимой обработкой данных, взаимным сравнением результатов функционирования и переходом в защитное состояние при рассогласовании работы каналов.

Для повышения эксплуатационной готовности выполнено стопроцентное горячее резервирование, включая резервирование АРМ, сервера системы и блоков управления.

В настоящее время выполнена интеграция в ядро системы МПЦ функций автоблокировки близлежащих перегонов.

По своим основным техническим характеристикам МПЦ «путь» не уступает лучшим зарубежным образцам. Стоимость опытного образца вместе с разработкой в 2 раза ниже стоимости западных аналогов.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ЭМС ПРИ СЕРТИФИКАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Бочков К. А., Харлап С. Н., Логвиненко А. В.
Белорусский государственный университет транспорта

Испытания систем управления ответственными технологическими процессами, в частности систем управления движением поездов, на электромагнитную совместимость являются обязательными, что нашло свое отражение в соответствующих нормативных документах. Однако опыт проведения испытаний компьютерных систем железнодорожной автоматики и исследования их устойчивости к воздействию электромагнитных помех в научно-исследовательской и испытательной лаборатории «Безопасность и ЭМС технических средств» Белорусского государственного университета транспорта показали, что методики проведения испытаний на ЭМС, заложенные в стандартах имеют недостатки, влияющие на результаты испытаний.

Одним из ключевых положений методики испытаний на ЭМС является предположение о том, что при увеличении уровня помехи повышается вероятность сбоя электронного устройства. Однако исследования показывают, что зависимость интенсивности сбоев от уровня помехи не является монотонно возрастающей.

В испытательной лаборатории «БЭМС ТС» были проведены исследования помехоустойчивости различных блоков промышленного компьютера при воздействии НИП с различными параметрами. Эксперименты проводились с использованием испытательного генератора BEST ems, позволяющего плавно изменять параметры различных видов электромагнитных помех, в том числе наносекундных импульсных помех. Исследования показали, что при плавном увеличении напряжения наносекундных импульсных помех наблюдаются явно выраженные пики интенсивности сбоев различного периферийного оборудования промышленного компьютера. Например, для манипулятора мышь пик интенсивности сбоев приходится на 1500-1700 В. При этом до 80% всех сбоев попадают в полосу 200В.

Таким образом, при проведении испытаний по стандартным методикам на уровнях 500, 1000 и 2000В можно не зафиксировать сбои оборудования, в то время как при 1500В оборудование будет сбиваться. Учитывая, что манипулятор мышь является средством управления, а зафиксированные сбои приводили не только к несанкционированному перемещению курсора мыши, но и к эмуляции нажатия клавиш, то такие сбои могут нарушить условия безопасности сформировав и отправив управляющую команду без участия оператора.

Кроме того, при увеличении частоты импульсов в пачке с 5 до 20 кГц пик интенсивности сбоев манипулятора мышь перемещается с 1600 В на 600 В (ниже второй степени жесткости). Такой характер изменения обусловлен наличием резонансов в паразитных каналах проникновения помех и может привести к тому, что испытания в соответствии техническими требованиями, установленными стандартами, в некоторых случаях не позволяют обеспечить необходимую надёжность и безопасность.

Таким образом, имеется тесная взаимосвязь ЭМС и безопасности функционирования. Поэтому, испытания на безопасность функционирования и ЭМС необходимо проводить в комплексе, а не отдельно, как предусмотрено в действующих стандартах. Для решения данной задачи авторами предложено проводить испытания на безопасность при воздействии электромагнитных помех с наиболее критическими для конкретной аппаратуры параметрами. Для отыскания таких параметров необходимо провести предварительные исследовательские испытания и определить параметры опасных помех.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Бочков К. А., Харлап С. Н., Шевченко Д. Н.
Белорусский государственный университет транспорта

Основными способами доказательства функциональной безопасности микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) являются расчеты количественных показателей безотказности и безопасности и анализ на безопасность программно-аппаратных решений с учетом возможных отказов. Применяемые при этом методы и средства являются достаточно сложными и наукоемкими.

Методы анализа надежности СЖАТ в значительной степени стандартизованы. В настоящее время существует большое количество аналитических и имитационных методов расчета безотказности и безопасности функционирования систем. Однако, применение сложных моделей надежности ограничивается большой размерностью систем, сложностью связей между компонентами, невыполнением допущений и ограничений методов, отсутствием достоверной информации о характеристиках компонентов. Поэтому для расчета безотказности и безопасности функционирования современных систем на этапах их разработки и сертификации по-прежнему актуальны классические методы. В научно-исследовательской и испытательной лаборатории «Безопасность и ЭМС технических средств» (НИЛ «БЭМС ТС») Белорусского государственного университета транспорта разработан ряд программных инструментов автоматизации анализа надежности на основе логико-вероятностного и марковского методов, метода анализа дерева отказов (пакет FDiTA) и метода статистического моделирования (пакет СМ-ДЭС).

Анализ программно-аппаратных решений на соответствие утвержденным правилам и методам построения безопасных схем с учетом возможных отказов в виду их высокой сложности выполняется посредством имитационных испытаний. При этом выделяют следующие виды испытаний: испытания технологических алгоритмов на функциональную безопасность, моделирование функционирования программно-технических средств при эмуляции отказов и сбоев аппаратных средств, испытания прикладного программного обеспечения, обладающего специальными свойствами по обнаружению отказов и сбоев.

Для автоматизации имитационного моделирования безопасности функционирования СЖАТ используются различные программные инструментальные средства. Моделирование функционирования аппаратных средств без программируемых элементов выполняется на базе среды моделирования *PSpice*. Моделирование работы программируемых элементов выполняется с помощью специализированного программного комплекса *КИИБ*, разработанного в НИЛ «БЭМС ТС».

Опыт проведения работ по доказательству безопасности позволяет сделать вывод, что использование стандартных пакетов программ для анализа на безопасность затруднено. Специфика выполнения работ по экспертизе и испытаниям требует от методов и средств автоматизации высокой гибкости, достоверности полученных результатов, автоматизации рутинных операций, документированности процесса испытаний, воспроизводимости результатов.

Всем перечисленным требованиям можно удовлетворить только разработкой специализированных оригинальных программных средств, таких как *КИИБ*, *СМ-ДЭС*, *FDiTA* или аналогичных программных продуктов.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Буряк С. Ю.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Идеология построения современных систем диагностики устройств СЦБ в основном направлена на автоматизацию работ по измерениям, предусмотренным технологией обслуживания систем железнодорожной автоматики и телемеханики с применением однофакторного анализа. Предпринятые в таких системах попытки порогового контроля напряжений на путевом реле рельсовой цепи (РЦ) позволяют фиксировать лишь факт отказа, а не предостказную ситуацию. Даже момент выключения путевого реле не может быть спрогнозирован с достаточной точностью.

Надежность и безопасность работы рельсовых цепей (РЦ) обоснована четким выполнением всех режимов ее работы, а единственным критерием достоверности расчетов ресурсов работоспособности рельсовых цепей может быть только совпадение фактических режимов работы рельсовой цепи с расчетным. Именно на таком совпадении и можно строить прогноз отказов. Здесь определение некоего «расстояния» между измеряемыми параметрами РЦ и параметрами режимов работы РЦ (многопараметрический анализ) и может послужить средством диагноза и прогноза. Поэтому нужны новые математические методы, позволяющие проводить интегральную оценку по данным телеизмерений систем технической диагностики.

Для решения поставленной задачи нужно определить каким методом проверять совпадение (измерять «расстояние») и при каком различии фактических и расчетных величин их считать совпадающими.

Для положительного ответа на поставленные вопросы систему диагностики необходимо рассматривать в качестве экспертной. Тогда диагностические выводы должны формироваться не так, как это делается в существующих системах диагностики – путем сопоставления измерительной апостериорной информации с априорной, формализованной в виде описания классов на языке признаков, – а методами дедукции и индукции, свойственными только интеллекту. Эти функции будут реализованы в виде программного обеспечения с помощью последовательности логических выводов.

Научным фундаментом экспертных систем служит теория искусственных нейронных сетей (ИНС). Для исследования возможностей применения ИНС в задачах диагностирования РЦ проанализированы и выделены основные свойства ИНС, определившие возможность их использования в рамках поставленной задачи: 1.Способность осуществлять многопараметрический прогноз, интегральную оценку; 2.Оперативность прогнозирования (определяется максимальной распараллеленностью процесса обработки информации); 3.Возможность обработки данных, представленных в разнотипных шкалах (напряжение, температура); 4.Способность решать слабоформализованные задачи (выявление неявных аналогий); 5.Способность к дообучению. Поступающая на вход ИНС информация о текущих параметрах может быть учтена дообучением прогнозной модели. При этом нет необходимости в создании новой прогнозной модели, адекватной новым прецедентам эксплуатации объекта.

Искусственная нейронная сеть в составе диагностической системы выступает как система обработки входной информации, ее хранения, воспроизведения и логического вывода на ее основе. Свойства ИНС определяются ее архитектурой, совокупностью синаптических связей и функциями активации нейронов. Прогнозная нейросетевая модель способна не только непрерывно обрабатывать большое количество входных параметров объекта

диагностирования и факторов прогнозного фона, но также учитывать разнородную информацию о текущих и планируемых режимах функционирования и экспертную обучающую информацию.

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ERTMS
(ЕВРОПЕЙСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ)
POLISH NATIONAL EUROPEAN RAILWAY TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM
PLAN**

Бялонь Анджей, Градовский Павел
Railway Scientific Institute

Национальный план внедрения системы ERTMS в Польше разработан для внедрения системы как единого целого, а также ее отдельных элементов: ETCS и GSM-R. Для Польши принят уровень 2 ERTMS. Принято, что эксплуатационному внедрению системы обязательно должны предшествовать испытания на опытных участках. Представлена стратегия миграции ETCS и GSM-R, а также стратегия оснащения тяговых поездов. Принялось, что внедрению системы ETCS обязательно должно предшествовать внедрение системы GSM-R. Внедрение GSM-R спланировано, так чтобы возможным было выключение старой системы радиосвязи на части территории страны еще при ее внедрении. Представлены подробные национальные параметры системы ETCS (национальные переменные, подбор функции, принципы кодирования сигнализации и др.) и системы GSM-R (подбор опциональных функций). Представлен подробный план внедрения системы ERTMS (ETCS и GSM-R) на определенных линиях в определенное время. Национальный план внедрения ERTMS был признан Правительством Польши как действующий в марте 2007 года.

**ПРИМЕНИМОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР НА УЧАСТКАХ
С РЕЗКИМ ИЗМЕНЕНИЕМ ПОТЕНЦИАЛА**

Васильев И. Л., Павличенко М. Е.
Уральский государственный университет путей сообщения

Существенным недостатком железобетонных опор контактной сети на участках постоянного тока является подверженность коррозии. Принято считать, что коррозии наиболее подвержены опоры, находящиеся в анодных и знакопеременных зонах. Исходя из существующей модели, между вероятностью коррозии и потенциалом рельс-земля должна существовать положительная зависимость. Выявлено, что обычно поврежденная зона находится на глубине 0,4-1 м и чаще всего представляет собой пояс шириной 0,5-1 м. Так же отмечено, что во многих случаях корродирующая зона единственна – остальная поверхность опоры остается неповрежденной.

Исследования, проведенные в УрГУПСе, выявили некоторые факты, которые не вписываются в существующую модель происхождения и развития коррозионных процессов. Так, отмечены случаи, что при соединении опор тросом группового заземления одна или две крайние опоры в группе «пробиты», остальные, при наличии таких опор, – исправные. Резкое снижение сопротивления опор отмечено вблизи мест установки роговых разрядников. Выявлены случаи коррозионных процессов в катодных зонах.

Указанные факты указывают на то, что существующая модель коррозионных процессов в железобетонных опорах на участках постоянного тока может быть расширена. В ча-

стности, пропонується розглядати окремо процес появи і процес розвитку корозійних процесів. Існуюча модель дозволяє з досить великою точністю описати процес розвитку корозії, але в той же час не дає відповіді на ряд питань про процес її появи.

Проведені макетні і натурні експерименти дозволяють представити опору як нелінійне активно-ємкостне опору, що дозволяє більш точно смодувати електричні процеси, що призводять до появи корозії. Данна модель також дозволяє взяти до уваги додаткові фактори, не враховані раніше.

Відповідно до запропонованої моделі найбільша ймовірність виникнення корозії повинна бути не на тих ділянках, де максимальне значення потенціалу «рельс-земля», а там, де відбувається його різке змінення. В цілому можна передбачити, що на ділянках з гірським профілем залізобетонні опори будуть більш піддані корозійним процесам.

В співпраці з ученими ДІІТ розробляється ряд заходів і технічних засобів, спрямованих на більш надійну діагностику стану опор на ранній стадії розвитку корозії і запропонована оригінальна конструкція стійки опори контактної мережі з підвищеною стійкістю до корозії. Пропонується збільшити частоту і глибину діагностики стану залізобетонних опор на ділянках, де ймовірність виникнення пошкоджень підвищена.

ВИМОГИ ЩОДО ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Воропай В.А.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна

Актуальність проблеми забезпечення економічної безпеки та детінізації економіки набуває особливої гостроти для підприємництва внаслідок стихійно-хаотичного і недостатньо керованого з боку держави формування цього сектора економіки у період трансформації економіки і суспільства; недосконалого конкурентного середовища, проявів монополізму і клієнтських відносин, корупції у відносинах «бізнес – органи державного управління»; надмірно високого рівня криміналізації і тінізації у секторі підприємництва; низького рівня культури соціальної відповідальності бізнесу, особливо щодо захисту прав споживача, захисту екологічного середовища тощо.

Протягом останнього часу поняття «економічна безпека підприємства» привернуло увагу науковців, політичних діячів, громадськості та набуло загальних характеристик, оскільки є одним з найголовніших факторів, що впливає на платоспроможність підприємств. Значення економічної безпеки висвітлено в працях таких учених, як: Г. Андрощук, Г. Аніловська, О. Вакульчик, С. Васильчак, Л. Донець, Г. Козаченко, В. Мунтіян, А. Семенів, А. Турило.

В загальному значення економічна безпека визначається як специфічний вид економічних відносин, які виникають між підприємством і суб'єктами його зовнішнього середовища щодо забезпечення оптимального економічного стану, в якому має перебувати підприємство для реалізації своєї стратегії та який характеризується здатністю підприємства протистояти зовнішнім і внутрішнім загрозам.

Проте слід зазначити, що в будь-якому разі економічна безпека підприємства базується на незалежності, ефективності й конкурентоспроможності фінансів підприємства, і відображається через систему критеріїв та показників його стану, що характеризують збалансованість фінансів, достатню ліквідність активів і наявність необхідних грошових ре-

зервів, фінансову стабільність, рівень захищеності фінансових інтересів на всіх рівнях фінансових відносин.

Л. Донець вважає, що фінансова безпека підприємства – це стан найбільш ефективного використання корпоративних ресурсів підприємства, виражений у найкращих значеннях фінансових показників прибутковості та рентабельності бізнесу, якості управління, використання основних і оборотних засобів підприємства, структури його капіталу, норми дивідендних виплат за цінними паперами підприємства, а також курсової вартості його цінних паперів як синтетичного індексатора поточного фінансово-господарського стану підприємства й перспектив його технологічного та фінансового розвитку.

Отже, основними вимогами для забезпечення ефективності системи управління економічною безпекою на підприємстві повинні стати: захищеність підприємницького середовища через посилення відповідальності держави (правової, судової, інституційної тощо) перед суб'єктами підприємницької діяльності; альтернативність політики сприяння і розвитку підприємництва; адаптивність системи управління економічною безпекою підприємства; внутрішня збалансованість основних параметрів системи економічної безпеки підприємства; орієнтація системи державного регулювання підприємництва на зміцнення його економічної безпеки; стратегічна орієнтація на довгостроковий та раціональний розвиток підприємницького середовища.

ИСПЫТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ С РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ

Гаврилюк В.И., Миргородская А.И.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Электрифицированные железные дороги являются мощным источником электромагнитных помех, способных вызвать нестабильную работу устройств железнодорожной автоматики и связи. Интерес к проблеме обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) на железнодорожном транспорте в последнее время усилился в связи с разработкой и применением новых типов подвижного состава с силовыми импульсными преобразователями, внедрением новых микроэлектронных систем регулирования движения, вводом в эксплуатацию магистралей с ускоренным движением поездов.

Электромагнитная совместимость технических средств (ТС) — это способность ТС сохранять необходимое качество с регламентированными значениями параметров и не создавать при этом электромагнитных помех другим ТС.

Вопросы ЭМС комплекса технических средств регулирования и управления движением поездов регламентируются в Украине ДСТУ 4151-2003. В России требования к техническим средствам железнодорожной автоматики и телемеханики по обеспечению электромагнитной совместимости и методы испытаний на ЭМС определены ГОСТ Р 50656-2001, который введен в 2002 взамен действующего с 1994 года ГОСТ Р 50656-94. В Европе, помимо национальных стандартов, действует стандарт EVN 50121, разделы 3.1, 3.2 которого определяют требования по ЭМС. Для обеспечения свободного проследования поездов через границы в Европейском сообществе в последние годы был реализован проект ESCARV - "Электрическая совместимость современного железнодорожного подвижного состава". В рамках проекта были разработаны базовые модели для систем электротяги на постоянном и переменном токе, которые определяют требования по ЭМС к контактной сети, тяговым подстанциям, подвижному составу, дугообразованию на контактном проводе, рельсовым цепям и т.д.

В Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта наработан богатый опыт проведения испытаний новых типов подвижного состава (локомотивов, вагонов). Дополнительно к динамическим тяговым и др. испытаниям, в последнее время (в связи с применением новых типов преобразователей для питания асинхронных тяговых двигателей, высоковольтных вагонных статических преобразователей) в программу испытаний включены испытания ПС на электромагнитную совместимость.

Электромагнитную совместимость подвижного состава, как и любой сложной электротехнической системы, можно определить как способность электротехнического и электронного оборудования ПС надежно и безопасно функционировать в окружающей среде и не оказывать на нее опасного или мешающего воздействия. Это относится как к испытываемой подвижной единице в целом по отношению к среде (измерения эмиссии электромагнитных помех в среду), так и к отдельным компонентам ПС по отношению друг к другу (внутренняя электромагнитная совместимость). Измерения электромагнитных помех от ПС в радиочастотном диапазоне и оценка влияния на линии связи регламентируются соответствующими стандартами, инструкциями, правилами, часть которых требует переработки. Нормативных документов, определяющих проведение испытаний подвижного состава на электромагнитную совместимость с рельсовыми цепями, в Украине до настоящего времени не существовало. Не были определены предельно допустимые уровни электромагнитных помех от тягового электроснабжения на рельсовые цепи.

Задача проведения испытаний осложняется еще и тем, что система тягового электроснабжения, как и система регулирования движения поездов является пространственно распределенной, использующей рельсовую линию одновременно в качестве путевого датчика, канала передачи кодов локомотивной сигнализации и для пропускания обратного тягового тока. Таким образом, электромагнитное влияние на работу систем железнодорожной автоматики оказывает весь подвижной состав, находящийся в фидерной зоне. На испытания предоставляется один локомотив, что не позволяет дать полную оценку электромагнитного влияния при обращении на участке нескольких подвижных единиц.

Степень электромагнитного влияния системы тягового электроснабжения на рельсовые цепи определяется количеством поездов, обращающихся на участке, их расположением по длине фидерной зоны, режимом работы силовых установок, схемой канализации обратного тягового тока, асимметрией рельсовой линии, сопротивлением изоляции балласта и другими факторами. Испытания ПС необходимо проводить при сочетании всех неблагоприятных факторов, что является практически невыполнимой задачей. Поэтому в работе использован комплексный подход, основанный на проведении измерений при испытаниях одного локомотива с последующим компьютерным моделированием при всевозможных сочетаниях неблагоприятных факторов.

В связи с вышеизложенным, при разработке методики испытания ПС на электромагнитную совместимость с устройствами железнодорожной автоматики были решены следующие задачи:

- определены предельно допустимые уровни электромагнитных помех, создаваемых тяговым током для всех типов рельсовых цепей, применяемых в Украине, при условии надежного и безопасного выполнения всех режимов работы в случае одновременного сочетания всех неблагоприятных факторов;

- определены максимальные уровни электромагнитных помех в рельсовых цепях от всех локомотивов, перемещающихся в фидерной зоне, при переборе различных сочетаний неблагоприятных факторов, а также с учетом возможных аварийных режимов и переключений, путем математического моделирования;

- разработаны программы и методики проведения испытаний подвижного состава на электромагнитную совместимость с рельсовыми цепями.

В работе представлены результаты применения разработанной методики при испытаниях грузопассажирского локомотива переменного тока.

РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ НА УЧАСТКАХ С ДВИЖЕНИЕМ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ПОЕЗДОВ

Гаврилюк В.И., Решетняк Н.И.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

В последнее время, в связи с наметившимся ростом объемов грузовых перевозок, вновь стала актуальной задача организации пропуска тяжеловесных поездов. В настоящей работе представлен аналитический обзор особенностей функционирования рельсовых цепей и обратной тяговой сети при пропуске составов большой массы. Основные работы по этой теме были проведены во ВНИИЖТе в 80-х годах прошлого столетия. В этих работах были определены минимально допустимые межпоездные интервалы в зависимости от веса поезда и профиля пути, исходя из термической устойчивости элементов обратной тяговой сети для электротяги постоянного и переменного тока. При этом в межподстанционной зоне выделяли два характерных участка: область повышенных тепловых нагрузок вблизи тяговых подстанций (на участке около 15 % от длины межподстанционной зоны) и пониженных тепловых нагрузок (в середине межподстанционной зоны).

Однако при пропуске по участку небольшого количества пар тяжеловесных поездов в сутки оценка эффективного тягового тока по интервалу попутного следования тяжеловесных поездов и расстоянию между тяговыми подстанциями не дает реальной картины тепловых нагрузок обратной тяговой сети. Более точное распределение тягового тока по межподстанционной зоне можно получить путем моделирования протекания обратного тягового тока в рельсах с учетом общей поездной ситуации на участке при прохождении тяжеловесного поезда. Поскольку на значение обратного тягового тока в рельсовой линии оказывают влияние ряд факторов (в частности сопротивление изоляции рельсов, температура воздуха и др.), сочетание которых носит случайный характер, моделирование следует проводить для наиболее неблагоприятного случая.

С учетом использования элементов обратной тяговой сети, изготовленных из стали или ее сплавов (рельсовых стыковых, дроссельных, междроссельных, междупутных перемычек), учет теплового режима элементов следует проводить по всей дине межподстанционной зоны. Как показывают расчеты поездной ток при движении поезда общим весом 6000 т на подъеме с уклоном 8 ‰ при электротяге постоянного тока может достигать 2500-3000 А. При нахождении в фидерной зоне других поездов, суммарный ток в области нахождения тяжеловесного поезда будет, соответственно, больше. Такой ток может вызывать значительный разогрев стальных или медь-стальных соединителей, находящихся вблизи поезда.

На основании проведенного анализа в работе проведен расчет тепловых нагрузок обратной тяговой сети при пропуске тяжеловесных поездов для выбора параметров элементов обратной тяговой сети по термической устойчивости.

ОПЫТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ В СИСТЕМАХ СЦБ

Галян Н. К., Евтушенко Н.П.

ЗАО «Донецксталь-металлургический завод»

На железнодорожном транспорте ЗАО «Донецксталь-металлургический завод» с 2002 года эксплуатируются микропроцессорные контроллеры (МПК) в различных системах СЦБ:

- микропроцессорные контроллеры рельсовых датчиков (встроенные в рельсовые датчики и напольные), микропроцессорные путевые приемники, контроллеры коммутации линий связи системы контроля путевых участков методом счета осей подвижного состава;

- микропроцессорные контроллеры логических зависимостей, контроллеры связи с радиостанцией Motorola системы полуавтоматической блокировки на базе радиоканала;

- микропроцессорные контроллеры ввода дискретной информации и контроллеры связи системы диспетчерского контроля и панорамного отображения информации на TFT-мониторах центра управления перевозками завода;

Микропроцессорные контроллеры включены в работу как в одноканальном, так и в двухканальном варианте с решающим элементом „И”.

Большинство контроллеров установлено в муфтах и путевых ящиках в напольных условиях с агрессивными условиями работы.

Для поддержания работоспособного состояния службой СЦБ завода совместно с разработчиком указанных контроллеров (ООО НПП САТЭП, г.Харьков) разработана технология и графики обслуживания.

Опыт эксплуатации микропроцессорных средств в очень жестких условиях эксплуатации показал, что контроллеры имеют высокую надежность и безопасность, могут успешно конкурировать с традиционными релейными устройствами и во многих случаях их заменять.

В докладе приводятся результаты исследований эксплуатационной надежности микропроцессорных контроллеров СЦБ.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РУХОМОГО СКЛАДУ

Гончаров К. В., Губарев А. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Транспортна галузь вступає у період глобальної автоматизації та оптимізації керування перевезеннями та контролю технічного стану рухомих одиниць. Одним з напрямків автоматизації керування перевезеннями є впровадження систем автоматичної ідентифікації (CAI), що дозволяє забезпечити якісний прорив у технологіях керування і створити можливості для суттєвого збільшення продуктивності перевізного процесу. Структура CAI дозволяє з мінімальними витратами оперативно передавати результати зчитування до інших систем і комплексів автоматизованого керування рухом поїздів, вантажною роботою, вагонним господарством, сервісним обслуговуванням клієнтів залізничного транспорту та ін.

В основі роботи САІ лежить принцип радіочастотної ідентифікації, що дозволяє безконтактне зчитування інформації з рухомого складу. Для цього кожна рухома одиниця має бути обладнана кодовим бортовим датчиком (КБД) з пасивним живленням, що містить всю необхідну інформацію про рухома одиницю. У контрольних пунктах залізничної мережі встановлюються активні приймачі, що дозволяють зчитувати інформацію із пасивних датчиків безконтактним методом та без зупинки рухомого складу. Інформація від зчитувачів поступає до станційного обладнання. Подібну структуру мають і інші контрольно-вимірювальні системи, такі як системи автоматичного виявлення перегрітих букс (ПОНАБ, ДІСК, КТСМ, АСДК-Б).

Враховуючи сучасні тенденції щодо створення єдиних інтегрованих інформаційно-керуючих комплексів, пропонується розширити функціональні можливості системи САІ та інтегрувати цю систему з системами виявлення перегрітих букс. З цією метою необхідно доповнити кодові бортові датчики контактними датчиками для визначення температури буксових вузлів. Застосування контактного методу вимірювання дозволить визначити температуру букс з меншою похибкою ніж в існуючих безконтактних системах (ПОНАБ, ДІСК, КТСМ, АСДК-Б).

Авторами був розроблений кодовий бортовий датчик для системи автоматичної ідентифікації рухомого складу та визначення температури буксових вузлів. Датчик обладнаний радіопередавачем, який працює на частоті 433 МГц. Використання радіопередавача в КБД дозволило збільшити активну зону взаємодії датчика та зчитувача, а також спростити апаратуру зчитування. Для забезпечення можливості ідентифікації датчика не лише в Україні, але і в інших країнах світу, датчик працює і у частотному діапазоні 900 МГц, що відповідає міжнародному стандарту ISO 10374. Формат кодової посилки також відповідає цьому стандарту.

Розроблений датчик складається із мікроконтролера з вбудованим радіопередавачем rfPIC12F675, датчиків температури, випрямляча високочастотного сигналу, схеми стабілізації напруги та електронного комутатора. Мікроконтролер виконує функції обробки інформації про температуру буксових вузлів, формування та передачі інформаційного коду на зчитувач. КБД розроблен на базі типових мікросхем, що значно знижує його вартість. Зчитування інформації здійснюється у неліцензованому діапазоні ультракоротких хвиль 900(433) МГц, що має малий рівень атмосферних та промислових перешкод, а також дозволяє використовувати антени невеликого розміру. Для захисту даних від несанкціонованого доступу, а також підвищення перешкодостійкості каналу передачі, застосовується кодування і шифрування інформації.

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ЛОКОМОТИВНИЙ ПРИСТРІЙ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДА

Гончаров К. В., Назаров К. Г.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Автоматична локомотивна сигналізація (АЛС) призначена для підвищення безпеки руху поїздів, збільшення пропускної спроможності залізничних ліній і поліпшення умов праці локомотивних бригад. В даний час на залізницях України найбільш широко застосовується система автоматичної локомотивної сигналізації безперервного типу з числовим кодуванням (АЛСН). В такій системі інформація про стан ділянок колії і відповідно про стан колійних світлофорів, що визначає допустиму швидкість руху, передається у вигляді числових кодів по рейковій лінії. Кодові сигнали сприймаються колійними котушками ло-

комоти́ва, фільтруються і декодуються. Отримана інформація відображається на локомотивному світлофорі. В системі АЛСН локомотивний світлофор дає чотири сигнальні значення: зелений вогонь *З* при наближенні до колійного світлофора із зеленим вогнем; жовтий *Ж* при наближенні до колійного світлофора з жовтим вогнем; жовтий над червоним *КЖ* при наближенні до закритого колійного світлофора; червоний вогонь *К* після проїзду закритого колійного світлофора, а також у всіх випадках після припинення прийому кодівих сигналів.

В умовах швидкісного руху чотиризначна система АЛСН не дозволяє машиністу отримати повну інформацію про стан попереду лежачих ділянок колії. Для забезпечення безпеки руху окрім інформації про показання колійних світлофорів потрібно передавати на локомотив також інформацію про кількість вільних блок-ділянок попереду поїзда, швидкість прослідування наступного світлофора, довжину попереду лежачої блок-ділянки та ін. Авторами розроблений мікропроцесорний локомотивний пристрій, який дозволить покращити ступінь інформованості машиніста про поточну поїзну ситуацію та підвищити рівень безпеки руху поїзда. Подібні пристрої широко використовуються на Російських залізницях (система КЛУБ).

Розроблений пристрій виконує наступні функції:

1) прийом і дешифрування сигналів автоматичної локомотивної сигналізації (передбачена можливість дешифрування не лише сигналів АЛСН, але і сигналів частотної локомотивної сигналізації, а також багатозначної сигналізації АЛС-ЕН);

2) визначення місцезнаходження поїзда;

3) реєстрація параметрів руху поїзда в електронній пам'яті;

4) прийом по радіоканалу від чергового по станції або поїзного диспетчера відповідальних команд таких, як екстрене гальмування та дозвіл на проходження ділянки із забороненим сигналом світлофора;

5) інформування машиніста про фактичну та допустиму швидкість руху на даній ділянці дороги, координати місця розташування локомотива, а також про відстань до контрольних точок (станції, переїзду та ін.), що зберігаються в електронній карті.

До складу пристрою входять: мікропроцесорний модуль на базі мікроконтролерів PIC16C745, пристрій контролю та порівняння, дешифратор сигналів локомотивної сигналізації (АЛСН, АЛСЧ або АЛС-ЕН), блок радіоканалу, блок супутникової навігації GPS-803-DNDF, модуль пам'яті, а також модуль вводу та індикації.

Для забезпечення функціональної безпеки розроблений пристрій містить два незалежних комплекти, які виконують однакові функції. За допомогою пристрою контролю результати роботи обох комплектів порівнюються. У разі їх відмінності на модуль індикації видається більш забороняюча інформація та виконуються більш забороняючі команди.

БАЗОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПИТАНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА ОТ ПРОДОЛЬНОЙ ЛИНИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Ивахно В. В., Кривошеев С. Ю., Сыченко В. Г.¹,
Иванов А. Е., Лобко А. В.

НТУ «ХПИ», 1 – Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна

Структура системы электроснабжения с высоковольтной продольной линией позволяет сократить в несколько раз число связей с питающей энергосистемой (тяговых подстанций) и при подаче в продольную линию напряжения повышенной частоты порядка единиц

кГц радикальным образом сократить массу выпрямительного и фильтрового оборудования. Однако для этого на тяговых подстанциях в дополнение к традиционным выпрямителям должны быть установлены инверторные агрегаты. Ввиду низкого коэффициента загрузки выпрямителей, питающих основную контактную сеть, установленная мощность преобразователей тяговых подстанций получается в несколько раз меньше в сравнении с суммарной установленной мощностью основных выпрямителей, на которых достигается экономия по массогабаритным и энергетическим показателям. Однако к инверторным агрегатам предъявляются жесткие требования по быстродействию управления. Высокое быстродействие позволяет обеспечить электромагнитную совместимость с продольной линией, которая обладает явно выраженными резонансными свойствами, а также реализовать ряд дополнительных преимуществ по управлению системой. По мнению авторов, достаточно полно этим требованиям удовлетворяют структура инвертора с двумя трехуровневыми блоками, реализующая в совокупности четырехзонную импульсную модуляцию. Чтобы максимально упростить выпрямительный агрегат тяговой подстанции, он должен содержать только один выход без секционирования выходных напряжений, а инверторные блоки необходимо соединить по выходу последовательно с помощью повышающего высокочастотного трансформатора, присоединяющего инверторный агрегат к продольной линии. Для этого трансформатор должен содержать два сердечника с отдельными первичными и общей вторичной обмоткой аналогично тому, как это исполнялось ранее в двухтактных магнитных усилителях. Усложнение конструкции, связанное с необходимостью такого «магнитного» суммирования двух выходных напряжений, не радикально по причине однофазного исполнения трансформатора. При броневых (Ш-образных) сердечниках он содержит одну катушку с единственной высоковольтной обмоткой как наиболее сложной в исполнении.

Достоинства многозонной импульсной модуляции (МИМ) состоят, как известно, в снижении средней частоты переключений полупроводниковых приборов в сравнении с результирующей частотой МИМ и в радикальном сокращении массы силовых фильтров. Средняя частота переключений сокращается в $m=4$ раза в сравнении с частотой переключений в одномостовом двухуровневом инверторе. При заданной средней частоте переключений получаем при использовании MOSFET или IGBT достаточно высокую результирующую частоту, что позволяет подавить средствами управления резонансные колебания в продольной линии, а также осуществить быстродействующее ограничение аварийных токов. Однако переключения с высокой частотой модуляции, происходящие только в одной из зон регулирования, создают неравномерную нагрузку полупроводниковых ключей и инверторных модулей не только по коммутационным потерям, но и по средним токам. Целесообразно поэтому использование уравнивающих алгоритмов управления, позволяющих выполнять циклическую перестановку групп ключей для выравнивания токовых и тепловых нагрузок. Такие алгоритмы управления рассмотрены в докладе. Рассмотрены средства снижения субгармонических составляющих сигналов, возникающих вследствие того, что частота цикла управления ниже основной. Моделирование подтвердило приведенные в докладе выводы и рекомендации.

СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПИТАНИЯ НА ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЕ С ВОЛНОВОЙ НАСТРОЙКОЙ ДЛЯ СКОРОСТНЫХ И ГРУЗОНАПРЯЖЕННЫХ ДОРОГ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Гончаров Ю. П., Панасенко Н. В., Замаруев В. В., Ивахно В. В., Кривошеев С. Ю.,
Сыченко В. Г.¹, Данилов Н. В.

НТУ «ХПИ», 1 – Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна

Предлагаемая система содержит традиционную контактную сеть постоянного тока с напряжением 3 кВ, продольный однофазный коаксиальный кабель, запитываемый переменным напряжением повышенной частоты с амплитудой порядка 25 кВ от тяговых преобразовательных подстанций, располагающихся на расстоянии порядка 70 км друг от друга, и пункты питания (ПП) контактной сети от продольной кабельной линии, располагающиеся на одинаковом расстоянии l_n порядка 10 км друг от друга. Кабель прокладывается в земле или на опорах основной контактной сети. Волновая настройка системы распределенного питания состоит в таком определении частоты, формы и амплитуды напряжения в продольной линии, чтобы обеспечить ее электромагнитную совместимость с преобразователями. Частота напряжения в продольной линии принимается таким образом, чтобы на отрезке l_n укладывалась в точности одна полуволна переменного напряжения. При использовании в кабеле полиэтиленовой изоляции с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2,3$ частота составляет около 10 кГц.

Основной позитивный эффект, достигаемый при использовании рассматриваемой системы, состоит в радикальном облегчении и удешевлении ПП как основных объектов системы электроснабжения за счет повышения частоты и прямоугольной формы выпрямляемого напряжения. При использовании для сердечников ленточной электротехнической стали толщиной 0,02-0,05 мм или ферритовых блоков масса однофазных выпрямительных трансформаторов и потери энергии в них сокращаются примерно на порядок. В еще большей пропорции сокращается масса фильтрового оборудования. Это позволяет располагать ПП в 2-3 раза чаще традиционных выпрямительных подстанций, получая соответствующее повышение пропускной способности дороги и снижение потерь в контактной сети. Окупаемость дополнительных инверторных агрегатов, которые должны при этом устанавливаться на тяговых подстанциях, существенно повышается в связи с тем, что их мощность в несколько раз ниже в сравнении с суммарной мощностью ПП по причине реально имеющего место низкого коэффициента их загрузки.

Основные достоинства полуволновой настройки системы состоит в отсутствии индуктивного падения напряжения на отрезках между ПП и питающим преобразователем, а также в малой чувствительности продольной линии, как объекта с резонансными свойствами, к форме потребляемого тока и питающего напряжения. При этом, как показало моделирование, допустимым является отклонение по длине отрезка l_n в пределах $\pm 0,5$ км или по величине ϵ в пределах ± 10 %. Однако одним из недостатков является наличие внутренних перетоков реактивной мощности на отрезке при нагрузке, отличающейся от согласованной. Для уменьшения, связанных с этим фактором дополнительных потерь энергии предлагается принимать соотношение между волновым сопротивлением кабеля ρ и сопротивлением номинальной нагрузки R_N ПП порядка 1,5-2,5, что позволяет получить потери холостого хода порядка (10-30) % от потерь при номинальной нагрузке кабеля. В докладе получены соответствующие количественные соотношения. При нагрузке, превышающей согласованную ($\rho > R_N$), пропорционально растет напряжение в середине отрезка l_n при сокращении напряжений в узловых точках, что позволяет повысить пропускную способность кабеля за счет дополнительной нагрузки на его изоляцию. Компьютерное модели-

рование подтвердило функциональную работоспособность рассматриваемой системы, а также основные количественные соотношения и рекомендации.

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

Горелова Е.В.

ООО «Научно-производственное предприятие «САТЭП»

Одной из ключевых концепций в обеспечении функциональной безопасности программного обеспечения микропроцессорной централизации стрелок и сигналов (ПО МПЦ) является технология разработки программного обеспечения, а также выбор инструментальных средств разработки и операционной системы для ПО МПЦ.

В качестве платформы разработки и функционирования ПО МПЦ выбрана операционная система (ОС) реального времени QNX. В отличие от «Windows» и многих других ОС, исходные коды «QNX» являются открытыми, а сама ОС «QNX» сертифицирована на соответствие требованиям международного стандарта IEC 61508 по уровню безопасности SIL3.

Для прикладного программного обеспечения МПЦ главным аспектом является стратегия разработки собственного программного обеспечения, что позволяет открыть для доказательства безопасности все исходные коды программ как компьютеров, так и микропроцессорных контроллеров. В докладе рассматриваются принципы и методы, которые позволяют обеспечить безопасность не только за счет конечного тестирования и пусконаладочных проверок, но и за счет технологии разработки ПО МПЦ. К ним относятся:

1. На этапе проектирования ПО необходимо использовать 2-х или 3-х – каналные структуры ПО, работающих по принципу «2» из «2», «2» из «3». При этом каждый канал резервирования должен быть разработан на принципиально разной программной архитектуре. Опыт разработки показал, что одноканальные структуры ПО МПЦ не могут обеспечивать полноценную безопасность функционирования и исключать ошибки как разработки, так и конфигурирования готового программного продукта, независимо от того, на основании какой идеологии построена данная одноканальная структура МПЦ.

2. На этапе разработки ПО необходимо применять так называемые unit-тесты, которые позволяют выполнять локальное тестирование отдельно взятых модулей (функций), своего рода минимальных «атомарных» блоков программ, которые могут быть проверены на адекватность выполнения вне общего сложного комплекса ПО МПЦ, как фундамент дальнейшей архитектуры.

3. На этапе тестирования и эксплуатации ПО необходимо выполнять диагностический контроль опасных отказов, выполняющий независимую функцию «слежения» за «чтением» входных данных и «выдачей» управляющих команд и возможным формированием опасного отказа в каждом из каналов резервирования за счет интеллектуальной логической обработки входных и выходных данных.

Таким образом, совокупность инновационных методов проектирования и обеспечения безопасности разработки ПО МПЦ, а также правильный выбор платформы операционной системы, позволяет обеспечить максимальную безопасность его функционирования, не ниже, а в ряде случаев даже значительно выше существующих релейных систем электрической централизации.

В докладе обобщен многолетний опыт разработки, внедрения и эксплуатации программного обеспечения микропроцессорных систем управления украинского предприятия

ООО «НПП «САТЭП» для таких станцій як «Рудная», «23-й пост», «Известковая», Кок-совая, «Пост Южный», «Полугорки», «Передача-Донецк», «Транзитная» промислового транспорту України и станції «Атыгай» Экибастузской дистанції сигналізації и зв'язи магістрального залізничного транспорту республіки «Казахстан».

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ НА КАБЕЛІ ЗВ'ЯЗКУ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ВІДСМОКТУЮЧИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Данилов О. А.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Тягова мережа змінного струму 25 кВ по своїй конструкції являє собою несиметричну повітряну лінію (ПЛ) і вона чинить істотний електромагнітний вплив на суміжні пристрої. Через використання землі як другого провідника, тягова мережа чинить так само гальванічний вплив на спорудження, що перебувають у землі. Величина обох впливів безпосередньо залежить від струмів, що протікають в контактній мережі. Оскільки оболонка кабелю заземлена в декількох місцях, то наведені електрорушійні сили викликають протікання струму по заземленій оболонці кабелю. Тому, фіксуючи величину струмів в тяговій мережі і в оболонках кабелю можна кількісно визначити ступінь сумарного небезпечного впливу системи тягового електропостачання на кабелі зв'язку.

Для кількісної оцінки небезпечного впливу тягової мережі на кабелі зв'язку при різних режимах роботи відсмоктуючих трансформаторів (ОМО) було проведено експеримент на Одеській залізниці. В ході дослідження були записані струми в контактній мережі і в оболонках кабелів, які пролягають вздовж залізниці. Записи проводилися при різних навантаженнях і при різних режимах ОМО для трьох ділянок.

Виміряні і розраховані середні струми фідерів контактної мережі та струми в оболонках кабелів різних ділянок приведені в табл. 1. Була розрахована частка струму в кабелі від струму в тяговій мережі.

Після цього був визначений процент збільшення впливу тягової мережі на кабелі при вимкнених ОМО відносно нормального режиму відсмоктуючих трансформаторів.

Таблиця 1

	Середнє навантаження		Збільшене навантаження	
	ОМО вимк-нені	ОМО підключені	ОМО вимк-нені	ОМО підключені
I к.м. ділянки 1	103,74	129,61	226,13	185,05
I к.м. ділянки 2	315,32	355,41	557,16	536,47
I к.м. ділянки 3	211,58	225,81	331,03	351,41
I кабелю ділянки 1	2,47	4,00	5,19	5,23
I кабелю ділянки 2	8,18	5,65	12,83	7,92
I кабелю ділянки 3	0,26	0,25	0,24	0,24
I к.м. / I кабелю ділянки 1	0,02385	0,03083	0,02294	0,02824
I к.м. / I кабелю ділянки 2	0,02593	0,01589	0,02303	0,01476
I к.м. / I кабелю ділянки 3	0,00123	0,00111	0,00074	0,00069
	Вплив при вимкненні ОМО, %		Вплив при вимкненні ОМО, %	
ділянка 1	-22,6		-18,7	
ділянка 2	63,1		56,0	
ділянка 3	10,5		7,5	

За результатами таблиці 1 можна зробити такі висновки:

- при збільшенні навантаження захисні властивості відсмоктуючих трансформаторів зменшуються;
- найбільший захисний ефект виявляється поблизу тягової підстанції;
- при деяких схемах живлення і топології розташування кабелів захисний ефект може бути негативним.

ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

Денисенко В.И., Ботнарев А.Ю.
ООО «Технологические системы», г.Донецк

За период с 2008 по 2011 г.г. предприятием ООО «Технологические системы» выполнены строительно-монтажные работы по вводу в действие микропроцессорных централизаций (МПЦ) разработки ООО «НПП САТЭП» (пост «Южный» ОАО «Алчевский меткомбинат», станция «Полугорки» ОАО «Ясиновский коксохимический завод». В настоящее время завершаются работы по строительству МПЦ станций «Транзитная» и «Передача-Донецк».

Специалисты предприятия освоили технологию установки и подключения напольных микропроцессорных контроллеров и рельсовых датчиков счета осей, прокладку кабельных сетей с учетом электромагнитной совместимости, чувствительных к помехам микроэлектронных устройств. В централизованных системах МПЦ освоена технология монтажа кабеля с экранирующей оболочкой, а в местах с частым затоплением кабельных магистралей также и кабеля с гидрофобным заполнением. На постах ЭЦ произведена прокладка и монтаж линий связи между ЭВМ зависимостей, АРМ ШН, АРМ ДСП, микропроцессорными контроллерами МПЦ с учетом их грозозащиты, а также установлены и подключены шкафы управления.

В докладе представлен анализ особенностей монтажа и пусконаладочных работ систем МПЦ с централизованным, децентрализованным и комбинированным размещением аппаратуры при различных схемах управления стрелками (в т.ч. пятипроводной и двухпроводной, с типовой и нетиповой кабельной сетью).

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПЕРІОДИЧНИХ ІМПУЛЬСНИХ ЗАВАД НА ПРОЦЕСИ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЖИВЛЕННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ

Денисюк С.П., Колесник П.С., Мельничук Г.В.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Однією з найголовніших проблем сьогодення є ефективне використання енергоресурсів, електричної енергії, проблема електромагнітної сумісності тощо. В Україні ця проблема є дуже актуальною через застарілі комунікації та технології виробництва та споживання електроенергії, при чому як на промисловому рівні, так і на залізниці. У даній роботі пропонується проводити аналіз рівня впливу періодичних імпульсних завад в системі з перетворювачами електроенергії (ПЕЕ) – в системі електричного живлення рухомого складу.

Метою аналізу є оцінка дії періодичних прямокутних імпульсів завад в системах змінного струму, їх впливу на роботу компенсатора при зміні режиму живлення та при зміні параметрів імпульсів завад.

Робота ліній живлення рухомого складу змінного струму характеризується істотними спотвореннями гармонійного складу напруги і струму, оскільки в таких мережах використовуються потужні електричні перетворювачі. Технічно проблема покращення гармонійного складу може бути вирішена за рахунок компенсації реактивної потужності активного чи пасивного типу. Розглянемо метод компенсації за допомогою ємнісного компенсатора (К) в системі $\{Г\}—\{ПЕЕ\}—\{К\}—\{Н\}$. Компенсатор використовується для зменшення впливу імпульсних завад на роботу системи.

Для розв'язання сформульованої задачі використаємо модель системи, в якій діють періодичні завади. Розглянемо генератор прямокутних періодичних імпульсів зі змінною полярності. Модель формується та аналізується за допомогою методу окремих складових, розробленого в НТУУ «КПІ» та пакета програм MOSM-1.0.

Аналізуючи систему під впливом імпульсів завад в систему, ми змінюємо їх період (тобто частоту роботи генератора завад), амплітуду та фазу. За графіком залежності максимального значення струму на компенсаторі від періоду імпульсів завад (рис.1) найбільша різниця у значенні струму в гілці компенсатора існує при рівності періоду роботи генератора завад та періоду роботи генератора живлення. Це можна пояснити збігом фаз або навпаки – протифазній роботі двох генераторів. Більш докладно ці значення відображені на рис. 2, 3, де відображені сімейства значень струму на компенсаторі при синфазній та протифазній роботі генераторів ($U_{Г}$) та при змінних значеннях амплітуди імпульсів завад ($U_{ІМП}$): $U_{ІМП} = 0.5U_{Г}$; $U_{ІМП} = U_{Г}$; $U_{ІМП} = 2U_{Г}$.

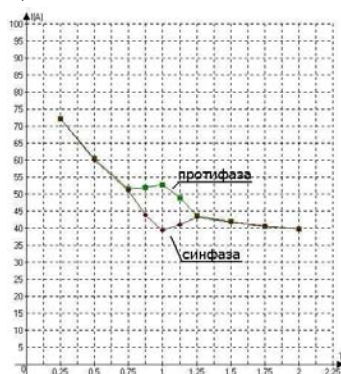


Рис. 1

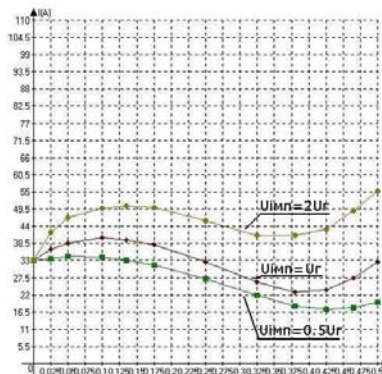


Рис. 2

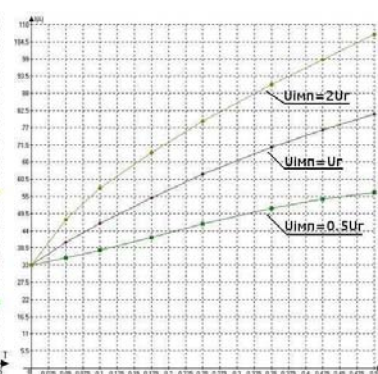


Рис. 3

Згідно з отриманими результатами, при збільшенні періоду імпульсів (зменшенні частоти роботи генератора завад) відповідно зменшується і вплив завад на компенсатор і систему в цілому. Тобто чим більша частота гармонічних завад, тим більш спотворений графік навантаження отримаємо на виході. Аналогічно аналізується вплив періодичних завад іншої форми та робочої частоти.

ОЦІНКА РІВНІВ ПОРУШЕННЯ ЕМС В СИСТЕМАХ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО ТРАНСПОРТУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Денисюк С. П., Сафроненко Є. В., Дерев'янюк Д. Г.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

У системах електропостачання залізничної електричної тяги в Україні постійного струму напругою 3 кВ, як і в системах змінного струму напругою 25 кВ, актуальною є проблема забезпечення необхідних рівнів електромагнітної сумісності (ЕМС) та забезпе-

чення значень показників якості електроенергії (ПЯЕ) у відповідності до діючих стандартів. При невідповідності ПЯЕ нормативним вимогам постає задача оцінки рівнів порушення ЕМС, пошуку джерел відповідних спотворень шляхом визначення дольового внеску споживача у спотворення якості електроенергії.

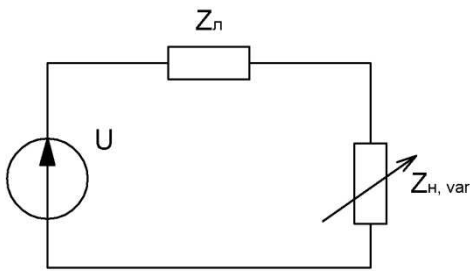


Рис. 1

Досвід використання нормативних документів показав доцільність їхнього доповнення додатковими характеристиками та показниками, які дозволяють характеризувати процеси в системах постійного струму при наявності спотворюючих вищих гармонік струму. Окремо необхідно виділити складові втрат активної потужності від різних факторів неякості електромагнітних процесів (складові потужності Фризе Q_{Φ}) та характеристики обмінних процесів.

Розглянемо схему заміщення системи електроживлення постійного струму напругою 3 кВ (рис. 1), яка складається з генератора постійної напруги (U), опору лінії (Z_L) та змінного опору навантаження (Z_H). Система описується наступними співвідношеннями:

$$u(t) = U = \text{const}; i(t) = I_0 + i(t). \quad (1)$$

Для рівнів порушення ЕМС в системах живлення електрифікованого транспорту постійного струму використаємо визначення потужності Q_{Φ} для умови (1):

$$Q_{\Phi}^2 = \left\{ U^2 \left[\left(I_0 - \frac{PU_0}{U^2} \right) + \frac{I_{\infty}^2}{2} \right] \right\} = \frac{I_{\infty}^2 \cdot U^2}{2}, \quad (2)$$

де I_{∞} – діюче значення струму вищих гармонік.

Для більш точного визначення рівнів порушення ЕМС використаємо обмінні потужності. Величина Q_{OB} може розглядатися як інтегральна характеристика впливу різних факторів неякості електроенергії на обмінні процеси в колах постійного струму, яка обчислюється за наступним виразом:

$$Q_{OB} = \frac{1}{T} \int_0^t |p_H(t)| dt; \quad (3)$$

$$Q_{OB} = \frac{1}{T} \int_0^t |u(t)i_{\infty}(t)| dt = \frac{U}{T} \int_0^t |i_{\infty}(t)| dt,$$

де $p_H(t) = u(t) \cdot i_p(t)$, $i_p(t) = i_{\infty}(t)$ (оскільки у лініях постійного струму енергія споживається на першій гармоніці тому всі вищі гармонійні складові є виключно реактивні, оскільки вони не передають енергію від джерела живлення).

Аналіз підтвердив, що використання декомпозиції потужності Фризе та обмінної потужності Q_{OB} дозволяє більш точно оцінити рівень ЕМС в системах живлення електрифікованого транспорту.

ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЛЕЙНО-КОНТАКТНИХ ПРИСТРОЇВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Дуб В.Ю., Гаврилюк В.І.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Існуюча технологія контролю параметрів реле й релейних блоків у РТД досить трудомістка й має цілий ряд недоліків, таких як велика кількість ручних операцій, низька точність вимірювань, висока суб'єктивність результатів контролю, значні витрати часу. Вимірювання ряду важливих параметрів взагалі не проводяться, оскільки в РТД відсутні необхідні технічні засоби. Підвищення ефективності технічного обслуговування пристроїв залізничної автоматики в сучасних умовах можливо шляхом автоматизації контролю й діагностування їхніх параметрів. Одним з основних завдань при розробці автоматизованих діагностичних систем є побудова тестів й алгоритмів діагностування, які дозволили б з високою вірогідністю провести контроль працездатності релейно-контактних пристроїв залізничної автоматики, а при виявленні несправності локалізувати її із заданою точністю.

Проведено аналіз існуючих методів побудови тестів дискретних пристроїв і дано формальний опис часових затримок, яку можна застосовувати для моделювання роботи логічних схем з часовими затримками.

На основі проведеного аналізу розроблено алгоритм складання діагностичних тестів релейних блоків залізничної автоматики, що складається з таких основних операцій:

- формальний опис об'єкта діагностування, отриманий на основі принципової електричної схеми шляхом опису логічних зв'язків у вигляді логічних виражень над булевими змінними з урахуванням часових затримок;
- перебір усіх можливих комбінацій вхідних сигналів, і визначення взаємозалежності між вхідними й вихідними сигналами для комбінаційних схем або вхідних-вихідних послідовностей сигналів для багатотактних схем з пам'яттю при почерговому завданні всіх можливих константних несправностей. Отримані залежності повинні обов'язково містити в собі перевірки, обумовлені нормативною документацією. Надалі при оптимізації тестів ці перевірки не можуть бути опущені;
- на основі отриманих даних будується таблиця функцій несправностей (ТФН), що представляє собою явну модель об'єкта діагностування в справному й несправному стані;
- мінімізація ТФН шляхом об'єднання стовпців, у яких всі результати перевірок збігаються.

По розробленій програмі складені діагностичні тести для ряду релейних пристроїв залізничної автоматики.

Однією з найбільш важливих і складних задач у будь-якому методі діагностики відмов є побудова математичної моделі, що дає адекватну інформацію про функціонування системи. Оскільки ці моделі в більшості випадків можна аналізувати лише чисельними методами, що накладає обмеження на їхнє використання в реальному часі при пошуку несправностей, використання детерміністичних методів для розпізнавання дефектів в складних системах може виявитися неефективним. Якщо математичне моделювання вимагає значних витрат розрахункового часу, або не забезпечує необхідної точності, то можуть бути використані інші методи. Такими методами є моделювання знань оператора за допомогою нечіткої логіки з реалізацією їх на базі штучних нейронних мереж.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ІЗОЛЯЦІЇ БАЛАСТУ РЕЙКОВИХ КІЛ

Дунаєв Д. В., Гаврилюк В.І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна

Одним із основних параметрів в теорії й експлуатації рейкових кіл (РК) є опір ізоляції баласту (ОІБ). Величина ОІБ істотно впливає на працездатність рейкових кіл і тому цю величину перевіряють при експлуатації РК згідно ТК №40 при заміні шпал або раз на рік (навесні) приладом ИСБ-1. Прилад ИСБ-1 виконує вимірювання на частоті змінного струму 5000 Гц, яка відрізняється від частот на яких працюють РК, що може привести до невірної роботи рейкових кіл. Тому актуальною є проблема визначення величини ОІБ на сигнальній частоті РК.

В теорії вимірювання параметрів РК є методи, що дозволяють вимірювати величину ОІБ на сигнальній частоті рейкових кіл (Дмитренко И.Е., Устинский А.А., Цыганков В.И. Измерения в устройствах автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов ж.д. трансп. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 312 с), але з точки зору простоти реалізації при експлуатації РК найприйнятніший – метод двох відомих навантажень оскільки вимірювання параметрів РК виконуються без закорочування РЛ.

Для об'єктивності результатів вимірювань величини ОІБ за методом двох відомих навантажень на різних частотах синусоїдального струму вимірювання проводилися на одній і тій самій дільниці практично в той самий час (12 – 13 година), номінали двох навантажень 1,22 та 3,28 Ом не змінювалися.

Згідно методу двох відомих навантажень в рейкову лінію (РЛ) подавався сигнал змінного струму від переносного персонального комп'ютера (ноутбука) через звукову карту та обмежуючий резистор, а апаратура рейкової лінії попередньо була відключена від самої РЛ. Навантаження 1,22 та 3,28 Ом по черзі встановлювалися на певній відстані від точки підключення ноутбука. В результаті вимірювань встановлено, що характер поведінки величини ОІБ від частоти сигнального струму нелінійний і до частоти 580 Гц зменшується, а після поступово величина опору ізоляції баласту починає зростати. Так поведінка величини ОІБ знаходить підтвердження у роботах Кокурина И.М. (К вопросу об электрохимической природе сопротивления балласта в рельсовых цепях переменного тока. Автореферат, ЛИИЖТ, 1964. – 13 с.) та (К вопросу об электрохимической природе сопротивления балласта в рельсовых цепях переменного тока. Сборник трудов ЛИИЖТа. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте. вып 223, 1964. - 92 с., ст. 3-25) й пояснюється наявністю ємностної складової опору ізоляції баласту. Однак варто відмітити, що величина ОІБ при проведенні в різні дні вимірювань відрізнялася для тих самих частот змінного струму.

Наприклад, в одному випадку величина ОІБ змінювалася від 0,32 до 0,23 Ом в діапазоні частот 25 – 580 Гц, а в другому – від 0,116 до 0,104 Ом в діапазоні частот 25 – 580 Гц. Таку відмінність величини опору ізоляції баласту РЛ можна пояснити такими факторами як погодні умови, швидкість вітру і т.д.

Таким чином проведені вимірювання показали нелінійну поведінку величини ОІБ від частоти змінного струму і підтвердили наявність впливу ємностної складової опору ізоляції баласту і при вимірюваннях її треба враховувати.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТСАСЫВАЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Дьяков В. А., Босый Д. А.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Основной целью применения отсасывающих трансформаторов во время массовой электрификации железных дорог в 60-х годах было решение проблемы уменьшения электромагнитного влияния на смежные воздушные линии связи. В качестве активной защиты по уменьшению влияния была выбрана схема, состоящая из отсасывающих трансформаторов (ОМО) и проводов обратного тока (ПОТ). На то время эта схема хорошо себя зарекомендовала и много лет использовалась в Швеции и других зарубежных странах. Несмотря на увеличение стоимости, такое решение было экономически выгодным, поскольку удаление воздушных линий от полотна железной дороги на большее расстояние или их кабелирование было намного дороже.

С развитием информационных технологий в настоящее время воздушные линии связи фактически не применяются, т.к. широко используется беспроводная связь, а воздушные линии или кабелировали или заменили на оптико-волоконные. Наличие ОМО в системе тягового электроснабжения существенно увеличивает сопротивление тяговой сети. С увеличением токовых нагрузок возрастают потери напряжения и мощности. Поэтому на некоторых участках переменного тока возник вопрос целесообразности, экономической эффективности и эксплуатационной необходимости применения отсасывающих трансформаторов.

Сотрудниками кафедры «Электроснабжение железных дорог» университета совместно с представителями дистанции электроснабжения (ЭЧ) и дистанции сигнализации и связи (ШЧ) ст. Знаменка были проведены исследования по определению эффективности применения отсасывающих трансформаторов на электрифицированном участке Знаменка – Александрия Одесской железной дороги. Выполненные экспериментальные исследования показали:

1. Использование в системе тягового электроснабжения отсасывающих трансформаторов несущественно снижает электромагнитное влияние на кабелированные линии связи, расположенные вдоль полотна железной дороги.

2. Наличие ОМО в системе тягового электроснабжения практически не меняет уровень психофизического напряжения в кабельной линии связи.

3. Применение отсасывающих трансформаторов в устройствах тягового электроснабжения не сказывается на асимметрии параметров рельсовой цепи (табл.)

Таблица

Путь	ОМО включено			ОМО отключено		
	Токи в нитках		K_H , %	Токи в нитках		K_H , %
	I_1 , А	I_2 , А		I_1 , А	I_2 , А	
Четный	26,46	29,56	5,53	25,41	28,64	5,98
	50,34	45,38	5,18	61,88	63,79	1,52
Нечетный	52,09	46,65	5,51	75,35	68,22	4,97
	105,19	95,95	4,59	67,65	61,18	5,02

4. Учитывая, что применение отсасывающих трансформаторов вызывает большие потери напряжения и электроэнергии в системе тягового электроснабжения, дальнейшая эксплуатация отсасывающих трансформаторов нецелесообразна и неэффективна.

ЗАБЕСПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З РЕЙКОВИМИ КОЛАМИ НА ШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЯХ

Завгородній О.В.
Придніпровська залізниця

В Україні в останні роки відбувається технічне переоснащення залізниць з вводом в експлуатацію нових магістралей з прискореним, а в подальшому зі швидкісним рухом поїздів, розбудова мережі міжнародних транспортних коридорів, впровадження нових типів рухомого складу (локомотивів, вагонів з імпульсними електронними перетворювачами), нових комп'ютерно-інформаційних систем регулювання руху поїздів (диспетчерської централізація, автоблокування, мікропроцесорної локомотивної сигналізації). Для забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті при вводі в експлуатацію нової техніки необхідно проведення випробувань для доведення її безпеки та електромагнітної сумісності з існуючими системами, що використовуються на залізницях.

При проектуванні швидкісних магістралей, що проходять по ділянках залізниць з різними видами тягового струму одним з авторів цієї роботи запропоновано реалізувати глибоке проникнення швидкісних ліній з електротягою змінного струму на ділянки залізниць з існуючою тягою постійного струму, оскільки організація швидкісного руху при електротязі змінного струму є більш економічною, в той час як вантажні перевезення з існуючою тягою постійного струму забезпечують порівняно невеликі експлуатаційні витрати і не потребують значних капітальних вкладень на перебудову інфраструктури залізниць. Таким чином на окремих ділянках можлива одночасна експлуатація залізничних колій з різними видами тягового струму та різними системами автоматики. У зв'язку з цим виникає проблема забезпечення їх безпечної роботи, в тому числі їх електромагнітної сумісності при експлуатації. Ця проблема є малодослідженою. Нормативних документів, що визначають допустимий вплив тягового електропостачання на лінії залізничної автоматики, зокрема рейкові кола, що є основними колійними датчиками, в Україні немає. Відсутність чіткої стандартизованої нормативної бази, що визначає експлуатаційно-технічні вимоги з електромагнітної сумісності на залізничному транспорті, а також методики доведення безпеки нових систем автоматики ускладнює процедуру.

Метою роботи є розробка математичної моделі для оцінки електромагнітного впливу системи тягового електропостачання на рейкові кола.

Для досягнення мети в роботі вирішено такі задачі: проведено аналіз проблеми, розроблено математичну модель та комп'ютерну програму, що дозволяє провадити оцінку електромагнітного впливу системи тягового електропостачання на рейкові кола. Для підтвердження адекватності розробленої математичної моделі проведено експериментальні вимірювання.

Проведений аналіз для двоколіїної ділянки з двома видами тягового струму на суміжних коліях показав, що в результаті електромагнітної взаємодії змінний тяговий струму може привести до заважаючого або небезпечного впливу на роботу рейкових кіл суміжної колії з тягою постійного струму.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ВОКРУГ РЕЛЬСОВОЙ ЛИНИИ С УЧЕТОМ СКИН-ЭФФЕКТА

Завгородний А.В.

Приднепровская железная дорога

Рельсовые линии электрифицированных железных дорог служат проводником для обратного тягового тока, сигнальных токов автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации. Тяговый ток создает вокруг рельс электромагнитное поле, которое оказывает влияние на работу устройств железнодорожной автоматики. Для учета этого влияния необходимо определить характер распределения электромагнитного поля вокруг рельса.

В соответствии с этим, целью работы является исследование распределения электромагнитного поля вокруг рельса. Для этого разработана математическая модель, описывающая электромагнитное поле вокруг рельс. В настоящей работе проведена доработка предложенной модели путем более детального учета поверхностного эффекта в рельсовой стали, экранирующего влияния земли, а также влияние всей системы тягового электропитания.

Для решения задачи определили напряженность магнитного поля проводника с током, расположенного над бесконечной проводящей плоскостью. При этом полагали, что значение тока не меняется по длине проводника, т.е. пренебрегали растеканием тока из рельса в землю. Такое предположение является обоснованным для большей части межподстанционной зоны. Электромагнитное поле, создаваемое током в рельсе, находили путем интегрирования по сечению рельса элементарных токов, плотность которых определяли с учетом влияния поверхностного эффекта. Для системы тягового электроснабжения на переменном токе при рассмотрении тока в рельсе учитывали как составляющую обратного тягового тока, так и наведенную составляющую, обусловленную током в контактном проводе.

На основе разработанной математической модели разработана компьютерная программа и проведено моделирование распределения магнитного поля вокруг рельсовой нити. Поле вокруг рельсовой линии находили как суперпозицию полей рельсовых нитей.

Для проверки разработанной модели были проведены экспериментальные измерения распределения напряженности магнитного поля вокруг рельсовой линии. В качестве датчика напряженности магнитного поля использовали датчик на основе эффекта Холла или небольшую катушку, ЭДС в которой измеряли электронным цифровым вольтметром с высоким входным сопротивлением типа В7-35. Для регистрации изменений мгновенного значения напряжения на выходе датчика при прохождении по участку поезда, использовали магнитограф или персональный компьютер (ноутбук) с аналого-цифровым преобразователем. Сравнение результатов измерений с расчетными показали их удовлетворительное совпадение.

ФІНАНСОВА БЕЗПЕКА ЯК СИСТЕМНЕ ЯВИЩЕ

Каламбет С. В., Мілай О. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна

У сучасних ринкових умовах основне завдання формування фінансової безпеки підприємства полягає у здатності підприємства витримати встановлений йому рівень рента-

бельності, самостійно контролювати та управляти розміром, своєчасністю нарахування й сплатою своїх боргових зобов'язань, забезпечити свою конкурентоспроможність та фінансову стабільність тощо.

На фінансову безпеку підприємства впливає ряд чинників: невірне нарахування податків та несвоєчасна або неповна сплата податків; приховування бази оподаткування для ухилення від сплати податків; рейдерське захоплення підприємств; неочікуване коливання курсу валют; недовіра до банківських та кредитних установ в наслідок їх ненадійності; невикористання підприємствами страхування можливих ризиків; швидке зростання цін у зв'язку з інфляцією тощо.

Поняття «фінансова безпека» введено Законом України «Про основи національної безпеки України» стосовно держави, але безпека будь-якої держави складається з фінансової безпеки підприємств. Дефініцію «фінансова безпека» розглядає багато вчених, проте на сьогодні відсутній єдиний підхід до тлумачення її сутності, складових, завдань, функцій. Значення фінансової безпеки для країни в цілому та підприємств зокрема висвітлено в працях таких учених, як: Г. Андрощук, Г. Аніловська, О. Вакульчик, С. Васильчак, Л. Донець, Г. Козаченко, Г. Литовська, В. Мунтіян, А. Семенов, А. Турило. Протягом останнього часу поняття «фінансова безпека» привернуло увагу науковців, політичних діячів, громадськості та набуло загальних характеристик, оскільки є фактором, що впливає на платоспроможність підприємств.

За «Фінансово-економічним словником», фінансова безпека підприємства захищеність фінансових інтересів суб'єктів господарювання на всіх рівнях фінансових відносин, забезпеченість домашніх господарств, підприємств, організацій та установ, регіонів, галузей і секторів економіки, держави загалом фінансовими ресурсами, достатніми для задоволення їх потреб і виконання фінансових зобов'язань.

На думку О. Судакової, фінансова безпека важлива складова економічної безпеки підприємства, що базується на незалежності, ефективності й конкурентоспроможності фінансів підприємства, яка відображається через систему критеріїв та показників його стану, що характеризують збалансованість фінансів, достатню ліквідність активів і наявність необхідних грошових резервів, фінансову стабільність, рівень захищеності фінансових інтересів на всіх рівнях фінансових відносин.

О. Сорокіна визначає фінансову безпеку підприємства як специфічний вид економічних відносин, які виникають між підприємством і суб'єктами його зовнішнього середовища щодо забезпечення оптимального фінансового стану, в якому має перебувати підприємство для реалізації своєї стратегії та який характеризується здатністю підприємства протистояти зовнішнім і внутрішнім загрозам.

Отже, фінансова безпека підприємства може розглядатися тільки системне явище, яке включає в себе всі найважливіші фінансові аспекти життєдіяльності підприємства.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

Каменев А. Ю.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Основными этапами доказательства безопасности микропроцессорной централизации стрелок и сигналов (МПЦ) в рамках экспериментального метода являются: испытания на имитационных моделях (имитационные испытания), испытания на физических моделях

(стендовые испытания) и испытания в условиях эксплуатации. Все виды испытаний проводятся в строгом соответствии с утверждёнными программами и методиками.

Испытания на имитационных моделях предназначены, прежде всего, для установления корректности и безопасности функционирования прикладного программного обеспечения верхнего и среднего уровней системы МПЦ (автоматизированного рабочего места дежурного по станции, электромеханика СЦБ и подсистемы обработки зависимостей централизации). Эмуляция работы аппаратных средств нижнего уровня системы (объектных контроллеров, модулей ввода-вывода, коммутаторов электрических цепей и т.п.) осуществляется с помощью специализированной имитационной модели комплекса технических средств МПЦ. Испытания на имитационных моделях позволяют в полной мере проверить выполнение технологических алгоритмов функционирования системы, выявить большинство ошибок и конфликтов программных средств. Неотъемлемым преимуществом данного вида испытаний является возможность применения автоматизированных средств тестирования, осуществляющих автоматическую генерацию управляющих воздействий с заданной частотой, что позволяет зафиксировать значительную часть ошибок и конфликтов ещё на ранних стадиях разработки.

Учитывая ограниченные возможности имитационной модели следует отметить необходимость проведения стендовых испытаний системы МПЦ., которые при своём осуществлении в лабораторных условиях позволяют учесть основную часть эксплуатационных факторов. Основной целью стендовых испытаний является установление работоспособности и безопасности функционирования всех составных частей системы МПЦ в комплексе их взаимодействия. В условиях, когда аппаратное окружение обеспечивается действующими микроэлектронными компонентами, а имитация работы датчиков и исполнительных механизмов электрической централизации осуществляется с помощью физических макетов, стендовые испытания, в дополнение к имитационным, позволяют следующее: в полной мере установить поведение системы при отказах и повреждениях всех составных элементов; выявить отказы, ошибки и конфликты программно-аппаратных средств; установить поведение системы при воздействии внешних эксплуатационных факторов, а также провести анализ отказов и нарушений нормальной работы устройств и составить рекомендации по их устранению. Положительные результаты стендовых испытаний являются основанием для начала пусконаладочных работ и подготовке системы к испытаниям в условиях эксплуатации, цель которых – установить надёжность и безопасность функционирования системы МПЦ в реальных производственных условиях.

Опыт внедрения систем МПЦ на объектах промышленного железнодорожного транспорта (станциях «Пост Южный», «Полугорки», «Передача-Донецк») подтвердил эффективность применения имитационных и стендовых испытаний, что заключалось в минимизации сроков пусконаладочных работ, сокращении командировочных расходов и отсутствии каких-либо нарушений безопасной работы микропроцессорной централизации в процессе опытной эксплуатации.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМЫХ КОНДЕНСАТОРНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Катков А. С., Перекрест В. В., Тодоренко В. А., Тюрютиков А. И.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Типовые структуры тяговых подстанций переменного и постоянного тока, как правило, содержат на стороне переменного тока компенсаторы переменного тока.

Согласование тяговой подстанции с сетями переменного тока по гармоническому составу потребляемого тока, а фактически по потребляемой/генерируемой реактивной мощности первоначально осуществлялось путем введения в их структуру статических компенсирующих устройств, параметры которых определялись по средней нагрузке на участке. Впоследствии в структуру таких подстанций начали дополнительно вводить регулируемые компенсаторы реактивной мощности, которые автоматически поддерживают режим компенсации при переменной нагрузке.

Компенсирующие установки такого типа ориентированы на применение в сетях переменного тока с линейными нагрузками, не вносящими существенных искажений в форму потребляемого тока. Система управления обеспечивает коммутацию такого числа трехфазных конденсаторов, емкость которых достаточна для компенсации «потребляемой/генерируемой» реактивной мощности.

Особенностью традиционных систем компенсации такого типа является то, что информация о величине реактивной мощности определяется по току и напряжению только одной фазы. Такой подход оправдан только для энергосистем с симметричной нагрузкой, при условии использования компенсирующих трехфазных конденсаторов с малым разбросом параметров в секциях.

На тяговых подстанциях как переменного, так и постоянного тока возможна асимметричная нагрузка в цепях ввода переменного тока.

Вместе с тем производимые силовые компенсирующие конденсаторы обладают разбросом параметров секций. При длительной эксплуатации таких конденсаторов разброс может существенно увеличиваться.

В данной работе исследовано влияние асимметрии нагрузки и разброса параметров конденсаторов на компенсацию реактивной мощности. Моделирование производилось с использованием пакета MathLab (Simulink).

На первом этапе работоспособность стартовой модели проверялась на линейных трехфазных симметричных нагрузках. Результаты моделирования сопоставлялись с расчетными значениями.

На втором этапе рассматривалось влияние несимметрии нагрузок на совокупную (по трем фазам) компенсируемую реактивную мощность.

На третьем этапе учитывалось влияние разброса емкостей и ESR-составляющих секций компенсирующих конденсаторов.

На четвертом этапе рассматривалась совокупная модель, где учитывались обе составляющие.

В результате проведенного моделирования была разработана новая структурная схема компенсирующей установки, в которой система управления учитывает токи и напряжения всех фаз. Предложен алгоритм управления, в котором учитываются асимметрия нагрузок и разброс параметров конденсаторов.

Несимметрия нагрузки оценивается на основании фазных токов и напряжений. Учет несимметрии параметров секций компенсирующих конденсаторов более сложен. Оценка разброса производится на основании анализа токов и напряжений при включенном и отключенном состояниях конденсаторов.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ОПН ДЛЯ ЗАЩИТЫ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Ким Е. Д.

Украинская инженерно-педагогическая академия

Сыченко В. Г.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени акад. В. Лазаряна

Надежная работа электрифицированных железных дорог во многом определяется от организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию воздействия кратковременных, но опасных перенапряжений на изоляцию контактной сети и электрооборудования. Защита от атмосферных перенапряжений осуществляется молниеотводящими устройствами, роговыми и трубчатыми разрядниками. Вентильные разрядники применяются как средство защиты элементов электрических систем и силового оборудования от воздействий внутренних перенапряжений.

В настоящее время в высоковольтных электросетях расширяется применение новых защитных аппаратов, выполненных на резисторах с резконелинейными вольтамперными характеристиками, получивших название- ограничители перенапряжений (ОПН). Эффективность применения ОПН заключается в их возможности глубокого ограничения как атмосферных так и внутренних перенапряжений. В работе представлен общий подход выбора ОПН на основе рекомендации МЭК60099-4 и МЭК60099-5, детализована методика выбора ОПН для защиты контактной сети железных дорог постоянного тока, включая объекты, электрически стационарно присоединенные к сети. Приведен сопоставительный анализ технических характеристик защитных устройств.

Преимущество оксидоцинковых ОПН перед применяемыми разрядниками вытекает из двух основных особенностей новых защитных аппаратов: высоким коэффициентом нелинейности вольтамперных характеристик резисторов и, как следствие этого, возможность исключения искровых промежутков в разрядниках. Например, по сравнению с роговыми разрядниками при защите КС постоянного тока от перенапряжений можно выделить следующие технические достоинства ОПН: - уровень ограничения грозовых перенапряжений выше в 1,8 раза и более (до 9-19,3кВ против 35кВ); - ограничение коммутационных перенапряжений до уровня 9-13 кВ, что значительно облегчает защиту подключенных к линии электрооборудование; -отпадает необходимость гашения дуги, обуславливаемой перекрытием роговых разрядников, соответственно, существенно меньшая продолжительность протекания повышенных сопровождающих токов (10-ки мкс против 10-ки мс); - снижение количества автоматического отключения сети по причине короткого замыкания, число которого определяется частотой перенапряжений $U_{гр} \geq 35\text{кВ}$. По данным расчета оно может достигать от 160 до 280 раза в год на 100км линии при грозовой интенсивности 60-100 ч/год; - процесс демпфирования перенапряжений протекает непрерывно, что позволяет уменьшить собственное воздействие на защищаемый объект. К преимуществам ОПН-3,3-4,5-10 перед вентильными разрядниками типа РМБВ-3,3 и РМВУ-3,3, применяемыми для защиты электрооборудования, можно отнести: - более глубокое ограничение импульсных и коммутационных перенапряжений; - непрерывность процессов снижения перенапряжений, что особенно важно для жизнедеятельности электрооборудования; - отсутствие проблемы гашения дуги и отсюда значительно меньшая продолжительность протекания сопровождающих токов (10-ки мкс против нескольких мс); - при равных уровнях защиты объектов от коммутационных перенапряжений токи через ОПН, следовательно, по сети в 3-4 раз меньше.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

Колесник А.И.

ГП «Укрگیпромез», г.Днепропетровск

Государственное предприятие «Укргіпромез» проектирует для промышленного транспорта микропроцессорные системы управления стрелками и сигналами, микропроцессорные системы счета осей подвижного состава и устройства контроля свободности, проследования и заполнения путевых участков. С учетом многих положительных свойств микропроцессорных систем в последние годы релейные системы СЦБ предприятия промышленного транспорта, даже на участках, где перевозятся опасные грузы (разрядные, бензин, жидкий металл, продукция коксохимического и химического производства) практически не заказывают.

В докладе приводятся особенности проектирования микропроцессорных систем управления стрелками и сигналами, электронных систем счета осей подвижного состава для предприятий горно-металлургического комплекса Украины и России.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ПЕРЕГОНЕ С УЧЁТОМ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Кузнецов В. Г., Калашников К. О.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Для каждого направления и конкретного участка до составления графика движения необходимо установить наиболее целесообразное взаимное расположение поездов с учетом условий электроснабжения.

Необходимо отметить, что на электрифицированных однопутных линиях сравнительно редко наблюдаются длительные падения напряжения. Это объясняется тем, что на таких линиях устройства электроснабжения рассчитываются со значительным резервом. Иное положение на двухпутных участках, оборудованных автоблокировкой, где между смежными подстанциями может быть сосредоточено одновременно большое количество поездов. От взаимного расположения их на графике движения во многом зависит расход электроэнергии на тягу поездов, нормальная работа устройств электроснабжения, а значит, успешное выполнение этого графика. Известное значение имеет при этом и схема питания участка. На двухпутном участке при раздельном питании путей необходимо рассматривать условия движения поездов по каждому пути в отдельности.

При двустороннем питании двухпутного участка и параллельном соединении проводов участка или соединении их в одной точке (пост секционирования) задача становится более сложной, так как приходится учитывать влияние на режим работы устройств электроснабжения взаимного расположения поездов в обоих направлениях.

По мнению авторов доклада, для этих условий требования, предъявляемые к составлению графика движения, могут быть установлены на основе следующих положений:

- перед составлением графика движения определяются перегоны или блок-участки между тяговыми подстанциями, на которых расход энергии на движение грузовых поездов установленного веса в обоих направлениях или наибольший, или близок к наибольшему;

- для этих перегонов и блок-участков, по данным тяговых расчетов, анализируется тип продольного профиля (горб, яма, равнинный или пилообразный) и в зависимости от его типа принимается решение о взаимном расположении поездов;

- если указанные участки имеют в одном направлении сплошной подъем, то расположение на графике поездов обратного направления не влияет на режим работы энерго-снабжающих устройств, этом случае необходимо перейти к рассмотрению других перегонов или блок-участков, которые имеют другой характер профиля;

- при профилях типа «горб» или «яма» поезда в каждом из направлений проходят часть участка между тяговыми подстанциями без тока, естественно, что наивыгоднейшим взаимное расположение поездов будет в том случае, когда период следования поезда под током в одном направлении совпадает с периодом следования поезда без тока в обратном направлении. Расположив соответственно поезда на рассматриваемом блок-участке, нетрудно определить, на сколько минут должно быть сдвинуто отправление и прибытие поездов в начальном пункте участка. Такой режим движения особенно эффективен, когда на участке применяется рекуперация электрической энергии;

- при равнинном профиле перегонов или блок-участков, на которых расход энергии наибольший, при составлении графика движения необходимо стремиться к тому, чтобы поезда одного из направлений занимали полностью интервал времени между поездами другого направления. При этих условиях уровень напряжения на токоприемнике поезда в пределах рассматриваемой зоны будет зависеть в основном только от нагрузки одного поезда. Одновременная нагрузка от двух поездов будет в тот период, когда оба поезда находятся вблизи тяговых подстанций, где уровень напряжения на пантографе этих поездов приближается к напряжению на тяговой подстанции;

- при пилообразном профиле наивыгоднейшее расположение поездов целесообразно устанавливать на основе расчета среднего падения напряжения. Это объясняется тем, что на двухпутных линиях время хода между двумя смежными тяговыми подстанциями составляет обычно 25—30 мин, и при высоком заполнении пропускной способности, когда поезда в интенсивный период следуют с минимальным интервалом, трудно установить наивыгоднейшее расположение поездов непосредственно из анализа характера профиля участка. При этом надо иметь в виду, что возможные варианты расположения поездов встречного направления будут находиться в пределах интервала попутного следования поездов по сигналам автоблокировки. При переходе в новый интервал цикл расчетов повторяется, так как повторяется конфигурация расположения поездов. Наивыгоднейший вариант взаимного расположения поездов, соответствующего наименьшей величине среднего падения напряжения, целесообразно также применять в тех случаях, когда на участке имеются разные сочетания профилей и нет полной уверенности, что анализируемые элементы (перегоны, блок-участки) имеют решающее значение для всего участка.

Учет установленных на основе изложенных принципов схем наивыгоднейшего взаимного расположения поездов при составлении графика движения позволит значительно уменьшить расход электроэнергии на тягу поездов.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ МПП-С

Кустов В. Ф.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Завершающим этапом в разработке ряда релейно-микропроцессорных и микропроцессорных систем электрической централизации является комбинированная система МПП (МПП-С разработки ООО «НПП САТЭП», см. www.satep.com.ua), сочетающая в себе свойства систем МПП как с централизованным, так и с децентрализованным размещением микропроцессорного оборудования (МПП-Ц и МПП-Д). Данная система позволяет непосредственно, без реле, управлять удаленными, в том числе перегонными объектами (светофорами, переездами, стрелками и т.п.). Основным сдерживающим фактором широкого внедрения системы МПП-С при ее экономичности и значительных функциональных возможностях является сомнение в достаточности ее функциональной безопасности (ФБ). Основой доказательства безопасности МПП-С являются общепринятые этапы:

1. Расчет и оценка ФБ, сравнение ее с нормативными национальными и международными стандартами, а также с уровнями опасности существующих релейных систем. Важным результатом этого этапа является достижение расчетных нормативных показателей ФБ. Но все же главным результатом необходимо считать, учитывая реальную достоверность показателей безопасности комплектующих элементов, достижение минимально допустимых значений времен диагностирования и устранения опасных отказов каналов резервирования ЭВМ зависимостей, АРМ ДСП и объектных микропроцессорных контроллеров, а также выполнение требований по гарантии своевременного эксплуатационного контроля их допустимой наработки до опасного отказа.

2. Испытания системы с использованием имитационных моделей на ПЭВМ позволили выявить опасные ошибки программистов на ранних стадиях разработки программного обеспечения (ПО) в разных каналах резервирования МПП. При этом использование в ЭВМ зависимостей мажоритарной структуры «2» из «3» позволило наиболее эффективно проверять безопасность работы МПП при различных вариантах загрузки ПО в каналы резервирования при разных его сочетаниях и для путевого развития любой сложности. Опыт разработки программного обеспечения, особенно на первых этапах разработки и даже при использовании труда высококвалифицированных программистов, не связанных ранее с программированием МПП, выявил достаточно большое количество таких ошибок, которые в дальнейшем уже не повторялись в проектах МПП других станций при использовании базового ядра ПО.

3. Стендовые испытания позволили максимально проверить безопасность аппаратного и программного обеспечения с учетом реальных технических средств МПП и внешних дестабилизирующих факторов. В состав испытательного комплекса включались все ЭВМ, контроллеры с реальными кодами прошивок, стрелочные электропривода, светофорные лампы с сигнальными трансформаторами, элементы оптической и звуковой переездной сигнализации, рельсовые датчики, а также кабельные линии связи.

4. Испытания в условиях эксплуатации позволили на реальных станциях проверить безопасность функционирования не только системы МПП в целом, но и отдельных каналов резервирования ЭВМ и объектных контроллеров. Эксплуатационные испытания показали полное отсутствие опасных отказов в каналах резервирования в течение около 3-х лет, что соответствует расчету допустимых значений их наработок до опасного отказа.

5. Экспертные оценки безопасности МПП, в том числе ее структуры, принципиальных схем объектных контроллеров, открытых исходных кодов ПО и самой операционной сис-

темы реального времени QNX, жесткой технологии контроля обеспечения безопасности на всех этапах разработки, проектирования, производства, строительно-монтажных и пусконаладочных работ, а также во время эксплуатации позволяют сделать вывод о достаточном уровне ее функциональной безопасности и возможности ее тиражирования.

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Кустов В. Ф.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Необходимость замены релейных систем на микропроцессорные системы железнодорожной автоматики (МСЖА) является очевидным фактом, т.к. при этом существенно расширяются их функциональные возможности, снижается стоимость проектирования и строительства, снижаются эксплуатационные расходы и повышается надежность и эффективность работы железнодорожного транспорта.

Наиболее значимым препятствием для внедрения МСЖА, непосредственно влияющих на безопасность движения поездов, является сомнение Заказчиков в возможности достоверного доказательства их функциональной безопасности.

В основе создания безопасных МСЖА должна быть полная открытость технической документации на программное и аппаратное обеспечение для Заказчиков и экспертов при гарантированном выполнении ими обязательств по ее неразглашению и сохранению ими прав интеллектуальной собственности организации-разработчика.

Основными методами обеспечения и доказательства безопасности МСЖА являются: синтез безопасных структур МСЖА и разработка для них достоверных математических моделей безопасности, по которым должны проводиться расчеты показателей безопасности; проведение корректных с позиции обеспечения безопасности имитационных и стендовых испытаний, а также испытаний в условиях эксплуатации.

Для количественной оценки безопасности должны быть обоснованы расчетно-логические схемы функциональной безопасности с представлением исходных данных для расчета (данных по надежности комплектующих элементов с учетом реальных нагрузок), принципиальных схем и соответствующих спецификаций не только каналов резервирования МСЖА, но и решающих элементов, устройств согласования с объектами управления и контроля. В расчетах должны быть учтены однократные и кратные отказы элементов МСЖА, которые могут приводить к их опасным состояниям.

Основополагающее значение при проведении расчетов имеют математические модели функциональной безопасности резервированных структур. В докладе приводятся такие модели для наиболее распространенных двухканальных структур с нагруженным резервированием и мажоритарным резервированием «2» из «3», используемые как для анализа безопасности, так и для синтеза МСЖА.

Обязательным при доказательстве безопасности программного обеспечения являются испытания МСЖА на имитационных моделях, созданных на базе ПЭВМ. Эти испытания позволяют на различных стадиях определять опасные ошибки программистов и технологов в процессе разработки, отладки и ввода в эксплуатацию программного обеспечения. Существенным является разработка одинакового ядра программного обеспечения для однотипных систем, что позволяет существенно уменьшить объем работ по доказательству безопасности МСЖА для конкретных объектов с различными технологическими особенностями. Основой проведения качественных стендовых испытаний на безопасность является соответствующая методика испытаний, учитывающая особенности функционирования

ния МСЖА в наиболее ответственных и опасных режимах, а также влияние внешних и внутренних факторов, которые недостаточно точно учитываются в расчетных моделях. В докладе приводятся результаты реализации методов обеспечения безопасности для ряда МСЖА, введенных в эксплуатацию (см. сайт: www.satep.com.ua), которые подтверждают возможность их дальнейшего внедрения на железнодорожном транспорте.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ТА ПОКРАЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ

Кучмій О. С., Богутенко О. М.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Для забезпечення безперебійної та ефективної роботи залізничного транспорту необхідно утримувати всі елементи господарства у належному стані, зокрема регулярно проводити технічні огляди та планові ремонти. Особливої уваги потребує контактна мережа, яка у порівнянні з іншими складовими залізниці, є досить молодим об'єктом, хоча вже також переступила межу нормальної експлуатації і перейшла на етап старіння основного обладнання. Контактна мережа не має резерву, тому від неї в значній мірі залежить безпека руху потягів і необхідна висока надійність при виконанні процесу перевезень. Унікальність об'єкта пред'являє підвищенні вимоги як до конструкції, так і до способів його технічної експлуатації.

Рівень технічного стану контактної мережі підтримується тільки за рахунок профілактичних ремонтів. Це означає, що вона ремонтується вибірково за заздалегідь утвердженим планом або аварійно. При необхідності замінюється тільки частина контактного проводу або інших елементів.

Основними причинами відмов у роботі пристроїв контактної мережі являються: нерационально спланована система обслуговування; механічні руйнування, обриви; розрегулювання; перепали проводів та тросів, особливо під живлячими і з'єднувальними затискачами; перекриття та руйнування ізоляції; бракована арматура контактної мережі; зношеність та старіння.

Найбільше транспортних подій на залізниці трапляється через незадовільний стан КМ та неналежне обслуговування її експлуатаційним персоналом.

Для покращення ситуації та усунення несправностей необхідно активізувати роботу служб електропостачання в напрямку модернізації пристроїв КМ та розробити наукові принципи нової системи ТО і Р, що буде враховувати фактичний стан пристроїв контактної мережі, тобто переходу від планового ТО і Р до обслуговування елементів контактної мережі за їх фактичним станом. До таких кроків можна віднести:

- виконання ремонтних робіт проводити, враховуючи новітні досягнення в галузі електропостачання залізниць, досвід експлуатації пристроїв електропостачання;
- посилення діагностування основного обладнання КМ з терміном служби понад встановлені терміни;
- нарощування темпів заміни основних елементів пристроїв, особливо із понаднормативним терміном експлуатації по їхньому фактичному передаварійному стані;
- врахування в планах технічного обслуговування та ремонтів реального стану технічних засобів і коштів на раціональний розподіл виконання найбільш необхідних робіт;
- модернізацію пристроїв електропостачання проводити комплексно по головним напрямкам вантажного та пасажирського руху, що мають найбільшу завантаженість, та невідповідність існуючих пристроїв основним вимогам;

- здійснення ретельного аналізу кожного випадку пошкодження пристроїв.

Такі кроки по переходу від планового технічного обслуговування та ремонту пристроїв контактної мережі до обслуговування за їх фактичним станом дадуть змогу більш раціонально витратити кошти та людські ресурси на ці заходи, та підвищити надійність роботи контактної мережі, що в свою чергу призведе до покращення безпеки руху взагалі по господарству Укрзалізниці.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКУ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОДІЙ З ПОРУШЕНЬ БЕЗПЕКИ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Лазарев О.В.

Українська державна академія залізничного транспорту

Дослідження будь-яких потоків даних виконується в багатьох галузях науки і техніки. Потік кількості транспортних подій на залізниці досліджений поки-що недостатньо.

Автором сформульоване припущення щодо випадкового характеру реалізацій залізничних транспортних подій (ЗТП), крім того вважається, що потік подій у 2005-2009 рр. є стаціонарним (однорідним), та не має післядії (вибірка є дійсно випадковою реалізацією незалежних випадкових величин).

Перед тим як піддати результати спостережень відповідній статистичній обробці, необхідно переконатись, що вони дійсно утворюють випадкову виборку, тобто є стохастично незалежними. У нашому випадку $x_1, \dots, x_m$ ($m=12$) випадкові величини, які визначають число транспортних подій у $m=12$ місяцях (протягом року). Для перевірки твердження про незалежність скористаємось офіційними даними. Будемо вважати спостереження випадкової величини в різні роки, як n реалізацій x_i $n=4,5,6$. Для перевірки незалежності використаємо 2 критерії:

- критерій серій, заснований на медіані виборки;
- критерій квадратів послідовних різниць (критерій Аббе).

Проведені розрахунки за критерієм серій, заснованим на медіані виборки, для трьох періодів вказують на те, що гіпотеза про незалежність ряду спостережень у 2004-2009рр. відкидається, у 2005-2009рр. не підтверджується впевнено, а у 2006-2009рр. не відкидається.

Проведені розрахунки по критерію Аббе дозволяють зробити висновок про те, що у періоді 2006-2009рр. гіпотеза про незалежність виборки приймається; у періоді 2005-2009рр. гіпотеза відкидається; у періоді 2004-2009 рр. гіпотеза відхиляється.

Перевіримо стаціонарність потоку реалізації порушень безпеки. У стаціонарного потоку випадкові величини $x_1, \dots, x_m$ ($m=12$) мають один і той же закон розподілу. Гіпотеза про стаціонарність потоку (однорідність виборки) перевіряється за допомогою критерію Крускала-Уолліса.

За результатами обчислень за критерієм Крускала-Уолліса виборки 2005-2009рр та 2004-2009рр є стаціонарними, а у виборки 2003-2009рр. гіпотеза про стаціонарність відкидається.

Виникає питання про те, який вид має закон розподілу випадкової величини $x_1, \dots, x_m$ ($m=12$) коли є $k=5$ сукупностей реалізацій цієї випадкової величини. Оскільки $\chi^2_{\text{виб}}$ значно менше $\chi^2_{5,0.1}=9.24$ $\chi^2_{5,0.05}=11.1$ $\chi^2_{5,0.01}=15.1$, то вважаємо, що гіпотеза про нормальний закон виконується.

Таким чином за результатом обчислень критеріїв: серій, що заснований на медіані виборки, квадратів послідовних різниць (критерій Аббе) та критерію Крускала-Уолліса можна зробити висновок, що виборка ЗТП у 2006-2009рр. є стаціонарною та незалежною,

виборка за 2005-2009 рр. є стаціонарною та «частково незалежною», а виборка за 2004-2009рр. - стаціонарною, але залежною. Можна наближено вважати виборку 2005-2009рр. стаціонарною та незалежною. Гіпотеза про нормальний закон розподілення виборки 2005-2009рр виконується.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що потік кількості ЗТП володіє стаціонарністю та відсутністю післядії протягом 2005-2009рр. та розподілений за нормальним законом. Це дає підстави прогнозувати кількість залізничних транспортних подій на майбутнє.

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ-ГЛАВНЫЙ КРИТЕРИЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Ларюшкин В.Л., Татарченко Г.О.

Технологический институт Восточноукраинского национального университета
им. Владимира Даля, г. Северодонецк

Транспорт всегда играл главные роли в развитии многих стран. Поэтому вполне логично появление Распоряжением Кабинета Министров Украины от 20 октября 2010 г. № 2174-р «Об одобрении Транспортной стратегии Украины на период до 2020 года», в котором Министерству инфраструктуры Украины поручено разработать, совместно с другими заинтересованными органами исполнительной власти, программу развития видов транспорта и дорожного хозяйства на период до 2015 года.

В Транспортной стратегии Украины подчеркнут тот факт, что отрасли транспорта в целом удовлетворяют потребности национальной экономики и населения в перевозках, но уровень безопасности, показатели качества и эффективности перевозки пассажиров и грузов, энергоэффективность, техногенные нагрузки на окружающую природную среду не отвечают современным требованиям. Подчеркивается необходимость немедленного решения вопроса технического переоснащения отраслей транспорта, повышения конкурентоспособности на международном рынке транспортных услуг. Заявлено предоставление государственной поддержки на обновление подвижного состава и строительство объектов железнодорожного транспорта. Подтверждено стремление Украины обеспечивать выполнение действующих Международных транспортных конвенций и договоров и заключить новые.

Распоряжением Кабинета Министров Украины определен вектор дальнейшей интеграции отечественного транспорта в Европейскую и международную транспортные системы путем:

- дальнейшей гармонизации отечественного законодательства с транспортным законодательством ЕС;
- разработки нормативов транспортного обслуживания;
- внедрение технических и технологических регламентов и стандартов;
- усовершенствование государственной системы обеспечения безопасности на транспорте;
- обеспечения эксплуатационной совместимости транспортных сетей Украины и соседних стран.

При дальнейшем развитии тактического и стратегического планирования Транспортной стратегии Украины до 2020 года необходимо учесть положительные примеры сотрудничества железнодорожного транспорта Европейского Союза и Российской Федерации с государственными и региональными органами по стандартизации.

Европейского железнодорожного пространства без границ потребовало от Сообщества обязательного выполнения технических норм, которые касаются технических аспектов безопасности на железнодорожном транспорте. Европейский парламент и Совет своим регламентом от 29 апреля 2004 года № 881/2004 создал Европейское Железнодорожное Агенство (European Railway Agency-ERA)/ – специализированный орган для выполнения технической работы и главный механизм переговоров, консультаций и обмена между всеми участниками железнодорожного сектора с учетом их индивидуальных полномочий.

Агенство поручено вести общедоступный реестр документов, предусмотренных Директивами 2001/16/ЕС и 96/48/ЕС:

- деклараций “ЕС” о проверке подсистем;
- деклараций “ЕС” о соответствии составляющих;
- разрешений на введение в эксплуатацию, включая соответствующие регистрационные номера;
- реестров инфраструктуры и парка подвижного состава.

11 мая 2007 года в Брюсселе был подписан меморандум о взаимопонимании между Европейским Железнодорожным Агенством (ERA) и тремя европейскими организациями по стандартизации (Европейский комитет по стандартизации (the European Committee for Standardization-CEN), Европейский комитет по стандартизации в электротехнической и электронной промышленности (the European Committee for Electrotechnical Standardization-CENELEC), Европейским институтом телекоммуникационных стандартов (European Telecommunications Standards Institute-ETSI). Угоду, що передбачає політичне та технічне співробітництво, яке буде спрямовуватися на забезпечення безпеки та ефективності європейських залізниць, було підписано головами зазначених організацій.

Это соглашение подчеркивает тот факт, что европейские организации по стандартизации принимают прямое участие в гармонизации национальных железных дорог.

Теперь о главном критерии безопасности – эксплуатационной совместимости (интероперабельности) на железнодорожном транспорте ЕС.

«Интероперабельность» - способность железнодорожной системы, обеспечивать безопасное и бесперебойное движение поездов, осуществляющих необходимый уровень производительности для этих линий (неофициальный перевод, директива 2008/57/ЕС).

Интероперабельность не подразумевает ни единых стандартов, ни единых инженерных решений.

Способность обеспечивать безопасное и бесперебойное движение поездов зависит от нормативных, технических и эксплуатационных условий, которые должны быть выполнены для того, чтобы удовлетворить основным требованиям;

Коммерческая эксплуатация поездов всей сети железных дорог требует, в частности, отличную совместимость между характеристиками инфраструктуры и подвижного состава, а также эффективной взаимосвязи информационных и коммуникационных систем различных менеджеров инфраструктуры и железнодорожных предприятий. Уровни производительности, безопасности, качества обслуживания и стоимость зависит от такой совместимости и взаимосвязи, так же как, в частности, взаимодействия железнодорожной системы.

Основы современного технического регулирования в странах ЕС определяются принципами Нового и Глобального подходов и направлены на обеспечение единства требований к продукции и процедурам оценки ее соответствия, на создание условий

свободного перемещения товаров на всем пространстве ЕС при обеспечении необходимого уровня их безопасности¹.

Новый и Глобальный подходы реализуются через европейские директивы, определяющие цели, которые должны быть достигнуты странами – членами ЕС, оставляя при этом каждой из них возможность разрабатывать собственное законодательство для выполнения обязательных требований данной директивы.

Критерии взаимодействия и совместимости на железных дорогах ЕС до 2008 года определяли следующие европейские директивы:

-2001/16/ЕС от 19 марта 2001 года «Об эксплуатационной совместимости трансъвропейской сети обыкновенных железных дорог»;

-96/48/ЕС от 23 июля 1996 года «Об эксплуатационной совместимости трансъвропейской высокоскоростной железнодорожной сети»;

-2004/50/ЕС от 29 апреля 2004 года «О внесении изменений в директиву Совета 96/48/ЕС об эксплуатационной совместимости трансъвропейской высокоскоростной железнодорожной сети и в директиву 2001/16/ЕС об эксплуатационной совместимости трансъвропейской сети обыкновенных железных дорог».

Указанные выше директивы, пересмотрены и 17 июня 2008 г. ЕС принял директиву 2008/57/ЕС «О совместимости железнодорожного транспорта в рамках Сообщества». Этот документ свел воедино положения трех директив с добавлениями и исключениями.

Все изложенное в директивах 96/48/ЕС и 2001/16/ЕС, касательно нормирования технических требований, а также описанный в них порядок разработки TSI и ввода в эксплуатацию структурных подсистем обычных и высокоскоростных железнодорожных линий нашло отражение в директиве 2008/57/ЕС.

Положения 2008/57/ЕС регламентируют вопросы проектирования, строительства, ввода в эксплуатацию, модернизацию, обновление, эксплуатацию и техническое обслуживание компонентов системы, а также квалификацию персонала, здоровье и безопасные условия труда работников, которые осуществляют эксплуатацию и техническое обслуживание системы.

Положения директивы 2008/57/ЕС устанавливают основные требования к содержанию Технических спецификаций эксплуатационной совместимости (ТСЭС), пересмотру TSI, созданию новой версии TSI, совместимости компонентов, интерфейсов, порядку размещения в эксплуатации подсистем, их техническую совместимость с

¹ Новый подход к технической гармонизации и стандартам (принят в 1985 г.) предусматривает создание единой общеевропейской нормативной базы, определяющей требования к продукции.

Основные принципы Нового подхода сводятся к следующему:

- в директивах на продукцию задаются обязательные для выполнения существенные требования безопасности;
- конкретные значения характеристик продукции устанавливаются европейскими стандартами, а в переходный период - национальными;
- применение стандартов носит добровольный характер;
- продукция, выпущенная в соответствии с гармонизированными стандартами, рассматривается как соответствующая требованиям директивы (принцип презумпции соответствия);
- факт соответствия гармонизированным стандартам, подтвержденный определенным способом (процедурой), является реализацией принципа презумпции соответствия;
- не использование гармонизированного стандарта или стандарта не существует, производитель может доказать факт соответствия директиве с привлечением независимого эксперта»

Глобальный подход к техническим условиям, испытаниям и сертификации (принят в 1989 г.) определяет основы процедур и условий обязательного подтверждения соответствия. В странах ЕС принят принцип процедур оценки соответствия, согласно которому производитель в форме декларации о соответствии заявляет о соответствии продукции гармонизированным стандартам, если не доказано противное. Глобальный подход развивает положения Нового подхода в части оценки соответствия продукции требованиям.

системой, порядку выдачи разрешения на ввод в эксплуатацию подвижного состава, уполномоченным органам, ответственным за проведение процедуры оценки соответствия или пригодности для использования, ведению регистров сетей и подвижного состава, а также условия общей совместимости железнодорожной системы, необходимые для достижения ее взаимодействия. Директиве содержит 11 приложений.

В дополнение к уже имеющимся техническим спецификациям интероперабельности (TSI) для железнодорожных линий 1435 мм, ЕС разрабатывает аналогичные документы, действие которых распространяется на структурные подсистемы и их компоненты, относящиеся к железнодорожным линиям 1520 мм, поскольку новые прибалтийские члены ЕС должны адаптировать национальное законодательство с положениями директив о совместимости систем.

Решение проблемы технического регулирования для железнодорожных систем 1520 мм наверняка необходимо начать с привлечения Международных железнодорожных организаций, Межгосударственных и Национальных органов по техническому регулированию. Предварительно, на уровне экспертов, необходимо обсудить и принять модель технического регулирования и, например за базовую (типовую) для железнодорожного транспорта принять модель технического регулирования по директиве 2008/57/ЕС, дополнив ее соответствующими TSI, EN, межгосударственными и национальными стандартами, другими НД.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕМС ПРИ ВЗАЄМОДІЇ СТРУМОПРИЙМАЧА ТА КОНТАКТНОГО ПРОВОДУ

Мандич В.Г., Ляшук В.М.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Однією з найважливіших проблем електричної тяги є забезпечення надійного і економічного струмознімання. Більш детальне дослідження взаємодії струмоприймача та контактного проводу дасть можливість визначити рівень ЕМС на суміжні пристрої та умови його зниження.

У Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна (ДНУЗТ) створюється учбово-дослідницька лабораторія контактної мережі та струмознімання (УДЛКМС) для досліджень динаміки взаємодії струмоприймачів і контактної підвіски при імітації близьких до реальних умов експлуатації.

Створення універсального експериментального комплексу дозволить виконувати дослідження рівнів шуму, радіоперешкод, електромагнітних полів, генерованих взаємодією струмоприймача та контактного проводу, як при нормальному струмозніманні, так і при дуговому; проводити аналіз параметрів іскріння і дугоутворення.

Взаємодія струмоприймачів електрорухомого складу і тягової мережі електрифікованих залізниць супроводжується інтенсивним електромагнітним випромінюванням в широкому спектрі частот, у тому числі і діапазоні радіохвиль і надає значну електромагнітну дію на суміжні пристрої.

В системі «струмоприймач електрорухомого складу – контактний провід» джерелом випромінювань є:

- ковзний контакт між струмоприймачем і контактним проводом в процесі нормального (безвідривного) струмознімання;
- порушення ковзного контакту у вигляді окремих відривів струмоприймача від контактного проводу в процесі струмознімання з утворенням електричної дуги;

- порушення ковзного контакту при зніманні струму з контактного проводу, покритого ожеледдю.

Струмознімання з контактного проводу, покритого ожеледдю, характеризується процесами, що постійно чергуються: втрата ковзного контакту, виникнення дуги, її різке згасання, відновлення контакту. Процес супроводжується пробоями повітряного проміжку між контактуючими елементами, значними рівнями імпульсних радіоперешкод, і триває протягом всього часу рухи по ділянці з ожеледдю.

Застосування сучасних реєструючих засобів дасть можливість детальної оцінки рівня впливу електромагнітних та радіовипромінювань на суміжні пристрої під час струмознімання.

Для реєстрації іскріння в контакті і випадків відриву полоза струмоприймача від контактного проводу, пропонується застосовувати декілька різних методів: по відео зображенню (за допомогою систем технічного зору); по зміні параметрів електричної мережі (струму, напруги); по радіовипромінюванню; по інфрачервоному, видимому та ультрафіолетового випромінювання (за допомогою оптичних датчиків).

Дослідження процесу взаємодії струмоприймача та контактного проводу надасть можливість прогнозувати та забезпечити надійне і економічне струмознімання за рахунок виключення дугоутворення, і, як наслідок, зменшення електричного зносу контактуючих елементів і електромагнітних впливів на суміжні пристрої.

АНАЛИЗ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБОТКЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ СВЕТОФОРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА СВЕТОДИОДАХ

Мелешко В.В.

ДП "Приднепровская железная дорога"

Быстрый прогресс в технологии производства полупроводниковых светоизлучающих приборов, имеющих невысокое энергопотребление, цену, длительное время наработки на отказ, привел к разработке и использованию в промышленно развитых странах световых указателей на основе полупроводниковых приборов. Однако, наряду с рядом их преимуществ, существуют определенные трудности, препятствующие широкому применению светофоров на основе светоизлучающих диодов (СИД) на железнодорожном транспорте.

Задачей данной публикации являлось проведение анализа специфических требований к разработке магистральных светофоров железнодорожного транспорта на основе СИД.

Эти требования обусловлены специфическими условиями эксплуатации светофоров на железнодорожном транспорте, и определяют требуемые эксплуатационные параметры и характеристики по электрическому напряжению, току, световым характеристикам, надежности, безопасности, обеспечению контроля работоспособности светодиодной матрицы (СДМ) во включенном (горячем) и выключенном (холодном) состоянии, температурную и временную стабильность светового потока, его фокусировку, обеспечению режима двойного снижения напряжения, мигания, защиту от электромагнитных помех, климатических воздействий, грязи, вандализма и т.д.

Электрические параметры и характеристики СИД значительно отличаются от ламп накаливания. Падение постоянного напряжения на светодиоде составляет 1,5..3 В, в отличие от 12 В переменного напряжения, применяемых для светофорных ламп. Для согласования применяют групповое включение СИД, при котором несколько последовательно включенных светодиодов, образующих ветвь, соединяют параллельно. Для создания необходимых световых потоков и обеспечения нормативных электрических режимов работы

необходимо поддержание строго определенного тока через светодиоды. Однако СИД имеют значительный технологический разброс параметров (более $\pm 20\%$) и их сильную зависимость от температуры.

Необходимые световые характеристики световорных головок на основе ламп накаливания обеспечивают применением светофильтров и линз. Длина волны, излучаемая СДМ для различных показаний световора должна строго соответствовать цветности оптической системы существующих световоров, т.е. зеленому, красному, желтому, синему и лунно-белому огню. При этом на длину волны излучаемого света температура и сила тока через $P-N$ переход должны оказывать незначительное влияние, что не выполняется для большинства СИД.

Более сложная структура СДМ с использованием СИД и полупроводниковых стабилизирующих и управляющих элементов понижает надежность матрицы. Одиночные или кратные отказы отдельных СИД (потеря контакта, обрыв, замыкание, пробой или перегорание $P-N$ перехода) не окажут существенного влияния на питающее напряжение или ток СДМ и это делает невозможным их своевременное обнаружение огневым реле.

Наличие распределенных по площади световых излучателей, в отличие от нити в лампе накаливания, затрудняет фокусировку светового потока СДМ. Применение для этих целей традиционных линз Френеля становится невозможным.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ НОВЫХ ТИПОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ

Миргородская А.И.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Проблема обеспечения электромагнитной совместимости новых типов подвижного состава, использующих импульсные высоковольтные полупроводниковые преобразователи, с существующими системами железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ), являются одной из основных для обеспечения безопасности движения поездов. На локомотивах переменного тока четвертого поколения с асинхронными тяговыми двигателями для питания силового и вспомогательного оборудования используют статические преобразователи частоты и фазы, состоящие из четырёхквadrантных ($4q-S$) выпрямителей и автономных инверторов напряжения (АИН) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), выполненные на IGBT-транзисторах. Частота основной гармоники выходного напряжения на выходе АИН изменяется от 2 до 160 Гц, частота ШИМ – от 450 Гц до 900 Гц. Для питания вспомогательного оборудования используют напряжение с частотой, изменяющейся от 0 до 50 Гц при частоте модуляции АИН - 2000 Гц. Таким образом, в сетевом токе содержится широкий спектр помех и при определенных режимах работы локомотива их частоты могут совпадать с частотами сигнального тока автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации (25, 420, 480, 580, 720, 780 Гц), что может оказать мешающее или опасное влияние на работу устройств железнодорожной автоматики.

Целью настоящей работы является совершенствование методики испытаний подвижного состава переменного тока на электромагнитную совместимость с рельсовыми цепями (РЦ).

Степень влияния обратного тягового тока характеризуется разностной величиной токов помехи в двух рельсовых нитях в месте подключения аппаратуры приемного конца РЦ. На величину разностного тока влияет асимметрия рельсовой линии, количество электропоездов в фидерной зоне, их расположение, режимы работы, схема электропитания

(консольная или двухсторонняя), степень растекания тягового тока с рельсовой линии в землю, а также схема его канализации (однониточная, двухниточная, наличие и расположение электрических соединителей между соседними путями).

Испытание электрооборудования электровоза на электромагнитную совместимость с устройствами железнодорожной автоматики проводят путем измерения действующих значений и длительностей гармонических составляющих обратного тягового тока, канализуемого по рельсовым цепям при движении по ним испытуемого электровоза, с последующим сопоставлением измеренных значений с предельно допустимыми значениями, которые определяются из условия обеспечения устойчивой работы РЦ. Методы измерения параметров гармонических помех в рельсовых цепях описаны в специальной литературе. Основная трудность при этом заключается в оценке частотного спектра и уровня помех, создаваемых в РЦ системой тягового электроснабжения в процессе обращения одного или нескольких испытуемых локомотивов в пределах фидерной зоны при всех возможных сочетаниях режимов их работы и для различных внешних условий. Для решения этой задачи в работе разработана математическая модель, позволяющая оценивать электромагнитное влияние системы тягового электроснабжения на рельсовые цепи для двухпутного участка железной дороги при различных внешних факторах, влияющих на режимы работы РЦ.

Результаты моделирования удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ НА БАЗЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИСЛОКАЦИИ ПОЕЗДОВ НА ПОЛИГОНЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Митрофанов А. Н., Гаранин М. А., Добрынин Е. В.
СамГУПС

Технология и методика работы предприятий на федеральном оптовом рынке электроэнергии и мощности предусматривает почасовую оценку и заявку потребленной электроэнергии на сутки вперед. Значительная составляющая потребленной электроэнергии предприятиями службы электроснабжения дорог относится на тягу поездов, а почасовой объем электропотребления зависит от проведенного на участке объема поездной работы. Анализ электропотребления на тягу поездов на участках КБШ ж.д. показал на высокий коэффициент корреляции R с показателями поездной работы на участке (с тонно-километровой работой $R = 0,68$; с временем хода $R=0,72$, с локомотиво – километрами $R=0,74$; количеством поездов проведенных по участку $R= 0,71$) и возможность прогноза электропотребления на участках на базе регрессионных уравнений.

В СамГАПСе разработана модель статистического оценивания и прогнозирования подхода поездов к расчетному участку в предстоящие периоды на полигоне до 1000 км. с оценкой показателей поездной работы по полигону, участковых и технических скоростей движения, динамически вычисляемых времен простоя поездов на станциях технического осмотра и обслуживания, базы данных реальных мест пересечения и обгона ниток графика. В качестве исходной информационной базы предусмотрено использование «исполненных» графиков движения по участкам, отражаемых в системе ГИД «Урал-92», функционирующей в ЕДЦУ Куйбышевской железной дороги.

КОНТРОЛЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО РЕЛЕ З ВИКОРИСТАННЯМ АНАЛІЗУ ЙОГО АКУСТИЧНИХ ШУМІВ

Морозов Г. Л., Разгонов А. П., Бондаренко Б. М.
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Безпека руху на залізничному транспорті в значній мірі залежить від надійності функціонування вузлів радіоелектронної апаратури, яка забезпечує автоматизацію процесів управління. До такої радіоелектронної апаратури відносяться всі типи електромагнітних реле залізничної автоматики.

Велика кількість реле, які забезпечують надійність руху, робить за необхідне їх постійний контроль і регулювання. Зараз контроль і регулювання реле здійснюється в основному в ручному режимі, це пов'язано з необхідністю часткового розбирання блоку реле, великими часовими витратами і залученням висококваліфікованих спеціалістів.

У зв'язку з цим виникає необхідність використання мікропроцесорної техніки для контролю стану електромагнітних реле без їх часткового розбирання. У світовій практиці застосовуються автоматизовані тестові системи контролю електромагнітних реле але тільки для визначення електричних і часових параметрів.

На кафедрі АТЗ ДНУЗТ розроблений автоматизований програмний комплекс для перевірки реле без їх часткового розбирання, у тому числі і для діагностики стану механічної системи реле.

Для виявлення зносу елементів електромагнітних реле пропонується застосовувати акустичний метод заснований на аналізі рівня шумових сигналів, які генерують механічні елементи реле. Шумові сигнали мають випадковий характер і з'являються в інтервалах тяжіння і відпадання якоря реле, замикання і розмикання контактних груп. Дослідженнями встановлено, що інтенсивність шумових сигналів реле, як правило, залежить від зносу контактів, від стану антимагнітного штифта.

Процедура відбракування ненадійних реле може здійснюватися за допомогою автоматизованого програмного комплексу шляхом порівняння середніх амплітуд (оцінки математичного очікування) шумових сигналів еталонного реле і того, що перевіряється. Якщо середнє значення амплітуди реле того, що контролюється більше або менше значень відповідної характеристики еталонного реле то приймається рішення по відбракуванню першого з наступним аналізом причин відхилень від норми з відповідним наступним регулюванням або ремонтом.

Для найменших викривлень перетворень звукових коливань в електричний сигнал електростатичні мікрофони розміщують поблизу корпусу реле або застосовують п'єзоелектричні мікрофони.

Статистичну обробку випадкових шумових сигналів можна здійснювати з використанням декількох каналів вимірювання (електричного, електромагнітного, оптичного та ін.).

Оскільки для відбракування несправних реле використовують критерій порівняння середніх амплітуд сигналів (оцінок математичних очікувань), то виникає необхідність отримання щільностей ймовірностей випадкових електричних шумових сигналів по їх практичним реалізаціям. Під час робіт їх отримують шляхом статистичної обробки експериментальних даних.

Акустичний канал, який використовується з другими каналами вимірювання значно підвищує надійність діагностики реле.

ДО ПИТАННЯ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ СИСТЕМИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ТЯГОВИХ СТАТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ПРИ ПІДВИЩЕНІЙ НАПРУЗІ У КОНТАКТНІЙ МЕРЕЖІ

Муха А. М, Куриленко О. Я.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені акад. В. Лазаряна

Розробка статичних перетворювачів для тягового електроприводу електровозів на підвищену напругу у контактній мережі стало можливим завдяки використанню багатоланкових схем. Коректна робота цих тягових перетворювачів залежить від якості електричної енергії у контактній мережі.

Для забезпечення живлення електричного рухомого складу, що працює на постійному струмі, застосовуються потужні шести та дванадцятипульсні схеми випрямлячів тягових підстанцій. Особливість роботи випрямлячів полягає в тому, що вони генерують вищі гармоніки у живлючу мережі. При симетричному режимі роботи випрямляючої установки в мережу генеруються канонічні гармоніки, частоти яких визначаються пульсністю випрямляча. Реальні випрямляючі установки тягових підстанцій працюють в несиметричних режимах, які можуть виникати внаслідок порушення симетрії живильних напруг, несиметрії трансформаторів, несиметрії діодних блоків. Наявність хоча б однієї із вказаних причин несиметрії призводить до доповнення гармонічних складів вхідних струмів і вихідної напруги випрямляча неканонічними гармоніками, амплітуди яких можуть досягати значних величин. Наявність неканонічних гармонік у вхідних струмах випрямляючої установки тягової підстанції погіршує її електромагнітну сумісність з живильною мережею, погіршує якість споживаємої електричної енергії, викликає підмагнічування осердь трансформаторів, а також може викликати резонансні явища в електричних системах на частотах неканонічних гармонік, що може приводити до аварійних ситуацій також і в системах електровозу.

Проведені дослідження дозволили визначити якісні і кількісні показники процесу перетворення електричної енергії тяговим приводом електровозів при різних впливах зі сторони системи тягового електропостачання, що дозволяє дати рекомендації по структурі та параметрам фільтруючих елементів, що входять до складу тягового статичного перетворювача електровоза, який призначено для роботи при підвищеній напрузі у контактній мережі.

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Мямлин С.В.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Одним из главных заданий железнодорожного транспорта является обеспечение безопасности движения. При этом к числу особых видов нарушений безопасности относятся сходы подвижного состава с рельсов, которые как правило приводят не только к порче подвижного состава и элементов инфраструктуры железных дорог, но и к нанесению ущерба окружающей среде. Такие события, к счастью, происходят не часто и носят случайный характер. Существующий подход и оценка показателей безопасности движения

предполагает только анализ свершившихся случаев брака в поездной и маневровой работе или, иными словами, случаев нарушения безопасности движения. Конечно же нельзя не учитывать то, что функционирует и предупредительная система в области обеспечения безопасности движения, состоящая из целого ряда технических и технологических средств и мероприятий. Но для того, чтобы разграничить человеческий фактор и техническое состояние системы необходимо ввести вероятностный подход к оценке показателей безопасности движения. И по результатам этой вероятностной оценки принимать соответствующие адекватные меры технического, технологического или административного характера. Что касается самой оценки, то по каждому показателю безопасности движения, в соответствии с существующей классификацией, необходимо вычислить количество возможных случаев с учетом целого ряда факторов, к основным из которых следует отнести: наличие технических средств, которые способствуют предупреждению и предотвращению данного события, их техническое состояние и работоспособность, возможность дублирования и многоступенчатость системы технического контроля, а затем уже оцениваются и учитываются факторы, связанные с человеческим фактором: квалификация, опыт работы, степень влияния на техническую систему предупреждения конкретного события и другие параметры.

В результате расчета каждого из показателей безопасности возможно ввести корректирующие воздействие в виде изменения фактора, а именно: повышение надежности технической системы, повышения квалификации персонала и т.д.

Таким образом, предлагаемый вероятностный подход к прогнозированию и анализу показателей безопасности движения на железных дорогах позволит научно обосновывать предупредительные меры, связанные с реализацией технических, технологических средств и адекватной корректировкой человеческого фактора с учетом многофакторного анализа составляющих системы безопасности движения.

ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ЗАПРОСОВ В БАЗАХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ CUDA ТЕХНОЛОГИИ

Приходько Ю. С.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Обработка больших объемов информации занимает значительную нишу в области информационных технологий. Неотъемлемой частью большинства систем и приложений являются базы данных, которые порой достигают значительных объемов и скорость обработки запросов к таблицам этих баз должна быть максимальной.

Рассмотрено появление нового направления GPGPU (Generic Programming on GPU), а в особенности еще молодой CUDA технологии, которая позволяет производить вычисления с использованием графических процессоров NVIDIA, а также призвана распараллелить вычислительные задачи и разделить их между центральным процессором и GPU через стандартные языки программирования C/C++/ C#.

Запросы к базам данных современных систем и приложений, например таких как, Google или eBay обычно означают нахождение небольшой группы конкретных записей из числа десятков или миллионов возможных. Процессор должен сделать это максимально быстро. Он должен выполнять это не только для одного пользователя, но и для сотен или тысяч из них в один и тот же момент времени для различных запросов, поступающих одновременно.

GPU может выполнять сотни миллиардов операций в секунду, некоторые графические процессоры более терафлопа, или триллионов операций в секунду, в то время как для

этого требуется лишь немного больше электроэнергии и охлаждения, чем для процессора. При том же уровне энергопотребления и охлаждения, графический процессор может давать от 20 до 30 раз больше общей вычислительной мощности. Например, Nvidia GeForce GTX 285. По цене 4х ядерного процессора и в 1,5 раза больше потребляемой мощности, можно получить процессор, который может выполнить 1 триллион математических операций в секунду, что примерно в 20 раз быстрее, чем процессор. Возможно подключить до четырех графических процессоров на одном сервере одновременно. Четыре графических процессора вместо одного центрального процессора будет означать 80-кратное увеличение производительности. Таким образом, при самой обработке данных можно получить относительно высокую производительность за счет возможности параллельного исполнения задач на архитектуре GPU.

В современных системах объем оперативной памяти постоянно возрастает, и разработчики стремятся использовать ее в полном объеме, т.к. обращение к оперативной памяти гораздо более быстрое чем к диску, хотя он и имеет большую емкость. Поэтому с ростом объема оперативной памяти для серверов, которые обслуживают системы управления базами данных, скорость обработки информации очень важна. Запросы к таблицам баз данных должны обрабатываться практически мгновенно. Для реализации эффективной обработки таблиц в базах данных требуется повышение оперативности решения задач дискретной оптимизации, к которым могут быть сведены задачи обработки запросов в базах данных. Что может быть достигнуто за счет распараллеливания их решения на основе CUDA технологии.

Для успешного бизнеса и постоянно развивающихся систем, в которых число пользователей, продуктов, записей растет в геометрической прогрессии, а, следовательно, это влечет за собой постоянный рост объема базы данных, время обработки запросов должно быть максимальным. Это поможет не только повысить производительность системы или приложения в целом, а также сохранить и приумножить количество пользователей, для которых самое важное – это время.

СИСТЕМА ВІДСТЕЖЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ВАНТАЖІВ ТА РУХОМОГО СКЛАДУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Профатилов В. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені акад. В. Лазаряна

Основним напрямком розвитку транспортних технологій є забезпечення безпеки й підвищення економічної ефективності транспортування вантажів. Одним з таких напрямків є впровадження на залізничному транспорті систем оперативного спостереження за місцем розташування і станом рухомого складу та вантажів. Точне визначення місця розташування об'єктів можливо із застосуванням сучасних систем супутникового глобального позиціонування. У цей час найпоширенішою системою позиціонування є GPS-навігація, що використовує супутникову систему NAVSTAR. GPS-приймачі дозволяють стійко визначати поточні координати місця розташування в будь-якому місці земної кулі з погрешністю не більше десяти метрів. Цього цілком достатньо для рішення завдання контролю за переміщенням рухомого складу та вантажів. Крім координат, система GPS дозволяє визначити максимальну й середню швидкість руху об'єктів, виконати точну прив'язку за часом та визначити напрямок руху об'єкта й висоту над рівнем моря.

У цей момент часу на залізниці України не використовуються системи відстеження місцезнаходження вантажів та рухомого складу. Але з огляду на ріст комерційних ванта-

жних перевезень та вимоги по підвищенню якості обслуговування клієнтів вирішення завдання автоматизованого відстеження не тільки складає в цілому, але й окремих вагонів або контейнерів з цінним або небезпечним вантажем є досить актуальним. Для рішення даного завдання пропонується система відстеження місцезнаходження вантажів та рухомого складу на залізничному транспорті за допомогою супутникової системи GPS-навігації. Структурно система складається з двох елементів: центрального сервера зв'язку та обробки даних і мобільних модулів зв'язку та географічного позиціонування, що встановлюються на мобільних об'єктах.

Центральний сервер зв'язку та обробки даних виконано на базі потужного комп'ютера, який оснащено модулем GSM SIM300C для прийому та передачі службової інформації й координат рухомого об'єкту на частотах 900/1800/1900 МГц за допомогою коротких текстових повідомлень (SMS), або за допомогою GPRS-протоколу пакетної передачі даних. Окрім цього до складу центрального сервера входять модемний пул для підключення до мережі Інтернет та дисковий масив для резервного зберігання даних.

Мобільний модуль зв'язку та географічного позиціонування виконано на базі GSM модуля SIM300DZ, за допомогою якого передаються координати рухомого складу або вантажу на центральний сервер та GPS-приймач EB240TD для визначення координат за допомогою супутників. Для керування модулем використовується сучасний PIC-мікроконтролер PIC24FJ32GB002 з низьким енергоспоживанням, що збільшує строк роботи акумулятора та підтримкою USB-порту для підключення до персонального комп'ютера.

Впровадження системи відстеження місцезнаходження вантажів та рухомого складу на залізничному транспорті України дасть наступні переваги:

- можливість відображення будь-якого рухомого складу або вантажу на карті України або миру;
- можливість клієнтам Укрзалізниці стежити за переміщенням власних вантажів;
- впровадження системи не вимагає значних матеріальних витрат й може бути зроблено за досить короткий час.

О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА

Разгонов А. П., Журавлев А. Ю., Ящук Е. И., Лебедев А. Ю., Разгонов С. А.
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

С развитием микропроцессорных систем электрической централизации (МПЦ) реализация логических цепей построена на использовании микропроцессорных контроллеров. В системах МПЦ, могут применяться устройства контроля путевых участков на базе счета осей подвижного состава, но при этом не в полной мере реализуется контроль состояния рельсовой линии. Вместе с тем рельсовые цепи являются неотъемлемой частью системы безопасности железнодорожной автоматики.

Для повышения надежности работы рельсовых цепей, показатель отказов которых достаточно высок, предложено использование цифровых фильтров построенных на базе программируемых логических матриц (ПЛИС). Для работы в реальном масштабе времени, DSP-процессор должен быть рассчитан на выполнение всех шагов в программе фильтрации в пределах промежутка времени, соответствующего одному такту дискретизации, то есть $1/f_s$. Высокопроизводительный универсальный DSP-процессор с фиксированной точкой типа ADSP-2189M, обладающий быстродействием 75MIPS, способен выполнить опе-

рацию умножения с накоплением при реализации одного каскада фильтра за 13,3 нс. DSP-процессор ADSP-2189M затрачивает $N+5$ инструкций при реализации фильтра с количеством каскадов N . Для 100-каскадного фильтра полное время вычисления составляет приблизительно 1,4 мкс. Это соответствует максимально возможной частоте дискретизации 714 кГц, ограничивая, таким образом, ширину полосы частот обрабатываемого сигнала несколькими сотнями кГц. С другой стороны, при реализации того же фильтра на FPGA, возможно сокращение времени вычисления для N каскадов за счет распараллеливания выполнения операций. Коэффициент распараллеливания (M) будет определяться количеством встроенных в FPGA перемножителей. Так, например, для FPGA "Spartan3E" в зависимости от типа кристалла, сокращение времени составит от 0 до 800%. Еще большей эффективности можно достичь при использовании FPGA "VirtexXX", ориентированных на цифровую обработку сигналов. Величина сокращения времени при этом будет достигать несколько тысяч процентов. Что приведет к использованию одного фильтра на несколько изолирующих участков.

И так, используя цифровой фильтр в комплексе с ЭВМ с применением мажоритарного резервирования «2 из 3х», в перспективе возможно уйти от использования дорогостоящих путевых реле. При этом будет вестись учет о динамике изменения параметров рельсовой цепи, прогнозирования отказов. Кроме того, ПЛИС можно применять для реализации синтезатора частот, и применения его в тональных рельсовых цепях (ТРЦ).

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА ФЕРРОМАГНИТНЫХ СЕРДЕЧНИКОВ

Разгонов А. П., Журавлев А. Ю., Ящук Е. И., Лебедев А. Ю., Разгонов С. А.,
Киселев И. В.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. Лазаряна

Исходя из проведенных исследований для полного математического описания петли гистерезиса ферромагнитных материалов в частотной области, ограниченной полосой пропускания магнитопровода, необходимо и достаточно учитывать временное и фазовое запаздывание намагниченности по отношению к напряженности магнитного поля и выполнить аппроксимацию нелинейной зависимости интенсивности скачков Баркгаузена в функции напряженности магнитного поля.

В свою очередь функции аппроксимации должны удовлетворять следующим критериям (для аппроксимации кривых намагничивания магнитопроводов трансформаторов желательно применять аналитические функции, которые не содержат сложные многочлены в отличие от модели Джилса-Аттертона):

- функция должна давать возможно более точное приближение;
- так как функция используется в операциях дифференцирования, ее производная также должна быть возможно более точным приближением;
- производная функции должна быть непрерывной на исследуемой области определения;
- функция не должна приводить к слишком сложным расчетам;
- функция должна быть нечетной;
- функция не должна иметь точек перегиба на обеих полуосях.

Метод расчета объектов с ферромагнитным сердечником заключается в следующем.

1. По составленной расчетной схеме замещения, с использованием законов Кирхгофа, записывается исходная система нелинейных дифференциальных уравнений состояния электрической и магнитных цепей.

2. Осуществляется выбор переменных состояния и преобразование исходной системы уравнений в нормальную форму Коши. Выбор переменных состояния производится из условий соответствия правилам коммутации и получения наиболее простого математического выражения для уравнений состояния.

3. Выполняется решение уравнений состояния методами приближенного численного интегрирования. Численное интегрирование исходной системы уравнений затруднительно и требует длительного времени и вычислительных средств. Поэтому, приведенная система к форме Коши, позволяет использовать детально разработанный математический аппарат, позволяющий использовать независимо от вида функций различные методы численного интегрирования.

Рассмотрим выбор методов численного интегрирования уравнений. К настоящему времени не существует общих методов решения "жестких" нелинейных систем дифференциальных уравнений. Можно оценить численную устойчивость метода интегрирования и спрогнозировать его поведение только при расчете систем линейных дифференциальных уравнений. Поэтому, обычно ограничиваются методами расчета "жестких" систем линейных уравнений и на основании результатов вычислительных экспериментов определяются наиболее оптимальные из них. Требованиям, предъявляемым к таким методам решения, удовлетворяют неявные алгоритмы Адамса-Мултона и неявные многошаговые алгоритмы Гира различных порядков. Достаточно высокую устойчивость имеют численные методы прогноза-коррекции. При этом прогнозируемое значение на следующем шаге интегрирования сначала определяется по явному одношаговому или многошаговому методу, а уточненное (корректирующее) значение - по неявному методу интегрирования. Например, прогноз осуществляется по методу Адамса-Бешфорта, а коррекция - по методу Адамса-Мултона. В качестве метода численного интегрирования уравнений выбран метод Адамса-Мултона, имеющий наилучшие указанные показатели.

На базе выше изложенного составлено две функции, описывающие основную кривую намагничивания и среднюю кривую намагничивания, и непосредственно сам гистерезис. Проведены расчеты модели, в результате которых получены токи, соответствующие натурным и определены три категории индукций обмоток однофазного трансформатора. Установлено, что при представлении напряженности магнитного поля в комплексной форме не сложно получить коэффициенты четырехполюсника трансформатора и построить векторные соотношения.

Используя полученную модель можно и нужно использовать при оценке электромагнитной совместимости, а также при корректировке регулировочных таблиц и нормативной документации рельсовых цепей.

ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЧАСТОТНИМ МЕТОДОМ

Разгонов А. П., Капіца М. І., Лебедев О. Ю., Журавльов А. Ю., Ящук К. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені акад. Лазаряна

З досвіду експлуатації встановлено, що термін служби електричних машин істотно залежить від стану діелектрика електроізоляційної конструкції обмоток. В свою чергу, якість ізоляції з періодом служби машини погіршується за рахунок зміни макронеоднорідності діелектрика (розтріскування, насичення вологою та ін.). Тому за ступенем погір-

шення макроеднорідності можна судити про динаміку зміни електричної ізоляції обмоток.

Виявилося, що як критерій ступеню зміни неоднорідності ізоляції діелектрика може служити величина його сумарної ємності, обумовлена геометрією діелектрика, абсорбційною ємністю й опором, зв'язаним в свою чергу з явищем абсорбції неоднорідностей. Виявилося, що величини цих параметрів прямо залежать від стану ізоляції діелектрика.

Встановлено, що «життя» електричних машин залежить від параметрів G_0 й C_0 . Тому важливо знати динаміку зміни, головним чином, ємності $C_0(t)$ і по її характері судити про працездатність об'єкта.

Відомий пристрій визначення міжвиткової ємності допускає похибку, оскільки так званий «імпульсний» метод, покладений в основу її розрахунків, нездатний досить точно визначити цей параметр обмотки електродвигунів та електрогенераторів. По-перше тому, що величина ємності досягає декількох пікофарад. Це потребує ускладнення схеми, застосування прецизійних елементів, що не допускають великої похибки. По-друге, є необхідним забезпечити захист пристрою від перешкод і симетрування.

Можна стверджувати, що запропоновані вимірювальні обчислювальні методи на порядок точніше, хоча й вимагають певного обсягу обчислень.

Вимір амплітудо-частотної характеристики (АЧХ) обмоток проводять відомими методами за допомогою генератора, амперметрів і вольтметрів високого класу точності. Сигнал, необхідний для виконання вимірів подається від генератору на частотах до 200 кГц (це саме той діапазон спектра частот, що несе інформацію про відмови електромашин). Виміри проводять у режимах: ХХ, КЗ обмотки та навантаженні на активний опір $R \approx Z_c \approx Z_c$.

Розрахунки параметрів обмоток ведуть за такою методикою: вимірюють вторинні параметри, а по ним розраховують первинні. За побудованою частотною характеристикою $Z_{ex}(\omega)$ розрахунок вторинних параметрів $Z_c, \alpha l, \beta l$ (де l – довжина проводів обмотки) ведуть в одній найбільш цікавій точці характеристики.

По обчисленим первинним параметрам (зокрема ємності C_0 і провідності G_0) роблять висновок про стан електричної ізоляції обмоток електромашин, а отже про залишковий ресурс роботи електричної машини. Це дає можливість прогнозувати ймовірний час відмови двигуна і провести його своєчасну заміну. Для цих цілей розроблено пристрій для діагностування машин в умовах локомотивних депо та дистанцій сигналізації та зв'язку.

ВПЛИВ ТЯГОВОГО СТРУМУ АСИМЕТРІЇ НА РОБОТУ РЕЙКОВИХ КІЛ

Разгонов А. П., Ящук К. І, Журавльов А. Ю., Лебедев О. Ю.
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Справна робота рейкових кіл є запорукою ефективного, а головне, безпечного функціонування залізниці в цілому. Тому відмови рейкових кіл є не тільки небажаними. А й небезпечними. Потрібно врахувати абсолютно всі чинники, що здійснюють вплив і в майбутньому можуть призвести до негативних наслідків. Але, як свідчить практика, неможливо здійснити контроль абсолютно всіх факторів, адже їх велика частина є недетермінованою. Рейкове коло повинно бути захищеним від дії небезпечних та заважаючих факторів. До заважаючого впливу можна віднести явище, коли колійний приймач при вільному рейковому колі фіксує його зайнятість. До небезпечного впливу відноситься

спрацювання колійного приймача при фактичній зайнятості рейкового кола. Саме можливість виникнення останнього розглядатиметься далі.

Існують припущення, які справджуються лише за ідеальних умов, що на практиці забезпечити майже неможливо. Так як майже неможливо забезпечити повну симетрію рейкових ліній, за якої тягові струми, що проходять по кожній з напівобмоток дросель – трансформатору, будуть рівними між собою і магнітні потоки по кожній з напівобмоток, що створюються тяговими струмами в осерді дросель – трансформатору будуть взаємно компенсуватися.

На перегоні постійного струму гірської ділянки з крутим профілем встановлені дросель – трансформатори типів ДТ – 0,6 – 1000 та ДТ – 0,2 – 1000. Тягові розрахунки показали, що по кожній з рейок можуть протікати тягові струми порядку 3500 А. При асиметрії, що, наприклад, спостерігатиметься при зниженні опору ізоляції однієї з рейкових ниток колії, тягові струми, що протікають по кожній з рейок, будуть неоднаковими. Внаслідок електромагнітної індукції у вторинній обмотці дросель – трансформатора індукватиметься електрорушійна сила, від якої на апаратурі рейкових кіл (живлячому та релейному кінцях) виникатимуть небезпечні напруги та струми.

При проходженні великих струмів магнітний потік буде насичувати осердя дросель – трансформатору, при цьому вхідні опори дросель – трансформатору можуть знижуватися, що приведе до порушення роботи колійного приймача рейкового кола. З експериментальних даних було побудовано залежність вхідного опору дросель – трансформатору від струму асиметрії. Дивлячись на характер цієї залежності, можна зробити висновок, що з ростом струму асиметрії вхідний опір знижуватиметься, що є небажаним явищем, адже воно несприятливо впливатиме на апаратуру рейкових кіл.

Проводяться дослідження по заміні існуючого кодового автоблокування тональним, при чому одним з найважливіших питань є доведення того, колійні трансформатори типу ПОБС 2А зможуть протистояти струмам асиметрії, не змнюючи свої характеристики.

КОНТРОЛЬ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТОНАЛЬНОГО РЕЙКОВОГО КОЛА

Романцев І. О.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна

У кожному рейковому колі є присутнім персональний відповідальний елемент контролю. Саме він виносить рішення про вільний або зайнятий стан ділянки колії й відповідає за безпеку поїзної ситуації. У тональному рейковому колі як і в інших (фазочутливих, кодові й ін.) таким елементом по звичці вважають колійне реле. Однак фактично колійне реле тільки організує узгодження електронної системи колійного приймача з релейно-контактною апаратурою автоблокування, електричної й централізації, а реальну оцінку стану виносить колійний приймач, помилка показання якого може привести до важких наслідків на залізничному транспорті. В багатьох системах залізничної автоматики, таких як мікропроцесорна централізація, автоблокування на мікроелектронних компонентах, диспетчерські централізації, вже передбачені системи контролю пристроїв відповідальних команд. Вони використовують методики та пристрої для перевірки відсутності спотворення відповідальних команд, що безпосередньо впливають на безпеку руху транспорту.

В реальній експлуатації на рейкове коло або на деякі його елементи впливає велика кількість факторів, нехай то електрохімічні перешкоди, фізичний вплив тощо, що призводить до спотворення сигнального струму в часовій та частотній області. Колійний при-

ймач приймає рішення про стан рейкового кола при наявності амплітудно-частотних параметрів на його вході, що є достатніми для його спрацювання без визначення походження. Тобто критерій колійного приймача щодо визначення вільного стану рейкового кола не враховує походження сигналу, що поступає на його вхід, будь то сигнальний струм свого рейкового кола, поява перешкоди або наводки з схожими з сигнальним струмом по амплітудно-частотним параметрам.

Система контролю порозуміє періодичне визначення напруги на вході колійного приймача, в обов'язковим знаходженням її загального закону щільності розподілу, що практично являє собою суму законів розподілу зі своїми статистичними характеристиками математичного очікування величини, середньоквадратичного відхилення тощо.

З урахуванням того, що приймач встановлює два рішення відносно зайнятості рейкового кола – зайняття або звільнення – можна виявити більш відповідальним стан визначення звільнення, помилка прийняття якого є більш небезпечною, бо приймач дозволяє рух на зайняту дільницю колії. Таким чином, для контролю відповідального рішення при зайнятті рейкового кола запам'ятовують зміну напруги на вході колійного приймача, визначають коридори зміни напруги на вході приймача при звільненні рейкової лінії за допомогою статистичних даних з урахуванням можливої зміни швидкості.

Після збільшення напруги на вході колійного приймача визначається характер зміни даної напруги та попадання в коридор допустимих значень. При виході напруги за коридори аналізують напругу на наявність перешкод.

Використання методики контролю колійного приймача як відповідального об'єкту зменшує вплив негативних факторів на появу небезпечних відмов.

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ КАБЕЛЬНОЇ ЛІНІЇ ЖИВИЛЬНОГО КІНЦЯ ТОНАЛЬНОГО РЕЙКОВОГО КОЛА

Романцев І. О.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна

Завдяки використанню кабельної лінії на залізничному транспорті широко впроваджені рейкові кола тональної частоти з центральним розміщенням апаратури. Але за технологією обслуговування перевірка параметрів кабельної лінії зводиться до контролю активного опору ізоляції. При цьому додатково організована перевірка опору ізоляції жил кабельної лінії як між собою, так і відносно «землі».

Згідно методики розрахунків рейкових кіл, зокрема рейкових кіл тональної частоти, кабельна лінія включає до себе окрім параметрів поперечної активної провідності (або активного опору), що являє собою опір ізоляції жил, значення ємнісної поперечної провідності та активного продольного опору. При аналізі активної та реактивної поперечної провідності кабельної лінії в тональному рейковому колі значення цих провідностей при нормативних параметрах являють собою величини одного порядку: $1,25 \cdot 10^{-9}$ Ом·км та $(0,004 \div 0,008) \cdot 10^{-9}$ Ом·км для активної провідності та реактивної при різних несучих частотах сигнального струму.

Методика контролю параметрів кабельної лінії тонального рейкового кола має на увазі використання різних несучих частот (420, 480, 580, 720, 780 Гц) з відповідними напругами та струмами на живильному кінці у якості вихідних даних для розрахунку кілометрових параметрів прокольних та поперечних параметрів.

Однак, при моделюванні тонального рейкового кола вплив опору баласту не дає можливості визначення параметрів кабельної лінії живильного кінця по вимірам сигналів ре-

лейного та живильного кінця. Для визначення заданих опорів кабельної лінії створена та перевірена математична модель тонального рейкового кола з моделюванням проходження рухомого складу по рейковій лінії, що дає можливість зменшити максимальний вплив опору ізоляції баласту до 2 відсотків.

За методикою визначення продольних та поперечних параметрів кабельної лінії живильного кінця тонального рейкового кола на живильному кінці проводить виміри сигналів на виходах колійного фільтру та на ємності автоматичної локомотивної сигналізації. Після визначення напруг на цих елементах проводиться амплітудно-частотний аналіз даного сигналу. На основі співвідношення отриманих частотних коефіцієнтів визначають функції вторинних параметрів кабельної лінії живильного кінця, згідно з якими визначають її первинні параметри провідностей та опорів в комплексному виді. Саме з комплексних первинних параметрів визначають активно-реактивні опори та провідності кабельної лінії, що контролюється.

Таким чином, контроль первинних параметрів кабельної лінії живильного кінця дає змогу відійти від планового до попереджувального обслуговування та запобігти значні витрати часу при ремонті пов'язаного з цим об'єкта.

УДОСКОНАЛЕННЯ БЕЗПЕКИ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК ЗА ДОПОМОГОЮ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ КОНТРОЛЮ ЗАПОВНЕННЯ СОРТУВАЛЬНИХ КОЛІЙ

Рибалка Р. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна

Розв'язання проблеми контролю заповнення сортувальної колії відчепами (КЗК), що полягає у визначенні координат відчепів, якими вона зайнята, дозволить підвищити ефективність функціонування сортувальних гірок. В роботі пропонується вирішення із застосуванням розробленого автором раніше методу корекції спектрів (МКС) до сигналів у рейковій лінії (РЛ) колії сортувального парку.

Результатом математичного моделювання системи "РЛ – відчепи", що надається в просторі станів за багатоланковою П-подібною схемою заміщення РЛ сортувального парку з урахуванням впливу шунтів як активних опорів, з різними відстанями до місця встановлення шунта, являється накопичення її частотних характеристик методом ідентифікації за спеціальними тестовими сигналами (СТС) з та без застосування МКС для відстаней 0.001, 0.01, 0.02, ..., 0.44 км. Розпізнавання відстаней до шунта виконується за допомогою класифікатору типу "штучна нейронна мережа" (ШНМ) прямого поширення. Критерієм вибору структури і параметрів ШНМ обрано досягнення мінімуму величини, що дорівнює сумі максимумів з абсолютних значень різниць між еталонними відстанями та відхиленнями за правилом 3-х сигма від оцінки математичного сподівання відстаней, розпізнаних ШНМ. Також був визначений ряд з відстаней для встановлення шунта з метою накопичення даних для навчання обраної ШНМ, що забезпечує достатню точність розпізнавання (до 0.44 км похибка не перевищує 0.015 км) при меншому обсязі вибірки: 0.001, 0.01, 0.02, ..., 0.2, 0.22, ..., 0.44 км. Що в свою чергу було перевірено на ряді 0.01, 0.02, ..., 0.44 км. З результатів проведеного моделювання спостерігається майже лінійна тенденція до погіршення точності розпізнавання зі збільшенням відстані до шунта.

Результатом роботи є удосконалення КЗК, що дозволить спростити вимоги до тестового сигналу, який застосовується в обраному способі ідентифікації характеристик системи "РЛ – відчепи"; збільшити точність визначення відстані від вхідного кінця сортувальної колії до найближчого відчепу, яким вона зайнята; відмовитися від використання ізо-

люючих стиків для розділення на контрольовані секції; прискорити розпуск составів завдяки появі передумов для більш точного вирішення задачі прицільного гальмування тим самим удосконаливши ефективність роботи та безпеку сортувальних гірок.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ НА ТЯГОВІЙ ПІДСТАНЦІЇ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПРИ АНОМАЛЬНИХ РЕЖИМАХ

Рябокін Б. А.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна

Сучасні пакети програмування та моделювання дозволяють провести віртуальні дослідження електромагнітних усталених та перехідних процесів в електричних системах та мережах. Існує вичерпна кількість прикладних програм призначених для моделювання електротехнічних пристроїв. На сьогодні найкращим пакетом для вирішення даних задач є SimPowerSystems, що володіє достатньо широкою бібліотекою компонентів.

Безперечно цікавість викликає факт розвитку та протікання електромагнітних процесів в тяговій мережі постійного струму при коротких замиканнях. Крім того, можливість проведення моделювання дозволяє розглянути всі етапи перехідних процесів та виконати безліч спроб для різних режимів роботи при зміні параметрів схеми заміщення тягової мережі, чого не можливо здійснити при виконанні натурних експериментів.

Експериментальні дослідження електромагнітних процесів на тягових підстанціях постійного струму залізниць дозволили отримати достатній об'єм даних (струм, напруга, гармонійний склад), що дозволяє їх використовувати в подальшому моделюванні, а також для порівняння точності результатів, отриманих на моделі.

Структурні схеми тягових підстанцій постійного струму подано на рис. 1

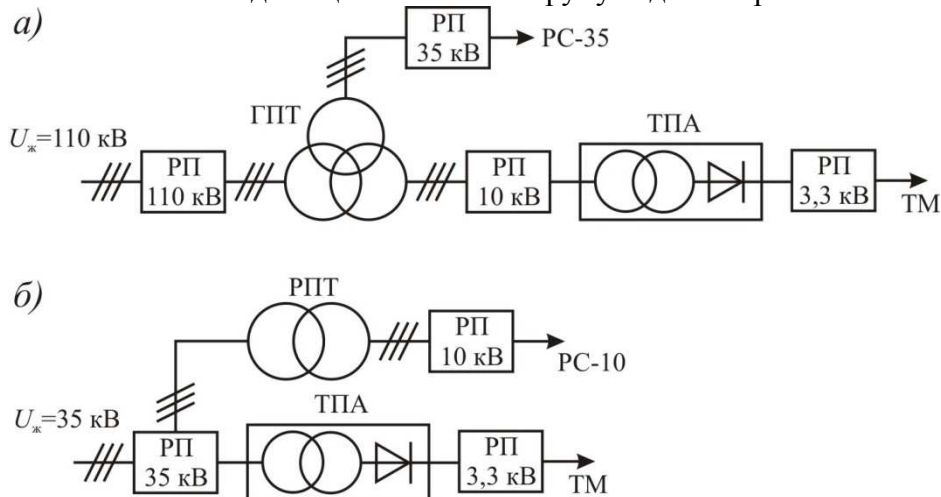


Рис. 1. Структурні схеми тягових підстанцій постійного струму:

- а) з двоступеневою трансформацією з напругою живлення більше 35 кВ ($U_{\text{ж}} = 110 \text{ кВ}$);
б) з одноступеневою трансформацією з напругою живлення 35 кВ і менше ($U_{\text{ж}} = 35 \text{ кВ}$)

Побудова моделі системи тягового електропостачання в програмному середовищі Simulink (MatLab) не вимагає створювати повну схему заміщення об'єкту поелементно, що складається лише з джерел живлення та лінійних чи нелінійних пасивних елементів, а можливо застосовувати уже існуючі блоки елементів, такі як трансформатор чи випрямляч, в які необхідно тільки ввести відповідні дані обладнання. Моделювання було проведено для різних вимикачів для типової тягової підстанції постійного струму з 6- та 12-пульсними схемами випрямлення та одно-

коліїної ділянки контактної мережі в різних режимах їх роботи та з застосуванням різнотипного обладнання: ШВ, ЗФ, РП.

В доповіді приводяться результати математичного моделювання:

- для близького короткого замикання;
- для к.з. в середині зони;
- для дальнього короткого замикання.

Проводиться аналіз результатів та розглядаються напрямки поліпшення ЕМС та підвищення експлуатаційних показників.

РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ

Саенко Ю. Л., Попов А. С.

Приазовский государственный технический университет

Распределительные сети напряжением 6-35 кВ получили широкое распространение в Украине и странах СНГ. Основным преимуществом таких сетей является возможность продолжать работу при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ) без отключения поврежденного присоединения.

В большинстве случаев эти сети работают с изолированной нейтралью. В таких сетях наблюдаются достаточно тяжелые условия работы трансформаторов напряжения контроля изоляции (ТНКИ), свидетельством чего является тот факт, что средняя ежегодная повреждаемость таких трансформаторов напряжения (ТН) равна 6-10 % из всех установленных. Повреждение данных ТН может наступать по причине существования в сети феррорезонансных явлений или при длительном воздействии на ТН повышенного напряжения, например, при длительных дуговых перенапряжениях.

В общем случае можно классифицировать феррорезонансные явления на четыре типа: феррорезонанс на основной частоте, феррорезонанс на субгармонической частоте, квазипериодический феррорезонанс, хаотический феррорезонанс. Возбуждение феррорезонансных колебаний связано с появлением в сети различного рода переходных процессов. Особенность явления феррорезонанса заключается в том, что при одних и тех же параметрах сети и различных начальных условиях характер протекания процессов может значительно отличаться.

С точки зрения термического воздействия на ТН наибольшую опасность несет субгармонический феррорезонанс. Это обусловлено тем, что в спектре частот напряжений появляется составляющая с частотой, меньшей частоты сети. Воздействие на ТН напряжения пониженной частоты приводит к его насыщению и, соответственно, к появлению значительных токов в обмотке. Возможность появления феррорезонанса в сетях 6-35 кВ между емкостью нулевой последовательности сети и индуктивности ТНКИ обусловлена наличием заземленных обмоток высокого напряжения ТН. Существование феррорезонанса может приводить к ложным срабатываниям защит от ОЗЗ. Это связано с тем, что при феррорезонансе на выводах обмотки разомкнутого треугольника ТНКИ появляется «лженапряжение» нулевой последовательности. Особо остро данная проблема проявляется в сетях, в которых защита от ОЗЗ срабатывает на отключение поврежденного участка (например, в сетях торфоразработок).

Не меньшую опасность для ТН несут длительные дуговые перенапряжения, которые также насыщают магнитную систему ТН и обуславливают появление значительных токов в обмотке. Воздействие на ТН перемежающихся дуг имеет свои особенности. Например, если напряжение зажигания дуги на положительной и отрицательной полуволне

различны, в спектре фазных напряжений появляется постоянная составляющая и сердечник ТН подмагничивается постоянным током.

Наиболее эффективным решением проблемы феррорезонанса и перевозбуждения в сетях 6-35 кВ является изменение режима нейтрали данных сетей и применение резистивного заземления нейтрали. При этом устраняется основная проблема появления феррорезонанса – разряд емкости нулевой последовательности сети через заземленные обмотки ТН. Также применение резистивного заземления позволит уменьшить перенапряжения при дуговых замыканиях, позволит организовать более чувствительную защиту от ОЗЗ. Альтернативным схемным решением является отказ от электромагнитного контроля изоляции сети и применение в качестве датчиков информации о фазных напряжениях делителей напряжения. Феррорезонанс и перевозбуждение в таком случае будут невозможными.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ЗАЩИТНОГО БЛОК-УЧАСТКА В СИСТЕМАХ ИРДП

Сацюк А.В., Чепцов М.Н.

Донецкий институт железнодорожного транспорта

В существующих системах интервального регулирования движением поездов (ИРДП) границы блок участков строго ограничены. В связи с этим допустимая скорость движения принимает дискретные значения. Их количество зависит от системы автоматики, которое находится в эксплуатации на перегоне. Это накладывает определенные ограничения на возможности регулирования скорости подвижного состава и не позволяет реализовать максимальную пропускную способность участка.

Одним из путей решения задачи оптимального выбора межпоездного интервала является динамическое регулирование длины защитного блок-участка в зависимости от текущей поездной ситуации и параметров подвижных единиц.

В докладе рассмотрены результаты математического моделирования процесса движения поездов с учетом их состава и весовых характеристик, типов локомотивов, поездной ситуации на перегоне и прилегающих станциях. Сделан вывод о необходимости точного позиционирования объектов с погрешностью, не превышающей 15 – 145 м, в зависимости от входных параметров модели. В связи с этим для технической реализации теоретических выводов предполагается применение системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС) и канала GSM-R для организации информационного взаимодействия.

Рассмотрены варианты структур системы интервального регулирования движения поездов в зависимости от степени автоматизации процесса управления. Сделан вывод о возможности внедрения и опытной эксплуатации предложенных решений.

ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В СТАНЦИОННЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЯХ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ

Сердюк Т. Н.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Задача, включающая в себя обеспечение электромагнитной совместимости устройств автоматики с системой тягового электроснабжения на заданном участке и измерение электромагнитных помех в рельсовых цепях, является весьма актуальной, поскольку рельсовые

линии используются для пропуска сигнального и обратного тягового токов. Спектр обратного тягового тока достаточно широк ввиду нормального или аварийного функционирования существующего оборудования системы тягового электроснабжения (выпрямителей тяговых подстанций, двигателей подвижного состава, другого коммутационного оборудования), а также вследствие внедрения на железнодорожном транспорте технических решений с использованием микропроцессорной техники.

Предложено выполнять измерение электромагнитных помех в станционных рельсовых цепях (РЦ) с фазочувствительным приемником без отключения аппаратуры питающего и релейного концов. Суть метода заключается в подключении измерительного оборудования к путевой обмотки путевого реле типа ДСШ-12 через делитель. Разработанный метод и средства измерения позволяют контролировать параметры сигнального и тягового токов, определять спектральный состав тягового и сигнального тока, уровни и виды помех и оценить не только их влияние на работу аппаратуры РЦ, а также правильность функционирования устройств системы тягового электроснабжения.

Измерения были проведены на станции «Запорожье Левое» Приднепровской железной дороги совместно с электромехаником дистанции сигнализации и связи ШЧ-11 Корчевским Ю.П. – ныне выпускником кафедры автоматики, телемеханики и связи Днепропетровского национального университета имени акад. В. Лазаряна.

По результатам исследований было установлено, что причиной возникновения гармонических составляющих кратных 50 Гц в станционных РЦ (в частности, фазочувствительной РЦ 129-127 СП) являлась работа тяговых двигателей локомотива ВЛ-8 расположенного на соседней РЦ. Работа рельсовой цепи 109-127СП в нормальном режиме была обеспечена, поскольку результирующая величина тока помех незначительна и не совпадала по частоте с сигнальным током. Присутствие помех свидетельствует о наличии асимметрии тягового тока, которая составила 4 % и не превышала допустимой нормы 10-12 %, что говорит о необходимости проверки аппаратуры и элементов РЦ.

Исследование работы РЦ 129-127 СП в шунтовом режиме показало присутствие гармонических составляющих кратных 50 Гц с амплитудой в 3-5 раз, превышающей амплитуду гармоник, зафиксированных в нормальном режиме с электровозом на предыдущей секции. Амплитуда гармонических составляющих превысила значения, зафиксированные в нормальном режиме, поскольку они не ослаблены дроссель-трансформатором. Причиной появления гармоник 50 Гц амплитудой 0,6 В являлся остаточный сигнальный ток из-за плохого контакта в точке наложения поездного шунта. Работа рельсовой цепи в шунтовом режиме была обеспечена, поскольку величина сигнального тока и соответственно напряжения недостаточна для удержания якоря реле ДСШ-12 в притянутом состоянии. Таким образом, надежное функционирование рельсовой цепи выполняется, а выявленные помехи оказывают на работу рельсовой цепи лишь мешающее действие.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕОДНОРОДНОЙ ТЯГОВОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Сердюк Т. Н.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна

Среди электромагнитных помех, которые возникают в рельсовой сети системы тягового электроснабжения, особого внимания заслуживают импульсные и гармонические помехи, которые содержатся в тяговом токе. Основной причиной появления гармонических и импульсных составляющих в обратном тяговом токе частотой, кратной частоте основной гармоники (50 Гц), является работа выпрямителей тяговых подстанций постоянного тока и

электродвигателей подвижного состава, а также пробой изоляции станционных питающих кабелей. В обратном тяговом токе присутствуют также и импульсные помехи, которые возникают в результате коммутационных переключений на тяговых подстанциях, изменения режимов ведения электропоездов, грозовых разрядов. Импульсные и гармонические помехи могут привести к ложной свободности (занятости) секций станции, сбоем кодов и других аварийных ситуаций при исправности аппаратуры рельсовой цепи (РЦ). Таким образом, задача, включающая в себя обеспечение электромагнитной совместимости устройств автоматики с системой тягового электроснабжения на заданном участке и измерение электромагнитных помех в рельсовых цепях, является весьма актуальной и включает в себя разработку математической модели неоднородной системы тягового электроснабжения для научного обоснования метода измерения электромагнитных помех во время контроля параметров РЦ в процессе технического обслуживания.

Данная работа посвящена уточнению математической модели системы тягового электроснабжения грузонапряженных участков, в которых локальную нагрузку предлагается заменить равномерно распределенной. Модель построена для случая, когда ток, потребляемый электропоездом, поступая в рельсовую сеть, разветвляется на токи I_1 и I_2 , протекающие в рельсовых линиях. При этом часть обратного тягового тока возвращается на подстанцию не по рельсовым линиям, а через землю. Величина токов утечки определяется удельными проводимостями контуров рельс – рельс, рельсы – земля, контактная сеть – рельсы, контактная сеть – земля. Неоднородность тяговой сети возникает за счет наличия на участке станций и перегонов в результате чего сопротивление рельсовой сети определяется путевым развитием.

В результате были получены математические зависимости распределения потенциала U_{px}^x , амплитуды гармонической составляющей обратного тока I_{px} и тока утечки I_{bx} по длине фидерной зоны с двусторонним питанием. Знание математических зависимостей распределения тока и напряжения гармоник в рельсах позволит выдавать рекомендации по определению возможных источников электромагнитных помех, зафиксированных в процессе технического обслуживания рельсовых цепей.

Адекватность построенной математической модели была проверена путем сравнения результатов моделирования распределения падений напряжений и тока в рельсовой линии по длине фидерной зоны частотой 50 Гц, выполненного для станции Запорожье Левое, которая включает в себя неоднородные участки за счет наличия станционного путевого развития и двух перегонов, с экспериментальными данными. Для моделирования были взяты сигналы именно этой частоты, поскольку она соответствует частоте кодового тока. Относительная погрешность между рассчитанными и измеренными при этом не превысила $\pm 10\%$.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ УТОЧНЕННОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Сердюк Т. Н.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. академика В. Лазаряна

Швец А. В.

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины

Проблема точных измерений параметров периодических сигналов, таких, как частота, амплитуда и фаза основной и высших гармоник, возникает в различных областях науки и техники. Так, например, измерение частоты питающих силовых сетей переменного тока ис-

пользуются для контроля распределения потребляемой мощности. Определение гармонического состава тока и напряжения в сетях позволяет характеризовать режимы работы, как источников электрической энергии, так и потребляющих устройств, например тяговых двигателей электровозов. Данная проблема является важной при проведении измерений электромагнитных полей и сигналов в диапазоне сверхнизких частот (СНЧ), где излучение сети переменного тока создает значительные помехи, которые могут быть существенно снижены применением методики компенсации.

Для определения параметров периодических сигналов часто применяются цифровые технологии, основанные на дискретизации измеряемых сигналов, их оцифровке и вычислении дискретного преобразования Фурье (ДПФ). В данном случае решение проблемы состоит в интерполяции параметров измеряемого сигнала, когда его частота не совпадает с одним из отсчетов ДПФ. Интерполяторы с использованием двух-трех отсчетов ДПФ в окрестности частоты измеряемого сигнала, предложенные в работах Барри Квинна (Barry Quinn) и Томаса Грандке (Thomas Grandke), обладают достаточно высокой эффективностью и точностью. Однако, авторы используют упрощенное представление дискретного сигнала, исключая рассмотрение влияния пика в области отрицательных частот и эффект от конечной частоты дискретизации сигнала, что ограничивает применение данных интерполяторов для получения более точных оценок для случаев коротких реализаций анализируемых сигналов и при существенных различиях в амплитудах основной и высших гармоник.

В настоящем докладе предложен интерполятор для расчета параметров дискретного синусоидального сигнала конечной длительности с учетом вклада части спектра в области отрицательных частот и эффекта конечной частоты дискретизации сигнала. На основе численного моделирования выполнены оценки точности и эффективности нового интерполятора и проведено сравнение с известными интерполяторами. Исследована эффективность его применения для случая сложного гармонического состава сигнала, когда влияние растекания по частотам в спектре от основной гармоники не позволяет оценить параметры высших гармоник, имеющих малую амплитуду. Предложенный метод интерполяции реализован в виде программного кода и может быть применен как для измерения и контроля параметров тока и напряжения в силовых сетях, так и для использования в методах компенсации помех при измерениях СНЧ сигналов различного происхождения.

ВЫПРЯМИТЕЛИ С КОМБИНИРОВАННОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К СИСТЕМАМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ВЫРАЖЕННЫМИ РЕЗОНАНСНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Сокол Е. И., Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Ивахно В. В., Кривошеев С. Ю.,
Сыченко В. Г.¹, Данилов Н. В.

НТУ «ХПИ», 1 - Днепропетровский национальный университет железнодорожного
транспорта им. акад. В. Лазаряна

Применение систем распределенного питания контактной сети постоянного тока от продольной линии с повышенной частотой напряжения в ней позволяет радикальным образом улучшать массогабаритные и энергетические показатели выпрямительных агрегатов. Однако негативным фактором являются резонансные свойства продольной линии, вследствие чего при коммутациях, которые происходят в выпрямителе, в линии возбуждаются высокочастотные резонансные колебания.

Механизм ударного возбуждения резонансных колебаний в продольной линии устраняется, если со стороны переменного тока выпрямитель обладает малым внутренним сопротивлением на высоких частотах, что равносильно созданию режима короткого замыкания в точке присоединения выпрямителя и повышения резонансной частоты линии. При

наличии нескольких выпрямителей, следующих с определенным шагом по длине линии, этот механизм дополнительно усиливается за счет того, что линия разбивается на короткие отрезки с высокими резонансными частотами, которые в системе не возбуждаются по причине ограниченной крутизны фронтов тока. Механической аналогией, поясняющей рассматриваемые эффекты, является струна, которая прижимается к жесткому основанию в нескольких местах.

В выпрямителе режим, близкий к короткому замыканию на высоких частотах, создает чисто емкостный выходной фильтр, поскольку напряжение на обкладках большого фильтрового конденсатора не может меняться быстро. Однако потребляемый ток в таком выпрямителе имеет неблагоприятную импульсную форму с большим действующим значением и связанными с этим добавочными потерями. Введение последовательно дросселя в выходной фильтр улучшает форму потребляемого тока, но фильтровый конденсатор при этом отделяется от входных зажимов большим индуктивным сопротивлением дросселя. Для рассматриваемых применений предлагается использовать выпрямитель с комбинированной фильтрацией, который не ухудшает существенно форму потребляемого тока, но обладает относительно входных зажимов емкостной реакцией. Схема наиболее эффективна при питании от источника напряжения с формой, приближенной к прямоугольнику (меандру): короткие, порядка 20 % от полупериода, фронты синусоидальной формы сочетаются при этом с протяженными плоскими вершинами. За основу берется выпрямитель с LC-фильтром, но дроссель шунтируется относительно слаботочной параллельной цепью, пропускающей порядка 10 % номинального тока и состоящей из последовательно соединенных диода и дополнительного фильтрового конденсатора C_{III} . Последний передает запасаемую энергию в цепь нагрузки с помощью маломощного (порядка 1% от номинальной мощности нагрузки) импульсного преобразователя, например, обратногоходовой топологии. За исключением коротких фронтов меандра, когда шунтирующий диод запирается, ко входным зажимам оказывается подключенной цепь из двух последовательно соединенных конденсаторов C , C_{III} и выпрямитель обладает относительно входных зажимов емкостной реакцией. В то же время, ввиду небольшого среднего значения тока, пропускаемого шунтирующей цепью, она не вызывает существенного искажения формы потребляемого тока. Шунтирующая цепь принимает на себя разность между средним и амплитудным значениями выпрямляемого напряжения, которая для указанных выше параметров меандра имеет порядок 10 % от амплитуды.

Компьютерное моделирование подтвердило функциональную работоспособность рассматриваемых структур и полученные количественные соотношения.

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМАХ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Сытник Б. Т., Сытник В. Б., Брыксин В. А., Михайленко В. С.
Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Существенным недостатком дискретных систем управления высокого порядка является сложность аналитического исследования влияния изменения характеристик объекта управления и помех на параметры настройки регуляторов. Это затрудняет оценку качества процессов в системах управления подвижным составом (ПС) - поездами. Для систем 3-го и более высоких порядков с переменными параметрами и запаздыванием, функционирующих при воздействии на них помех переменной интенсивности, отсутствуют аналитические зависимости между изменяющимися параметрами объекта, адаптивного фильтра и параметрами настройки регуляторов. Это объясняется невозможностью нахождения ми-

нимального корня характеристического квазиполинома линеаризованной замкнутой системы. Такой корень может использоваться для нахождения оптимальных настроек регулятора.

Разработан метод синтеза модели дискретных контуров управления ПС, обладающих заданными динамическими характеристиками. В состав такого контура вводится релейно-импульсный регулятор.

Получены аналитические выражения, связывающие критерий оптимизации и характеристики формируемых импульсов с переменными параметрами объекта и адаптивного фильтра.

Предложен метод оптимизации параметров выходных импульсов, формируемых цифровым ПИ-регулятором в зависимости от суммарной постоянной времени контура управления, определяемой в результате дифференцирования характеристического квазиполинома линеаризованного замкнутого контура с моделью объекта высокого порядка.

ВИПРЯМЛЯЧІ КОМБІНОВАНОЇ ІДЕОЛОГІЇ З ВОЛЬТОДОДАТКОВИМ ПРИСТРОЄМ ДЛЯ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Сиченко В.Г.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Основною ланкою нового покоління тягових підстанцій постійного струму залізниць України, яка визначає на сьогоднішній день їх електромагнітну сумісність з зовнішньою живлячою електромережею трифазного струму і тяговою мережею постійного струму є дванадцятипульсний тяговий перетворювальний агрегат на основі двох діодних трифазних мостів. У порівнянні з шестипульсними діодними випрямлячами він має відносно низький рівень вищих гармонік в мережевому струмі і випрямленій напрузі та коефіцієнт потужності на стороні живлячої мережі на рівні $0,95 \div 0,96$. Однак ці характеристики суттєво погіршуються при переході на тиристорні мости з метою надання перетворювальним агрегатам регульовальних властивостей для забезпечення оптимального керування живленням тягової мережі.

Запропонованим на сьогоднішній день для практики побудови тягових перетворювальних агрегатів (ТПА) підстанцій постійного струму залізниць засобом силової електроніки є використання в якості випрямлячів-стабілізаторів напруги дванадцятипульсних напівкерованих (діодно-тиристорних) або керованих (тиристорних) випрямлячів вольтододаткового типу.

Як показують розрахунки, за допомогою дванадцятипульсного напівкерованого випрямляча з реверсивним запираємим вольтододатком, виконаного на сучасній елементній базі силової електроніки, забезпечується необхідний рівень електромагнітної сумісності при приблизно на 30% меншій масі Г-подібного вихідного LC-фільтру та без установки додаткових фільтрів-пробок. Подальше зниження маси Г-подібного LC-фільтру при збереженні рівня електромагнітної сумісності обмежується необхідністю придушення гармонік з частотою ШІМ вольтододатка, яка може реально реалізуватися в межах 1200-1800 Гц, а також комбінаційних гармонік більш низької частоти, генерованих вольтододатком при його роботі в якості активного фільтру. Всі ці гармоніки приходяться на пік псофометричної кривої і отже, повинні придушуватися. Ця перешкода на шляху подальшого зниження маси Г-подібного вихідного LC-фільтру усувається при використанні в якості вихідного фільтру гібридного фільтру на основі малопотужного активного фільтру паралельного типу.

Використання вольтодобатку в якості активного фільтру потребує вирішення низки питань, які розглядаються в докладі. Особливо необхідно виділити проблему обґрунтування величини діапазону регулювання. В докладі приведені результати експериментальних досліджень математичного моделювання.

ВИКОРИСТОВУВАННЯ АЦП ФІРМИ NATIONAL INSTRUMENTS ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВАЖАЮЧОГО ВПЛИВУ ТЯГОВОЇ МЕРЕЖІ НА КАБЕЛІ ЗВ'ЯЗКУ

Сиченко В. Г., Данилов О. А., Зубенко В. А., Борисенко М. А.
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Заважаючий магнітний вплив на кабелі зв'язку визначається відповідно до Правил захисту пристроїв провідного зв'язку і провідного віщання від впливу тягової мережі електрифікованих залізниць змінного струму.

Для двопровідних ліній зв'язку визначають психофотричне значення заважаючої напруги (напруги шуму) у діапазоні тональних частот (300-3400 Гц) для випадку роботи тягової мережі в нормальному режимі. Напруги різної частоти створюють у лініях зв'язку неоднакові перешкоди. Тому наведені різними гармоніками напруги приводять до психофотричного, тобто до частоти 800 Гц, за допомогою коефіцієнта акустичного впливу. Розрахунок виконують стосовно до кінця підсилювальної ділянки або ділянки між двома кінцевими пунктами.

Психофотрична заважаюча напруга, визначається по формулі:

$$U_{ш} = \sqrt{\sum_{k=1}^k (U_k \cdot p_k)^2},$$

де: $U_{ш}$ - психофотрична напруга шуму;

U_k - напруга k -ої гармоніки;

p_k - коефіцієнт акустичного впливу для k -ої гармоніки.

Для побудови графіка зміни психофотричної напруги в часі необхідно знати величини напруг гармонік у кожній розрахунковій точці. Для цього потрібен прилад, який дозволяє вимірювати і записувати вхідні дані з швидкістю не менше 7000 вимірювань в секунду. На кафедрі «Електропостачання залізниць» ДНУЗТ для вимірювання швидкодіючих електричних процесів використовують аналого-цифровий перетворювач (АЦП) USB-6008 фірми National Instruments. Він дозволяє вимірювати і передавати в комп'ютер чотири канали даних з швидкістю 10 000 вимірювань в секунду.

Після вимірювань, записані дані можна аналізувати спеціалізованим програмним забезпеченням тієї ж фірми. Використання цього приладу дозволило безперервно вимірювати психофотричну напругу на кабелі зв'язку впродовж декількох годин, поки проводився експеримент з різними схемами живлення тягової мережі на Одеській залізниці. Приклад роботи АЦП і програми приведені 1 на рис. 1.

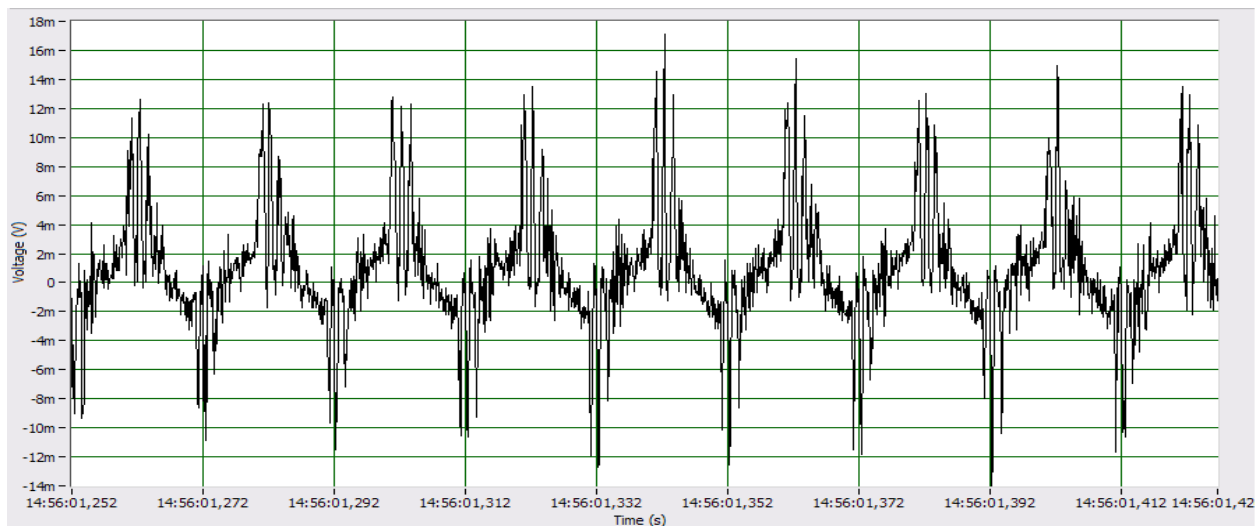


Рис 1. Осцилограма шуму в вільній парі кабелю

КОМПЛЕКС ОЦІНЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ПІДСИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТЯГИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Сиченко В. Г., Зубенко В. А., Босий Д. О.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Експериментальні дослідження являються основним джерелом інформації для вивчення електромагнітних процесів у системі тягового електропостачання електрифікованих залізниць постійного струму (СТЕ) та для побудови математичних моделей процесів перетворення і споживання електричної енергії, електромагнітних процесів і завад, а також конкретних електричних пристроїв. Побудована таким чином математична модель дозволяє проводити варіантні теоретичні дослідження розроблюваних технічних заходів та засобів та виявляти можливі рівні та ступінь електромагнітних впливів на суміжні низькоенергетичні пристрої. Модель електромагнітної сумісності (ЕМС) системи тягового електропостачання має імовірнісний характер, а параметри енергообмінних процесів є статистичними характеристиками. Звідси, дослідження ЕМС базуються на застосуванні статистичних методів обробки та аналізу експериментальних даних, отриманих як в результаті фізичного експерименту, так і в результаті математичного моделювання.

Основними проблемами, які підлягають вирішенню при проведенні тривалих експериментальних досліджень, є необхідність забезпечення зберігання великого масиву даних, їх синхронізація, методика обробки та аналізу, а також розділення постійної та змінних складових в колах електричної тяги постійного струму. Для експериментальних досліджень ЕМС СТЕ на кафедрі Електропостачання залізниць ДПТУ розроблена методика вимірювань, згідно якої вимірювання можуть проводитись одночасно та синхронно на всіх приєднаннях перетворення електричної енергії та колах її споживання. Апаратна реалізація методики вимірювань ЕМС здійснюється з застосуванням сучасних приладів та засобів обробки інформації у реальному часі.

Методика базується на електромагнітних безконтактних записах кривих струмів і напруги (реалізованих на сучасних датчиках з оптичною розв'язкою), тобто заснована на однозначному зв'язку струму і створюваного їм в навколишньому просторі магнітного поля. Дослідження рівнів електромагнітних завад здійснюється, як правило, у такій послі-

довності: в умовах експлуатації реально діючої ділянки СТЕ, або під час експериментальної поїздки на електрорухомому складі записуються значення струмів і напруг у досліджуваних колах, після чого проводиться їх аналіз у лабораторних умовах з застосуванням сучасної комп'ютерної техніки та програмного забезпечення. Це дозволяє не лише визначити рівні і тривалість окремих гармонік, але і обґрунтувати ступінь впливу сильнотрумових ланцюгів на суміжні пристрої, а також розділити ступінь впливу між окремими джерелами завад.

Для контролю та фіксації якості електромагнітних процесів у колах змінного струму основним засобом вимірювальної техніки (ЗВТ), який застосовується, є портативні аналізатори типу EDL-175хг чи PNA-296 виробництва фірми SATEC, на базі приладу для вимірювання показників якості та обліку електричної енергії РМ175.

Для контролю якості та фіксації електромагнітних процесів у колах постійного струму застосовуються не тільки типові, але й розроблені на кафедрі первинні вимірювальні перетворювачі струму і напруги, здатні працювати під високим потенціалом з передачею інформації по оптичному каналу, модулі збору інформації NI USB6009, які дозволяють вимірювати до 8 аналогових сигналів з дозволом 14 біт і частотою дискретизації 48 кГц та програмне забезпечення NI-DAQ, призначене для збору і обробки вимірюваної інформації.

В докладі приводяться результати кількарічних досліджень та наводяться приклади реалізації вимірювань в різних режимах та в різних точках системи тягового електропостачання постійного струму.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЖИВЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Сиченко В. Г., Куриленко О. Я.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Живлення пристроїв залізничної автоматики (АБ) здійснюють, як правило, по трифазним трьохпровідним лініям напругою 10 кВ від трифазних джерел живлення частотою 50 Гц з ізолюваною нейтраллю. Основне живлення пристроїв АБ одержують від спеціальних ліній автоблокування (ВЛ АБ), резервне живлення - на ділянках, електрифікованих по системі постійного струму, як правило, від трифазних ліній поздовжнього електропостачання (ПЕ) 10 кВ. В окремих випадках резервне живлення пристроїв АБ здійснюють від прилягаючих ліній напругою до 1000 В.

Жорсткі вимоги до пристроїв високовольтного електропостачання пред'являються не тільки за кількістю незалежних джерел живлення і часу переходу на резерв, але і по якості електроенергії безпосередньо на вводах релейних шаф перегінних пристроїв автоблокування і шинах ввідних панелей постів ЕЦ. Для забезпечення необхідного рівня надійності електропостачання і гальванічної розв'язки з іншими електричними лініями на електрифікованих залізницях лінія ВЛ АБ отримує живлення від шин власних потреб тягової підстанції через підвищуючий трансформатор ТАБ. Таким чином обмежуються струми однофазного замикання на землю, впливаючі на лінії зв'язку і рейкові кола АБ. Крім того, обмеження довжини розгалужень гальванічно зв'язаних електричних систем полегшує умови захисту від подвійних коротких замикань у найбільш віддалених точках цих систем. Зазначимо, що пристрої АБ мають два шляхи можливого електромагнітного впливу: проникнення кондуктивних завад через ланцюги живлення та сигнальні ланцюги та через наведення польових завад.

Проведеними на кафедрі Електропостачання залізниць ДНУЗТ дослідженнями встановлено, що в лінії АБ виникають значні короткочасні викиди напруги, тому необхідно розробляти заходи захисту від перенапруг. Розподіли напруг мають двомодальний характер, що можна пояснити зміною режимів роботи системи зовнішнього електропостачання (день – збільшення навантаження енергосистеми, ніч – його зниження). Коефіцієнт несиметрії напруги по зворотній послідовності в лініях АБ значно вищий (більше ніж в 3 рази) у порівнянні з лініями ПЕ, що спонукає ставити питання необхідності симетрування напруг у лініях АБ. Спектри ВГ на шинах 10 кВ в нормальному режимі роботи окрім “канонічних”, мають і “неканонічні” складові. При аварійних режимах ширина спектру ВГ значно збільшується, що необхідно враховувати при розгляді питань електромагнітної сумісності ліній ПЕ і АБ з пристроями залізничної автоматики. Коефіцієнт спотворення синусоїдності напруги в лінії АБ на тяговій підстанції з 12-пульсовою схемою випрямлення значно перевищує гранично допустиме значення та майже вдвічі більший за K_U в лінії ПЕ. При цьому K_U і на тяговій підстанції з 6-пульсовою схемою випрямлення більший в порівнянні з лінією ПЕ.

Звідси, можна зробити висновок, що існуюча ідеологія живлення лінії АБ з застосуванням подвійної трансформації, виконуючи завдання обмеження струмів короткого замикання та гальванічної розв’язки, по суті різко погіршує якість електричної енергії, що формує умови погіршення електромагнітної сумісності.

В докладі розглядаються і інші фактори впливу на якість енергії в лініях АБ: тип згладжувача фільтру, рівень тягового навантаження, рівень генерації реактивної енергії, коефіцієнти завантаження тягового та понижуючого трансформатора, величина потужності КЗ.

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ТЯГОВИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Стасюк А. И.

Государственный экономико-технологический университет транспорта

Внедрение компьютерных методов и средств в электроэнергетику призвано обеспечить системность управления, высокое качество принятия управленческих решений и, соответственно, высокий уровень безопасности и надежности функционирования, что отвечает современным требованиям автоматизации управления электропотребителей в условиях формируемого рынка электроэнергии. Существующие средства контроля, учета и регулирования ориентированы не редко на решение отдельных локальных задач и отличаются, как правило, принципами действия, метрологическими характеристиками, что приводит к высокому уровню погрешности измерения и многократному дублированию.

В настоящем докладе на основе проведенных исследований в области автоматизации, контроля и управления тяговыми электрическими сетями предложены компьютерные методы решения ряда важнейших задач связанных с регистрацией штатных, нештатных и переходных режимов функционирования силовых электрических сетей синхронно по времени с работой систем защиты. Результаты исследований позволили создать новый класс современных интегрированных компьютерных систем специального назначения базовым из которых является Информационно-диагностический комплекс «РЕГИНА». На базе информационно-диагностического комплекса «РЕГИНА» основываясь на принципе единого информационного пространства, разработаны новые компьютерные методы для анализа и коммерческого управления силовыми электрическими сетями в условиях рынка, открывающие возможность реализовать оптимизацию энергоемких процессов в энер-

гетической отрасли. Приводится математическая модель определения расстояние l до места аварии в виде

$$l = \frac{U_c^s I_3^c - U_c^c \cdot I_3^s}{A_{22} I_3^c - A_{11} I_3^s}, \quad \begin{aligned} I_c^c R_\phi - I_c^s X_\phi + I_A^c R_{M\phi} - I_A^s X_{M\phi} + I_B^c R_{M\phi} - I_B^s X_{M\phi} &= A_{11} \\ I_c^c X_\phi + I_c^s R_\phi + I_A^c X_{M\phi} + I_A^s R_{M\phi} + I_B^c X_{M\phi} + I_B^s R_{M\phi} &= A_{22} \end{aligned},$$

где U_c^c и U_c^s - косинусная и синусная составляющие определяются как

$$\begin{aligned} U_c^c &= [I_c^c R_\phi - I_c^s X_\phi] \cdot l + [I_A^c R_{M\phi} - I_A^s X_{M\phi} + I_B^c R_{M\phi} - I_B^s X_{M\phi}] \cdot l + I_3^c R_\phi \\ U_c^s &= [I_c^c X_\phi + I_c^s R_\phi] \cdot l + [I_A^c X_{M\phi} + I_A^s R_{M\phi} + I_B^c X_{M\phi} + I_B^s R_{M\phi}] \cdot l + I_3^s R_\phi \end{aligned}$$

Предложены способы, а также программные средства для обработки и представления первичной информации, формирования файлов экспресс и полной информации об аварийном режиме. Показаны пути передачи аварийной информации на все уруни управления с привязкой к сигналам точного времени, получаемом от GPS приемника, а также вывод и представление данных в виде цифровых массивов, текстовых сообщений, графиков, таблиц.

ЯКІСТЬ НАПРУГИ ЯК ФАКТОР БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

Фесик М. О.
Львівська залізниця

Для системи тягового електропостачання постійного струму (СТЕ), від якої отримує живлення електрорухомий склад (ЕРС), одними з найважливіших показників якості електроенергії (ПЯЕ) є рівень і відхилення напруги в тяговій мережі. Саме на забезпечення необхідного рівня напруги та мінімізації її відхилень і на сьогодні направлені зусилля фахівців галузі.

У відповідності з нормативними документами номінальною напругою на шинах підстанцій прийнято 3,3 кВ, максимальною робочою 3,85 кВ і по припустимих нормах ізоляції 4 кВ. Максимальні відхилення напруги на шинах тягової підстанції при номінальній напрузі живильної мережі припустимі в межах 550 В (14,3%). При припустимих відхиленнях живлячої напруги енергосистеми (ГОСТ 13109-97) у межах $\pm 5\%$ верхній рівень від 3,85 кВ складе 4,04 кВ, а нижній рівень від 3,3 кВ - 3,135 кВ. Таким чином, можливі (нормовані) максимальні відхилення напруги на шинах підстанцій знаходяться в межах від 3,135 кВ до 4,04 кВ (18,8%).

При прийнятій в проектуванні електровозів номінальній напрузі на струмоприймачеві 3 кВ встановлюється максимальна напруга 4 кВ і мінімальна 2,2 кВ. Додатковими напругами згідно вимог Правил технічної експлуатації залізниць для номінальної експлуатації прийнятий мінімальний рівень 2,7 кВ для ділянок з керівним підйомом і 2,4 кВ для ідеальних ділянок (2,9 кВ при швидкісному русі).

Однак, дослідженнями (ВНДІЗТ, УеМІІТ) роботи тягових допоміжних машин за умовами обмеження по зчепленню, за типом навантаження, по нагріванню обмоток, обмеження по потенційних умовах на колекторі і по комутації під щітками рекомендуються тривала найбільша напруга 3,6 кВ і тривала найменша 2,8 кВ. Цей діапазон напруг стосовно регламентованого $3,85 \div 2,7$ кВ хоча й зменшений, але від номінальної напруги на струмоприймачі електровоза 3 кВ відрізняється на $+20\%$ і $-6,7\%$.

З іншої сторони відомо, що напруга на струмоприймачі електровозів, що перебувають на фідерній зоні, не може бути постійною і рівною 3 кВ навіть при наявності на фідерній зоні пристроїв регулювання напруги. Тому прагнення до звуження діапазону відхилення напруги є умовою забезпечення номінального режиму тягових і допоміжних машин електровоза, що в результаті забезпечує не тільки бажаний обсяг перевізної роботи, а й необхідний рівень безпеки руху. В то й же час при різних середніх напругах на струмоприймачеві за рахунок відповідного підбору режиму ведення поїздів можна одержати однаковий час ходу по ділянці (однакову криву швидкості руху), якому відповідає та ж сама корисна механічна робота по переміщенню поїзда.

Оскільки СТЕ одержує живлення від систем зовнішнього електропостачання змінного струму (у загальному випадку з різними номіналами номінальної напруги) з подальшим випрямленням (за різними схемами випрямлення) то, у сукупності з різного роду перехідними процесами, це призводить до циркуляції в тяговій мережі гармонійних складових, які здійснюють заважаючий вплив на суміжні пристрої.

Приймаючи до уваги, що оскільки змінна складова випрямленої напруги U_d , як правило, перевершує значення, припустиме за умовами нормальної роботи суміжних пристроїв електрифікованої залізниці (ліній зв'язку, пристроїв автоблокування і ін.), то на кожній підстанції встановлюється згладжуючий фільтр, загальний для всіх тягових випрямлячів даної підстанції. Зазначимо, що з точки зору забезпечення електромагнітної сумісності тягової підстанції ПЯЕ повинні розглядатися саме на її вихідних шинах та в тяговій мережі.

Таким чином, забезпечення необхідного рівня напруги на шинах тягового навантаження та зниження вмісту гармонійних складових підвищує безпечність роботи електрифікованої залізниці.

ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ГОСПОДАРСТВІ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ НА 2011 РІК

Фічоряк Ф.О.
Львівська Залізниця

Важливість проблеми енергозбереження для розвитку економіки України та залізниці зокрема, являється дуже важливою. Впровадження нового енергоекономічного обладнання по Львівській залізниці приводить до суттєвої економії коштів, які в подальшому можна використовувати на модернізацію цієї галузі. Для цієї мети пропонуються наступні заходи.

Таблиця - впровадження нового енергоекономічного обладнання

Найменування енергозберігаючих заходів.	Розробник та термін виконання	Відповідальний за впровадження заходу, виконавець/контроль виконання	Обсяги впровадження заходів од.виміру/ витрати на впровадження тис.грн.		№ виду ПЕР 1,2,3,4, 5,6	Економія ПЕР: 1-природний газ, туп; 2-вугілля, туп; 3-мазут, туп; 4-дизпаливо, туп; 5-електроенергія, тис.кВт.год; 6-теплоенергія, Гкал.		Вартість ПЕР в цінах прогнозованих на 2011 рік, тис.грн. (разом з ПДВ)	Термін окупності
			кількість	тис. грн.		Річна	В 2011 році		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Впровадження автоматів зовнішнього освітлення (АОУ), од.	3-4 квартал	Е, ЕЧ	50	21,789	5	27,74	20,804	16,618	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Заміна дротів ліній електропередач 10; 6; 0,4 кВ, км	3-4 квартал	Е, ЕЧ	25	225	5	88,35	44,175	35,29	3,2
Економія споживання ел. енергії за рахунок забезпечення відключення парків станцій в нічний час при відсутності руху поїздів та маневрової роботи, тис. кВт.год	1-4 квартал	Е, ЕЧ			5	20	20	15,975	
Впровадження економічних світильників, од.	3-4 квартал	Е, ЕЧ	500	200,00	5	662,212	496,729	396,772	0,37
Заміна двигунів У1Д6 на двигуни ЯМЗ-238, од.	3-4 квартал	Е, ЕЧ	2	400,0	4	9,570	4,800	31,35	6,3

Всього затрати на впровадження заходів, тис.грн.	Всього економія ПЕР від реалізації енергозберігаючих заходів та % до рівня споживання за 2010 рік			Вартість зекономлених ПЕР, тис.грн.	
846,789			Кількість	%	
	Всього палива в умовному обчисленні, у тому числі		193,85	8,28	481,915
	дизельного палива, тонн/туп		3,3/4,8	0,66	31,35
	електроенергії, тис.кВт.год/туп		581,708/189,05	7,62	464,655
	котельно-пічного палива, тонн/туп				
	теплової енергії, Гкал/туп				

Аналіз результатів розрахунків показав наступне, що при впровадження нового енергоекономічного обладнання та раціональному використанні енергоресурсів можна досягнути значного економічного ефекту.

КОМПЛЕКС АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ (КИИБ)

Харлап С. Н.

Белорусский государственный университет транспорта

Целью доказательства безопасности функционирования систем железнодорожной автоматики является проверка того, что испытываемая система при возникновении заданного класса неисправностей аппаратных средств не формирует сигналы управления и сигнализации, нарушающие условия безопасности движения поездов. Для микропроцессорных систем автоматики доказательство безопасности функционирования имеет ряд особенностей, связанных с влиянием на безопасность не только аппаратных средств, но и качества управляющей программы. В связи с высокой сложностью таких систем, в том числе и значительным объемом программного обеспечения, экспертиза их безопасности весьма затруднена.

В настоящее время для доказательства широко используется метод предварительного анализа текста программы с целью поиска наиболее уязвимых мест. Затем в текст программы вносятся ошибки, имитирующие отказы аппаратуры, и выполняется анализ поведения системы под управлением искаженной программы. Такой способ является достаточно простым и наглядным.

Однако такой способ доказательства безопасности обладает рядом недостатков:

- даже привлечение к поиску уязвимых мест высококвалифицированных специалистов не дает гарантии, что все уязвимые места будут найдены;
- имитация отказов с помощью искажения программы возможна только для относительно небольшого класса неисправностей, таких как отказы отдельных ячеек памяти программ. В остальных случаях отказы искажают работу программы очень сложным образом, поэтому адекватность имитации отказов также невелика.

Единственным приемлемым способом доказательства безопасности микропроцессорных систем является разработка специализированных моделей, учитывающих архитектуру аппаратных средств системы и позволяющей имитировать неисправности. Однако необходимость имитации отказов приводит к зависимости структуры модели от элементной базы. Это в свою очередь ограничивает возможность повторного использования моделей для анализа других систем и приводит к росту затрат на разработку новых моделей.

Для решения данной проблемы в научно-исследовательской и испытательной лаборатории «Безопасность и ЭМС технических средств» Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта Белорусского государственного университета транспорта разработан комплекс аппаратно-программных средств для проведения имитационных испытаний на функциональную безопасность микроэлектронных и микропроцессорных систем управления ответственными технологическими процессами (КИИБ).

Особенностью комплекса является его модульность, позволяющая значительно сократить затраты на разработку новых моделей элементов. Полная автоматизация проведения испытаний исключает влияние человеческого фактора, гарантирует учет всех отказов из заданного перечня и позволяет выполнить работы в приемлемые сроки, не смотря на большой объем выборки.

КИИБ успешно использовался при испытаниях при испытаниях на функциональную безопасность устройств и систем железнодорожной автоматики. КИИБ демонстрировался на ряде выставок в России, Белоруссии и Казахстане.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ РЕЛЬСОВОЙ ЛИНИИ НА ОСНОВЕ ДАТЧИКА ТОЧЕЧНОГО ТИПА

Хилобокова С.П.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Чепцов М.Н.

Донецкий институт железнодорожного транспорта

В системах железнодорожной автоматики нашли достаточно широкое применение путевые датчики. Их основными контрольными функциями является определение наличия подвижного состава на участке и проверка целостности рельсовой линии. В отличие от рельсовой цепи, в которой перечисленные функции полностью реализованы, в датчиках точечного типа осуществляется только первое.

В связи с этим актуальной является задача создания датчика точечного типа с расширенными функциями. Наряду с фиксацией проледования колесной пары он должен проверять целостность рельсовой нити. Решение данной задачи возможно, если устройство будет контролировать вибрации рельсов, возникающие вследствие движения подвижных единиц.

В докладе представлена математическая модель, которая описывает вынужденные колебания железнодорожного пути. Приведены результаты ее исследования, а так же адекватность исследуемому процессу на основе сравнения со статистическими данными, полученными при полевых исследованиях.

Результаты моделирования позволяют сделать вывод о возможности создания датчика точечного типа, который фиксирует проследование колесной пары, а так же контролирует целостность рельсовой нити.

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕРЕВА ОТКАЗОВ

Шевченко Д. Н.

Белорусский государственный университет транспорта

Анализ дерева отказов (Fault Tree Analysis – FTA) – один из распространенных методов моделирования надежности технических систем и технологических процессов на стадии проектирования. По информативности описания условий работоспособности системы, дерево отказов (ДО) занимает промежуточное положение между структурной схемой надежности и графом состояний. Несмотря на это, метод FTA традиционно используется лишь для качественной оценки безотказности систем, в том числе, для анализа минимальных сечений отказов (пакеты «RAM Commander», «Risk Spectrum», «FaultTree»). Количественный анализ показателей надежности в основном ограничивается определением вероятности отказа (пакеты RAM Commander, Risk Spectrum, FaultTree) и значимости исходных событий и их сочетаний (пакет RAM Commander).

Большинство сложностей количественного анализа показателей надежности методом FTA обусловлены тем, что существующие подходы оперируют статической моделью ДО. При этом предполагается, что некоторые события (воздействия, отказы) могут иметь место в течение некоторой наработки с известной вероятностью, а время и последовательность их наступления не учитывается.

Предложена модель динамического дерева отказов, которая обобщает традиционные деревья отказов: события дерева характеризуются временем до наступления с некоторой функцией распределения.

Главной особенностью предлагаемой модификации метода FTA является рассмотрение ДО в динамике. Для этого предусматривается учет не вероятностей наступления событий, а функций распределения времени до наступления каждого из базовых, промежуточных и результирующего события в системе. Информация о функции распределения времени до наступления результирующего события (отказа системы) позволяет непосредственно определять среднюю и гамма-процентную наработку системы до отказа, все другие показатели безотказности невосстанавливаемых систем. В частном случае, задаваясь некоторой наработкой, можно прийти к традиционному подходу определения вероятности отказа системы.

Показан способ вычисления функции распределения времени до наступления результирующего события (функции отказа системы) по известным функциям распределения времени до наступления базовых событий.

Информация о функции отказов системы позволяет непосредственно определять все показатели безотказности невосстанавливаемых объектов по ГОСТ 27.002-89, что не предусмотрено существующими стандартами и программными средствами анализа ДО.

Для автоматизации расчета показателей безотказности систем методом анализа динамического ДО был разработан специализированный программный комплекс FDiTA (Fault Dinamic Tree Analysis). Для реализации сложных математических преобразований (символьное интегрирование и дифференцирование) используется интеграция FDiTA с пакетом компьютерной математики Maple (в соответствии с технологией OpenMaple).

Предлагаемый метод анализа динамического ДО реализован и апробирован в компьютерном пакете FDiTA.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ МПЦ-С

Шульга А. М.

ООО «Научно-производственное предприятие «САТЭП»

При разработке системы микропроцессорной электрической централизации МПЦ-С фундаментальное значение имеет реализация концепции безопасности. Для выполнения концепции безопасности используют три стратегии – безотказность, отказоустойчивость и безопасное поведение при отказах. Первые две стратегии подразумевают, что система, которая правильно выполняет алгоритм функционирования, безопасна. Отсюда следует, что точное технологическое управление объектами в системе МПЦ-С - залог безопасности.

Испытание технологических алгоритмов (ТА) на безопасность заключается в установлении факта того, что при различных технологических ситуациях и допустимых ограничениях системы МПЦ-С не формируются сигналы управления, нарушающие условия безопасности движения поездов. Основные требования безопасности, предъявляемые к системам железнодорожной автоматики, изложены в Правилах технической эксплуатации, Инструкции по сигнализации, Эксплуатационно-технических и организационных требования, а также в других нормативных документах.

Для того, что бы подтвердить правильность функционирования ТА при максимально возможных входных параметрах, необходимо выполнять их тестирование на разных этапах жизненного цикла системы. Так, на этапе согласования технического задания (ТЗ) на

систему ТА, аналізуються методом експертних оцінок. На етапі розробки програмного забезпечення (ПО) виконується детальна деталізація ТА, а також визначаються взаємозв'язки між технологічними функціями. На етапі испытаний на імітаційних моделях проводиться перевірка відповідності ТА і поведінку еталонного алгоритма експериментальним методом. На етапі стендових испытаний комплексу технічних засобів виконується тестування в умовах максимально наближених до експлуатаційних. По результатам стендових испытаний приймається рішення про можливість проведення испытаний в умовах експлуатації. Також з періодичністю не менше одного разу в 5 років проводиться повторна перевірка правильності функціонування ТА в умовах експлуатації. Якщо по результатам испытаний виявлені невідповідності, то проводиться корективна робота ПО або ТЗ і ТА.

В зв'язі з великим обсягом перевіряємих входних даних (наприклад, для испытаний одного світлофора системи МПЦ-С необхідно взяти 80 різних входних умов, для перевірки стрелки – 200 умов, для перевірки маршрута – 50 умов), при складанні програми і методики испытаний системи МПЦ-С цілесообразно використовувати наступну методику: складається повний перелік умов безпеки руху для кожного ТА. При испытанні виробляються технологічні операції, які порушують умови безпеки ТА і спостерігається поведінку системи (вихідні дані досліджуваного алгоритма). Також при розробці плану испытаний необхідно враховувати вид резервування системи. Так, якщо в системі використовується дубльоване резервування, то необхідно виконати перевірку ТА в кожному каналі резервування. Якщо використовується мажоритарне резервування і диверсифіковане програмне забезпечення, то необхідно виробити перевірку ТА при всіх можливих комбінаціях каналів резервування (роботають 1-й і 2-й, 3-й виключені; роботають 1-й і 3-й, 2-й виключені; роботають 2-й і 3-й, 1-й виключені; роботають всі три канали резервування).

Результати перевірки ТА відображаються в протоколах испытаний, актах перевірки залежностей в формі заповнених таблиць. Також зберігається архів заархівованих даних про стан об'єктів системи, за той період часу, впродовж якого вироблялась перевірка ТА. Вище зазначені документи зберігаються в архіві підприємства впродовж всього життєвого циклу системи МПЦ-С.

ЗАХИСТ РЕЙКОВИХ КІЛ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ

Щека В. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна

Рух сучасного пасажирського швидкісного або важкого вантажного потягу супроводжується споживанням з контактної мережі (КМ) значної потужності, що викликає протікання в проводах мережі великого струму. Цей струм є причиною появи електромагнітних завад в усіх суміжних системах і в рейкових колах зокрема. Оскільки електромагнітні завади можуть бути причиною збоїв в роботі рейкових кіл, перекриття світлофорів та зупинки потягів необхідне впровадження систем захисту рейкових кіл від електромагнітного впливу тягової мережі. Особливу увагу необхідно звернути на ділянки залізниці, де тягова мережа змінного струму знаходиться у безпосередній близькості до тягових мереж постійного струму (перегони, які мають ділянки зближення двох різних тягових мереж; станції стикування), оскільки частота сигнального струму рейкових кіл при тязі постійного струму збігається з частотою тягової мережі змінного струму.

Якщо розглядати одноколіїну ділянку залізниці, то наведені повздовжні електро-рушійні сили (ЕРС) у рейках будуть приблизно однаковими, бо КМ розташована симетрично відносно рейкової лінії (РЛ). Таким чином електромагнітний вплив від КМ своєї колії буде незначним. Але при розгляданні багатоколіїних ділянок (дво-, трьохколіїні перегони; ділянки зближення; тощо) треба враховувати вплив КМ однієї колії на РЛ сусідніх колій. В цьому випадку, наприклад, відстань від впливаючого контактного проводу до рейок суміжної колії буде різною, а отже наведені повздовжні ЕРС матимуть різні значення, що призведе до появи різницевого струму в рейках, який може спричинити заважаючий, або навіть небезпечний вплив на роботу рейкових кіл.

Метою роботи є розробка системи захисту рейкових кіл від електромагнітного впливу КМ суміжної колії.

Запропонований спосіб зменшення електромагнітного впливу тягової мережі змінного струму на рейкові кола суміжної колії заснований на використанні АЕП, який через певні проміжки під'єднується до середньої точки дросель-трансформатора (РЛ) колії з електротягою змінного струму. Під'єднання АЕП проводиться за допомогою регулюючих елементів (РЕ), що контролюють відгалуження зворотного тягового струму з рейок в екрануючий провід. Забезпечення максимального захисту рейкових кіл досягається шляхом визначення зворотного тягового струму в АЕП виходячи з умови мінімуму електромагнітних завад в РЛ суміжної колії, електрифікованої з тягою постійного струму.

Впровадження запропонованої системи дозволяє забезпечити захист рейкових кіл від електромагнітного впливу КМ суміжної колії та знизити рівень завад в рейках до припустимих значень. Процес компенсації електромагнітних завад повністю автоматичний, а наявність зворотного зв'язку забезпечує стабільність, раціональність та інтелектуальність процесу компенсації. Крім того використання в системі АЕП знижує опір тягової мережі, що дозволяє зменшити втрати електроенергії в тяговій мережі та збільшити рівень тягового струму в КМ. Економічна ефективність впровадження системи зростає при збільшенні потужності локомотивів та при збільшенні дільниці, що обладнується. Таким чином пояснюється перспективність запропонованої системи захисту рейкових кіл.

Организации – участники конференции

Railway Scientific Institute, Chłopickiego 50, 04-275 Warsaw, Poland

Белорусский государственный университет транспорта

Государственный экономико-технологический университет транспорта, г. Киев

ГП «Укрگیпромез», г.Днепропетровск

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Донецкая железная дорога

Донецкий институт железнодорожного транспорта

ДП «Приднепровская железная дорога»

ЗАО «Донецксталь-металлургический завод»

Запорожский национальный технический университет

Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины (ИРФЭ)

Львовская железная дорога

Министерство инфраструктуры Украины

Московский государственный университет путей сообщения

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

ОАО «Алчевский меткомбинат»

ООО «Научно-производственное предприятие «САТЭП»

ООО «Технологические системы», г.Донецк

Орган сертификации автоматизированных систем управления и управления процессами перевозок (ОС АСУ УПП)

Приазовский государственный технический университет

Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС)

Технологический институт Восточноукраинского национального университета им. Владимира Даля, г. Северодонецк

Украинская инженерно-педагогическая академия

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Укрзалізниця

Уральский государственный университет путей сообщения

Южная железная дорога

Оглавление

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДІВ НА МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ Абакумов О. А., Бойнік А. Б.	7
МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛІВ ЧИСЛОВИХ КОДІВ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ Ананьєва О. М., Давиденко М. Г., Сотник В. О.	8
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ «ТЯГОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ - ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ПОСТОЯННОГО ТОКА» Андриенко П. Д., Каплиенко А. О., Шило С. И., Немудрый И. Ю.....	8
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ СТРЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ Бабаев М. М., Богатырь Ю. И.	9
АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ Бадер М. П.	9
ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ Баранников А. Г., Степанов А. Г., Кустов В.Ф.....	11
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОБЛОКИРОВКИ ПУТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ Безнарытний А. М.....	12
ВПЛИВ ФІЛЬТРОКОМПЕНСУЮЧОГО ПРИСТРОЮ НА ЯКІСТЬ НАПРУГИ ШИН 10 КВ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ Бітюков С. Д.....	13
ПРОБЛЕМЫ НЕБАЛАНСІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ Бітюков С. Д., Кузнецов В. Г., Кирилюк Т. І.	14
ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К СНИЖЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ Блиндюк В.С.....	15
ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПОКРАЩЕННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ПРИ ВІДЕОКОНТРОЛІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН Бойнік А.Б., Воліченко І.Г.	15
АНАЛІЗ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ Бойнік А. Б., Меліхов А. А.	16
АВТОМАТИЗАЦІЯ ДІАГНОСТИКИ ЧИСТОТИ КОНТАКТІВ РЕЛЕ Бондаренко Б. М.	17
ОДНА ИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЯГОВОГО ТОКА НА ЦЕПИ СЦБ Бондаренко Ю. С.	18
ТЕХНІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ З БЕЗПЕКИ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ Бородай Р.В., Москалець В.Я., Пужалов В.В., Соколов В.М., Соколов О.В., Терлецька І.В., Тимофеев Г.І., Ткаченко О.П.	19

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ «ПУТЬ» Бочков К. А., Харлап С. Н.	20
ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ЭМС ПРИ СЕРТИФИКАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ Бочков К. А., Харлап С. Н., Логвиненко А. В.	21
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ Бочков К. А., Харлап С. Н., Шевченко Д. Н.	22
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ Буряк С. Ю.	23
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ERTMS (ЕВРОПЕЙСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ) Бялонь Анджей, Градовский Павел	24
ПРИМЕНИМОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР НА УЧАСТКАХ С РЕЗКИМ ИЗМЕНЕНИЕМ ПОТЕНЦИАЛА Васильев И. Л., Павличенко М. Е.	24
ВИМОГИ ЩОДО ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА Воропай В.А.	25
ИСПЫТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ С РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ Гаврилюк В.И., Миргородская А.И.	26
РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ НА УЧАСТКАХ С ДВИЖЕНИЕМ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ПОЕЗДОВ Гаврилюк В.И., Решетняк Н.И.	28
ОПЫТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ В СИСТЕМАХ СЦБ Галян Н. К., Евтушенко Н.П.	29
СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РУХОМОГО СКЛАДУ Гончаров К. В., Губарев А. В.	29
МИКРОПРОЦЕССОРНИЙ ЛОКОМОТИВНИЙ ПРИСТРІЙ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДА Гончаров К. В., Назаров К. Г.	30
БАЗОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПИТАНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА ОТ ПРОДОЛЬНОЙ ЛИНИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЫ Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Ивахно В. В., Кривошеев С. Ю., Сыченко В. Г., Иванов А. Е., Лобко А. В.	31
СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПИТАНИЯ НА ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЕ С ВОЛНОВОЙ НАСТРОЙКОЙ ДЛЯ СКОРОСТНЫХ И ГРУЗОНАПРЯЖЕННЫХ ДОРОГ ПОСТОЯННОГО ТОКА Гончаров Ю. П., Панасенко Н. В., Замаруев В. В., Ивахно В. В., Кривошеев С. Ю., Сыченко В. Г., Данилов Н. В.	33
ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ Горелова Е.В.	34
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ НА КАБЕЛІ ЗВ'ЯЗКУ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ВІДСМОКТУЮЧИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ	

Данилов О. А.....	35
ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ	
Денисенко В.И., Ботнарев А.Ю.....	36
АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПЕРІОДИЧНИХ ІМПУЛЬСНИХ ЗАВАД НА ПРОЦЕСИ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЖИВЛЕННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ	
Денисюк С.П., Колесник П.С., Мельничук Г.В.	36
ОЦІНКА РІВНІВ ПОРУШЕННЯ ЕМС В СИСТЕМАХ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО ТРАНСПОРТУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	
Денисюк С. П., Сафроненко Є. В., Дерев'янка Д. Г.	37
ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЛЕЙНО-КОНТАКТНИХ ПРИСТРОЇВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ	
Дуб В.Ю., Гаврилюк В.І.....	39
ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ІЗОЛЯЦІЇ БАЛАСТУ РЕЙКОВИХ КІЛ	
Дунаєв Д. В., Гаврилюк В.І.	40
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТСАСЫВАЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ	
Дьяков В. А., Босый Д. А.....	41
ЗАБЕСПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З РЕЙКОВИМИ КОЛАМИ НА ШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЯХ	
Завгородній О.В.....	42
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ВОКРУГ РЕЛЬСОВОЙ ЛИНИИ С УЧЕТОМ СКИН-ЭФФЕКТА	
Завгородний А.В.	43
ФІНАНСОВА БЕЗПЕКА ЯК СИСТЕМНЕ ЯВИЩЕ	43
Каламбет С. В., Мілай О. І.	43
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ	
Каменев А. Ю.	44
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМЫХ КОНДЕНСАТОРНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ	
Катков А. С., Перекрест В. В., Тодоренко В. А., Тюрютиков А. И.	45
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ОПН ДЛЯ ЗАЩИТЫ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	
Ким Е. Д., Сыченко В. Г.....	47
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ	
Колесник А.И.....	48
ОПТИМИЗАЦИЯ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ПЕРЕГОНЕ С УЧЁТОМ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	
Кузнецов В. Г., Калашников К. О.	48
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ МПЦ-С	
Кустов В. Ф.	50

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ	
Кустов В. Ф.	51
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ТА ПОКРАЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ	
Кучмій О. С., Богутенко О. М.	52
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКУ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОДІЙ З ПОРУШЕНЬ БЕЗПЕКИ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ	
Лазарев О.В.	53
ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ-ГЛАВНЫЙ КРИТЕРИЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	
Ларюшкин В.Л., Татарченко Г.О.	54
ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕМС ПРИ ВЗАЄМОДІЇ СТРУМОПРИЙМАЧА ТА КОНТАКТНОГО ПРОВОДУ	
Мандич В.Г., Ляшук В.М.	57
АНАЛИЗ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБОТКЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ СВЕТОФОРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА СВЕТОДИОДАХ	
Мелешко В.В.	58
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ НОВЫХ ТИПОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ	
Миргородская А.И.	59
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ НА БАЗЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИСЛОКАЦИИ ПОЕЗДОВ НА ПОЛИГОНЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ	
Митрофанов А. Н., Гаранин М. А., Добрынин Е. В.	60
КОНТРОЛЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО РЕЛЕ З ВИКОРИСТАННЯМ АНАЛІЗУ ЙОГО АКУСТИЧНИХ ШУМІВ	
Морозов Г. Л., Разгонов А. П., Бондаренко Б. М.	61
ДО ПИТАННЯ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ СИСТЕМИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ТЯГОВИХ СТАТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ПРИ ПІДВИЩЕНІЙ НАПРУЗІ У КОНТАКТНІЙ МЕРЕЖІ	
Муха А. М, Куриленко О. Я.	62
ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ	
Мямлин С.В.	62
ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ЗАПРОСОВ В БАЗАХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ CUDA ТЕХНОЛОГИИ	
Приходько Ю. С.	63
СИСТЕМА ВІДСТЕЖЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ВАНТАЖІВ ТА РУХОМОГО СКЛАДУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	
Профатилов В. І.	64
О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА	
Разгонов А. П., Журавлев А. Ю., Ящук Е. И., Лебедев А. Ю., Разгонов С. А.	65
О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА ФЕРРОМАГНИТНЫХ СЕРДЕЧНИКОВ	
Разгонов А. П., Журавлев А. Ю., Ящук Е. И., Лебедев А. Ю., Разгонов С. А., Киселев И. В.	66
ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЧАСТОТНИМ МЕТОДОМ	
Разгонов А. П., Капіца М. І., Лебедев О. Ю., Журавльов А. Ю., Ящук К. І.	67

ВПЛИВ ТЯГОВОГО СТРУМУ АСИМЕТРІЇ НА РОБОТУ РЕЙКОВИХ КІЛ Разгонов А. П., Ящук К. І, Журавльов А. Ю., Лебедев О. Ю.	68
КОНТРОЛЬ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТОНАЛЬНОГО РЕЙКОВОГО КОЛА Романцев І. О.	69
КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ КАБЕЛЬНОЇ ЛІНІЇ ЖИВИЛЬНОГО КІНЦЯ ТОНАЛЬНОГО РЕЙКОВОГО КОЛА Романцев І. О.	70
УДОСКОНАЛЕННЯ БЕЗПЕКИ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК ЗА ДОПОМОГОЮ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ КОНТРОЛЮ ЗАПОВНЕННЯ СОРТУВАЛЬНИХ КОЛІЙ Рибалка Р. В.	71
МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ НА ТЯГОВІЙ ПІДСТАНЦІЇ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПРИ АНОМАЛЬНИХ РЕЖИМАХ Рябокін Б. А.	72
РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ Саенко Ю. Л., Попов А. С.	73
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ЗАЩИТНОГО БЛОК-УЧАСТКА В СИСТЕМАХ ИРДП Сацюк А.В., Чепцов М.Н.	74
ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В СТАНЦИОННЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЯХ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ Сердюк Т. Н.	74
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕОДНОРОДНОЙ ТЯГОВОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА Сердюк Т. Н.	75
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ УТОЧНЕННОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ Сердюк Т. Н., Швец А. В.	76
ВЫПРЯМИТЕЛИ С КОМБИНИРОВАННОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К СИСТЕМАМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ВЫРАЖЕННЫМИ РЕЗОНАНСНЫМИ СВОЙСТВАМИ Сокол Е. И., Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Ивахно В. В., Кривошеев С. Ю., Сыченко В. Г., Данилов Н. В.	77
АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМАХ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ Сытник Б. Т., Сытник В. Б., Брыксин В. А., Михайленко В. С.	78
ВИПРЯМЛЯЧІ КОМБІНОВАНОЇ ІДЕОЛОГІЇ З ВОЛЬТОДОДАТКОВИМ ПРИСТРОЄМ ДЛЯ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ Сиченко В.Г.	79
ВИКОРИСТОВУВАННЯ АЦП ФІРМИ NATIONAL INSTRUMENTS ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВАЖАЮЧОГО ВПЛИВУ ТЯГОВОЇ МЕРЕЖІ НА КАБЕЛІ ЗВ'ЯЗКУ Сиченко В. Г., Данилов О. А., Зубенко В. А., Борисенко М. А.	80
КОМПЛЕКС ОЦІНЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ПІДСИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТЯГИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ Сиченко В. Г., Зубенко В. А., Босий Д. О.	81
ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЖИВЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ	

Сиченко В. Г., Куриленко О. Я.....	82
МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ТЯГОВИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ Стасюк А. И.....	83
ЯКІСТЬ НАПРУГИ ЯК ФАКТОР БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОЇ ЗАЛІЗНИЦІ Фесик М. О.	84
ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ГОСПОДАРСТВІ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ НА 2011 РІК Фічоряк Ф.О.....	85
КОМПЛЕКС АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ (КИИБ) Харлап С. Н.	87
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ РЕЛЬСОВОЙ ЛИНИИ НА ОСНОВЕ ДАТЧИКА ТОЧЕЧНОГО ТИПА Хилобокова С.П., Чепцов М.Н.	88
АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕРЕВА ОТКАЗОВ Шевченко Д. Н.	88
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ МПЦ-С Шульга А. М.	89
ЗАХИСТ РЕЙКОВИХ КІЛ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ Щека В. І.	90

