

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА
(М. ДНІПРО, УКРАЇНА)

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(ГОМЕЛЬ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY
(VILNIUS, LITHUANIA)

INSTYTUT KOLEJNICTWA
(WARSZAWA, POLSKA)

ADAMAS UNIVERSITY
(INDIA)

ТОВ «НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ
ПІДПРИЄМСТВО «УКРТРАНСАКАД»
(УКРАЇНА)

ТЕЗИ

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

ТЕЗИСЫ

**VIII Международной научно-практической конференции
«БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»**

PROCEEDINGS

**of The VIII International Scientific and Practical Conference
“SAFETY AND ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY
ON RAILWAY TRANSPORT”**

01.02.2017 – 03.02.2017

ЧЕРНІВЦІ
2017

УДК 656.2

Безпека та електромагнітна сумісність на залізничному транспорті [Текст] : тези VIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернівці, 01–03 лютого 2017 р.) / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2017. – 72 с.

ISBN 978-966-8471-99-5

У збірнику подано тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека та електромагнітна сумісність на залізничному транспорті», яка відбулась 01–03 лютого 2017 р. в м. Чернівці (Чернівецька обл., Україна).

Збірник призначений для науково-технічних працівників залізниць, підприємств транспорту, викладачів вищих навчальних закладів, докторантів, аспірантів та студентів.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Гаврилюк В. І. – д.ф.-м.н., проф., зав. каф. «Автоматика, телемеханіка та зв'язок» ДНУЗТ;
Сиченко В. Г. – д.т.н., проф., зав. каф. «Електропостачання залізниць» ДНУЗТ;
Рибалка Р. В. – к.т.н., доц. каф. «Автоматика, телемеханіка та зв'язок» ДНУЗТ.

Адреса редакції:

49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

ЗМІСТ

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND FUNCTIONAL SAFETY TESTS OF NEW TYPES OF ROLLING STOCKS Havryliuk V. I.	8
ELECTROMAGNETIC RELAY FAULT DIAGNOSIS Havryliuk V. I.	9
RAIL IMPEDANCE FOR 1520 MM TRACK IN AUDIO FREQUENCY RANGE Havryliuk V. I.	10
PROBLEMS IN CERTIFICATION PROCESSES CONTROL-COMMAND AND SIGNALING SUBSYSTEM Kycko M.	11
DEVELOPING A MODEL FOR COORDINATION ACTION OF UNITS OF THE STATE SERVICE OF EMERGENCIES OF UKRAINE AT LIQUIDATION CONSEQUENCES OF TECHNOGENIC EMERGENCIES Liashenko O., Kyryichuk D., Lozhkin R.	11
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПАРИ ТЕРТЯ «КОНТАКТНИЙ ПРОВІД – СТРУМОЗНІМАЛЬНИЙ ЕЛЕМЕНТ» Антонов А. В.	12
ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА БАЗЕ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ Беляев Н. Н., Калашников И. В., Гончарова Д. П., Горбович О. С.	13
БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ УГЛЯ Беляев Н. Н., Оладипо Мутиу Олатойе	14
ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ПІДЗЕМНИХ ВОД Беляев Н. Н., Лебединська М. В., Рімек Я. Є., Салівончик Д. П.	15
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАБРУДНЕННЯ АКВАТОРІЇ РІЧОК Біляєв М. М., Мотузко Д. О., Мартиненко І. О.	15
МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ ТА СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА В МЕЖАХ СМУГИ ВІДВЕДЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ПО БАЛЦІ ТУНЕЛЬНА (М. ДНІПРО) Богаченко Л. Д., Сердюк С. Н., Михайлова О. М.	16
ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ И БЕЗОТКАЗНОСТЬ НА ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ Бойник А. Б., Щерблыкина Е. В.	17
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ Бочков К. А., Буй П. М.	18
МОНІТОРИНГ РУХОМОГО СКЛАДУ ПІД ЧАС РУХУ Буряк С. Ю.	20

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В РЕЛЬСОВЫХ
ЦЕПЯХ

Бялонь А., Фурман Ю.....22

ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОСУМІСНОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ І МЕРЕЖІ
ЖИВЛЕННЯ

Васильев В. С., Скрыбин И. П.22

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ
ПЕРЕЇЗДАХ ШЛЯХОМ КОНТРОЛЮ ЗА РЕЙКОВИМИ ТА
АВТОДОРОЖНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

Возняк О. М.....23

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ АЛС

Гололобова О. А.24

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО
ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТА
ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ЙОГО СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Голуб Г. М.....25

УДОСКОНАЛЕННЯ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ЗА РАХУНОК
КОДОВОГО РОЗДІЛЕННЯ КОЛІЙНИХ ДІЛЯНОК

Гончаров К. В.....26

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І МЕТОДИ КІБЕРБЕЗПЕКИ КОМП'ЮТЕРНИХ
МЕРЕЖ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ ЗАЛІЗНИЦЬ

Гончарова Л. Л.....27

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЛОКОМОТИВОМ
ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАЗА ПОЕЗДНОЙ
СИТУАЦИИ

Горобченко А. Н., Антонович А. О.....28

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ИМПЕРИАЛИСТИЧЕСКОЙ
КОНКУРЕНЦИИ ДЛЯ РЕКОНФИГУРАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ
СЕТИ И ЕГО ВЕРИФИКАЦИЯ

Горпинич А. В., Долинский С. О.29

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ
ТЕПЛОВОЗА

Жуковицкий И. В., Ключник И. А.30

ВИЗНАЧЕННЯ ЄМНОСТІ ГІБРИДНОГО НАКОПИЧУВАЧА
ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Замаруєв В. В., Стисло Б. О.....31

РОЗШИРЕННЯ ТЕРМІНУ «КОЕФІЦІЄНТ ПОТУЖНОСТІ» ДЛЯ СИСТЕМ
ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Замаруєв В. В., Стисло Б. О.....32

ПОШУК ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ЛІНІЙ ДПР ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ
ЗАЛІЗНИЦЬ

Земський Д. Р.34

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОТЕРЬ В СПИРАЛЬНЫХ ЗАЖИМАХ ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ Ким Ен Дар.....	35
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МАРШРУТАМИ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ Косорига Ю. А.	36
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НЕТЯГОВИХ СПОЖИВАЧІВ Кузнецов В. В., Сиченко В. Г., Міщенко А. В.	37
ОЦІНКА БЕЗПЕКИ РУХУ ЗА УМОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПРОТИ ВКОЧУВАННЯ ГРЕБЕНЯ КОЛЕСА НА ГОЛОВКУ РЕЙКИ Курган Д. М., Губар О. В.	38
ВНЕДРЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТАНЦИИ «КОКСОВАЯ» Кустов В. Ф., Каменев А. Ю., Мельников М. С.	39
ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МЕТРОПОЛИТЕНА Лагута В. В.	40
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОСВЯЗИ В УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ДВИЖЕНИИ Лагута В. В.	41
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И СВЯЗИ Лагута В. В., Рыбалка Р. В., Покотилов Д. Я., Костровский В. А., Полковников А. В.	43
ЕКОЛОГІЧЕСЬКЕ ОЦІНЮВАННЯ СТАНОВИЩА ТЕРИТОРІЇ ПРИЛЕГАЮЩОЇ К ШВИДКОСТНОМУ УЧАСТКУ ЖЕЛЕЗНОЇ ДОРОГИ Лагута А. В., Сердюк С. Н.	44
ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТУ Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В.	45
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ-РАВНОВЕСНОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ В ТРАНЗИТНОЙ СРЕДЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ Лямзин А. А.	46
СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЧНОЮ ПЕРЕЇЗНОЮ СИГНАЛІЗАЦІЄЮ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ НАБЛИЖЕННЯ ПОЇЗДУ ДО ПЕРЕЇЗДУ Маловічко В. В.	47
РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ УПОВІЛЬНЮВАЧІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ Маловічко Н. В.	48

ОПТИМИЗАЦИЯ УРОВНЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ

Павличенко М. Е.49

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В
СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ СКЛАДСЬКИМИ ЛОГІСТИЧНИМИ
КОМПЛЕКСАМИ

Пасічник В. А., Кравець А. О.50

ЗАСТОСУВАННЯ ЛОГІСТИКИ ДО УПРАВЛІННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ
РОБОТОЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ У СФЕРІ ПАСАЖИРСЬКИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Примаченко Г. О.51

ДО ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО
РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Разгонов А. П., Журавльов А. Ю.52

ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ СТАНЦІЙНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ВІД ВПЛИВУ
ЗАВАД ТЯГОВОГО ЗМІННОГО СТРУМУ

Разгонов А. П., Журавльов А. Ю.53

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР ПГ 50:50 КАК ЭФФЕКТИВНОЕ
СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ
КОММУТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Разгонов А. П., Яшук Е. И., Разгонов С. А.54

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
СОВМЕСТИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПРИ НАЛИЧИИ
ИСТОЧНИКОВ ИНТЕРГАРМОНИК

Саенко Ю. Л., Бараненко Т. К.55

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ РАБОТЫ
МАСЛОНАСОСОВ СИЛОВЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ
ТРАНСФОРМАТОРОВ

Саенко Ю. Л., Дьяченко М. Д., Кодулев С. В.56

АНАЛИЗ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ИСКАЖЕНИЯ
НАПРЯЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПО
НАПРАВЛЕНИЮ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Саенко Ю. Л., Калюжный Д. Н., Свергуненко С. В.57

СИНТЕЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ПРЯМЫМ
ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Сердюк Т. Н.58

СИГНАЛЬНЫЕ ТОРОИДАЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТИПА СТ-4.ТА

Сердюк Т. Н., Евдокименко А. Л., Сердюк К. Н.59

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОКОННО-
ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Сердюк Т. М., Нагорна Н. А., Драгун К. О., Решетняк Т. П.60

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ Сердюк Т. Н., Профатилов В. И.	61
МЕТОД РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ИНДУКЦИОННОГО ДАТЧИКА ДЛЯ СОГЛАСОВАНИЯ С ВХОДНЫМИ ШУМАМИ УСИЛИТЕЛЯ Сердюк Т. Н., Швец А. В., Кривонос А. П., Горишняя Ю. В.	62
ОЦІНКА ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ВІД ВИЩИХ ГАРМОНІК В СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПРИ ШВИДКІСНОМУ РУСІ Сиченко В. Г., Губський П. В., Косарев Є. М., Осташевська М. С., Пулін М. М.	63
АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ПРАЦІВНИКА Сорочинська О. Л.	64
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ШВИДКІСНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАДПРОВІДНИХ МАГНІТАХ Сохацький А. В., Маленко Є. В.	65
МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕДУР ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І БЕЗПЕКИ РУХУ ЗАЛІЗНИЦЬ Стасюк О. І.	66
МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ Стасюк О. І.	67
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОДЕРЖАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ Терендій О. В.	67
ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛОПОТОКОВ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ Хара М. В.	68
СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАВАД ВІД НОВИХ ТИПІВ РУХОМОГО СКЛАДУ З АСИНХРОННИМ ТЯГОВИМ ДВИГУНОМ Щека В. І.	69
ВИСОКОПАРАЛЕЛЬНІ АЛГОРИТМИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ ВЕЛИКИХ МАСИВІВ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ НА ТРАНСПОРТІ Яджак М. С.	70

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND FUNCTIONAL SAFETY TESTS OF NEW TYPES OF ROLLING STOCKS

Havryliuk V. I.

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport
named after Academician V. Lazaryan

The work presents brief review on electromagnetic compatibility and functional safety tests of new types of rolling stocks based mainly on European norms and “Electromagnetic compatibility & functional safety” – the factfile provided by the Institution of Engineering and Technology.

Electromagnetic compatibility is the ability of equipment or systems to function properly as designed without degradation or malfunction in its intended operational electromagnetic environment, and the equipment or system should not adversely affect the operation of, or be adversely affected by any other equipment or system. Electronic technology is increasingly used in safety-related applications in railway transport. Consequently, errors and mis-operation of electronic devices due to inadequate EMC can result in hazardous situations with an increased risk of harm to people’s health and safety. A system is classified as ‘safety-related’ if some property of the system in some way affects safety. The term is usually used to describe those systems which are required to perform a specific function or functions to reduce risks to a level which is considered to be tolerable. The safety requirements for electrical or electronic equipment used in safety-related systems should be well specified and derived in the context of a system hazard and risk assessment during an early phase in its safety lifecycle. The Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive 2004/108/EC applies to a vast range of equipment encompassing electrical and electronic appliances, systems and installations.

The railway can be considered as a source of Electromagnetic Interference (EMI). In order to avoid the disruption of the electronic equipments near to the railway, the overall field generated by railway system must be kept below certain safety values given by standards. The EMC standard EN 50121 is used to characterize the EM environment, in the railway systems; it notably aim to limit the EMI levels from the railway infrastructures to the external environment. This standard EN 50121 describes the methodologies and the limits to apply, relating to the EM radiations and immunity of railway equipments, vehicles and infrastructures. This standard specify the electromagnetic emission from the railway system from 30 MHz to 1 GHz frequency band.

At the first step, before starting the hazard analysis, it is necessary to define the interference limits from rolling stocks. According to EN 50238, the railway infrastructure managers shall define the interference limits to be met by the trains, but the standard does not define suitable methods for determining how such limits are defined, and what configurations and parameters (e.g. infrastructure and/or rolling stock failures) are to be considered.

The identification of hazards and hazardous situations is the most important step in any safety case study because any hazard omitted at this stage will lead to the associated risk not being assessed.

The next steps of the hazard analysis include assessments of: hazards resulting from failure, human error or misuse; hazard identification techniques; potential EMC hazards; affected areas. Having determined all the potential hazards, the level of risk or tolerability associated with each one should be determined. Obtained results record in a hazard log, that includes all potential hazards, even those considered as being too low a risk to worry about. The hazards should be continuously reviewed. The safety case itself is the final report tying together all aspects of the safety process.

ELECTROMAGNETIC RELAY FAULT DIAGNOSIS

Havryliuk V. I.

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport
named after Academician V. Lazaryan

In order to the fault features extraction for neutral electromagnetic relays of railway automatics, the time dependences of the relays transient currents during their switching have been measured. The results of measurements, performed for the relay in operable condition and for relays with artificially created defects, were analyzed in the time and frequency domains.

Despite of significant progress in development of microelectronic railway automatic systems observed in recent decades, relay-contact devices are still widely used in railway signaling systems, that are fundamental to the safe operation of railways and must perform predictably and reliably. So, signaling relays used for safety critical and safety related applications in railway signalling systems must be properly maintained and tested to ensure that they perform safely and reliably throughout their expected life. Signalling relays should be derived from system and inspected periodically for any signs of damage, distortion, corrosion, condensation or ingress of moisture, dirt, insects, etc. During relay test sets there should be measured the operating voltage, contacts' and coil resistance, switching time, etc, and checked the properly operation of the relay armature and contacts, that demands to removing relay cover. Mostly of the relay tests are performed manually.

Prompt diagnostics of relay fault is critical not only for the safe operation of signalization systems, but also for the reduction of maintenance cost. To automation of the measurements of relay electrical and time operation parameters the some methods were proposed. The method for relay armature condition monitoring, based on analyzing of transition current flowing in relay coil during it energizing, proposed in literature, showed low sensitivity to the armature faults because of their weak influence on the transient current characteristic.

In order to improve fault feature extraction, the mathematical model of electromechanical processes in the relay during its energizing was proposed, but simulation results obtained by it using were not accurate enough because of lack correct analytical expressions for air gap reluctance, magnetic flux leakage, eddy currents in relay core and armature, etc. The using of artificial neural networks (ANN) for fault recognition by analysis relay transient current characteristics showed promising results, but a huge amount of experimental data was necessary for ANN learning. Preliminary preprocessing of the transient current for extraction of the relay faults features can accelerate ANN learning process. Last decades for the fault feature extraction, the wavelet transform was widely and successfully used.

Analyses of transient currents were performed by segmentation of the relay current characteristics. Transient current at the first and third segments corresponded to unmovable anchor were increased with time nearly to exponential function.

The time constants calculated by fitting of the transient current at first segment by exponential function were practically independent on contact springs faults but strongly depended on condition of relay coil and magnetic circuit. Such behavior allows us to conclude that time constants for first segment can be used for monitoring of relay electromagnetic system condition.

Faults of armature and contact springs gave rise to additional features at the second segment of the transient current corresponded to the movement of the armature. In the case of incipient faults these features are small and for their identification were used wavelet transform that allowed to clearly extract fault features.

RAIL IMPEDANCE FOR 1520 MM TRACK IN AUDIO FREQUENCY RANGE

Havryliuk V. I.

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport
named after Academician V. Lazaryan

Knowledge of the accurate values of traction rails impedance over a wide frequency range is necessary for design and modeling audiofrequency track circuits, calculation of traction return current distribution in high-speed railways, etc.

Results of the rail lines impedance investigated by Hill et al, Mariscotti et al, and others. A theoretical analysis of the rail impedance frequency dependence is based mainly on the so-called Carson/Pollaczek model, that was proposed almost simultaneously by J. R. Carson and F. Pollaczek for determination of the AC transmission line impedance with considering earth influence. They obtained equations for impedance under such specific assumptions:

- conductors are parallel and infinite length;
- ground under wires is homogeneous and of constant resistivity;
- dielectric and magnetic permittivity of the ground are considered to be equal to unity;
- the displacement currents in the air and the ground are neglected.

Solutions of the equations were obtained for quasi static transverse electromagnetic modes (TEM) of an electromagnetic field (i.e. in assumption that electromagnetic field include only longitudinal modes).

Based on Carson's work, Wise proposed more general expression considered the displacement currents in the air and the ground. Sunde summarized these works and proposed generalized formula. Later some approximate expressions were proposed by Gary, Deri et al, F. Rachidi, and others.

It has been shown that validity of the Carson's approximation extends to frequencies of about a few MHz for typical overhead power lines and for earth conductivity of about 0.01 Sm/m. Theoretical consideration of the frequency dependence of traction rails impedance is more complicated task due to:

- complex structure of the railroad track consisting of two rails, sleepers, ballast;
- skin-effect in rails;
- strong current dependence of magnetic permeability of rail steel;
- influence of the nearly lied ground due to displacement current being inducted in the ground and leakage current due to small resistance between rail and a ground;
- complex shape of rail cross-cut.

Available data of rail impedance investigations are related mainly to the 1435 mm gauge rail system and UIC 60 rail type. Results of rail impedance calculations for the traction current harmonics according to Carson's method don't provide satisfactory concordance with the data for frequencies greater than 1 kHz.

The aim of the work is to carry out the comparative analysis of the main methods for calculation of rail impedance for 1520 mm tracks in audio frequency range.

To achieve this goal a brief mathematical formulation of the main calculation methods for impedance of conductors above lossy ground were carried out. According to Carson's method and method of complex depth for earth return current, the serial rail impedance for the 1520 mm tracks have been calculated. The differences between calculated results and measured data may be eliminated by correct choice of the calculation parameters in the formulas.

PROBLEMS IN CERTIFICATION PROCESSES CONTROL-COMMAND AND SIGNALING SUBSYSTEM

Kycko M.

Instytut Kolejnictwa, Warszawa, Polska

In the era of dynamic changes in the field of railways characterized by an increase in investment in the railway market, the problem of investment risk is becoming essential. The publication presents selected problems of risk analysis and how to identify investments risks from the design phase to the implementation process.

The paper aims to outline the importance of the certification process, mainly presenting threats and risks that can and often occur in the process of certification. The certification process of subsystems, signaling subsystem including, is required by the national and EU law. The necessity to meet interoperability requirements results, among others, from conditions of the investment financing. European funds finance investments only if interoperability requirements are met, and the proof of this is to obtain an EC certificate of verification, which is issued by independent bodies. In terms of safety on railway lines the most important role is played by the control-command and signaling subsystem. Hence, the paper presents a certification process of control-command and signaling subsystem.

Certification has long been an important element in investment processes, but in recent years, this topic is increasingly being discussed, which, among other things, is due to the development of railway transport in Poland. As regards safety on the railway, the control-command and signaling subsystem in the superior as well as the basic part plays the most important role. Also because of this reason, the evaluation of control-command and signaling subsystem is more complicated and requires more work and time than the evaluation of other structural subsystems. In order to conduct such an assessment, it is necessary to find qualified and experienced professionals, who are often not plentiful in companies pursuing investments. Lack of competence among the investment contractors translates, among others, into problems during the certification process of the subsystem, and thus lengthening the duration of the investment and financial losses.

DEVELOPING A MODEL FOR COORDINATION ACTION OF UNITS OF THE STATE SERVICE OF EMERGENCIES OF UKRAINE AT LIQUIDATION CONSEQUENCES OF TECHNOGENIC EMERGENCIES

Liashenko O., Kyryichuk D., Lozhkin R.

Kherson National Technical University, Ukraine

The possibility of occurrence of technogenic emergencies at railway transport entails the need for prevention and liquidation of consequences. There is need clear coordination of the various units of the State Service of emergencies of Ukraine to resolve these issues and integration of forces and material resources for rescue and other operations.

Special commission on technogenic-ecological safety and emergencies created to coordinate action of units of the State Service of Emergencies of Ukraine at liquidation of consequences specific emergencies at the regional, local, object management levels.

In this case, coordination can be carried out informally or formally. Informal coordination involves joint concerted collaboration of the units of the State Service of Emergencies of Ukraine and can be considered as interaction decision issue. The process of cooperative interaction requires a joint plan to achieve the goal, and the coordination of efforts to implement it.

At formal coordination is set a finite set of rules and procedures that govern the process of interaction.

Formal implicit coordination involves the interaction of the units of the State Service of Emergencies of Ukraine with coordinating management part in the «request-response» format.

By way of a coordinating management body appear commission on technogenic-ecological safety and emergencies, which regulated the interaction of the units of the State Service of Emergencies of Ukraine and respond for the distributing of forces and material resources for rescue and other operations.

Formal explicit coordination assumes direct control managing influence of coordinating body in the units of the State service of Emergencies of Ukraine. In this case, coordination of actions reduced to coordinating of managing influence within the framework of plan of liquidation of consequences of emergencies.

In this paper, proposed to reduce coordinating issue to a decision cooperative support issue. It is need to construct the decision cooperative model, using multi-agent approach.

This approach assumes designing of multi-agent system, the main elements are intellectual agents.

The multi-agent system is complex of interconnected intellectual agents capable interacting with each other and environment having certain intellectual abilities and possibility of individual and collective action. The units of the State Service of Emergencies of Ukraine come forward by way of the intellectual agents, which take a part in liquidation of consequences of emergencies.

The informative structure of intellectual agents consists of next elements: the library activity models, the library of available logical cognitive models, the library of goals, the library of plans, the set of admissible control actions, the knowledge base and the database.

Every intellectual agent provide individual actions within the framework of plan of liquidation of consequences of emergencies, using these or other managing influences and where in coordinating (or do not coordinating) with other intellectual agents. The joint search for ways of intelligent agents and ways to achieve the goals, leads to their interaction. Thus, the multi-agent system foremost is the interaction model.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПАРИ ТЕРТЯ «КОНТАКТНИЙ ПРОВІД – СТРУМОЗНІМАЛЬНИЙ ЕЛЕМЕНТ»

Антонов А. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Особливістю передачі електричної енергії від тягової підстанції до електрорухомому складу є те, що вся система електропостачання залізниць працює на ковзний контакт «контактний провід – струмознімальна вставка». До якого, в свою чергу, висуваються високі вимоги за надійністю та економічністю струмознімання.

При підвищенні швидкостей руху електрорухомого складу та збільшенні ваги поїздів виникає необхідність підвищення надійності та якості роботи ковзного контакту. В свою чергу, необхідно вирішити проблеми пов'язані з підтримкою в робочому стані контактної мережі та струмоприймачів. Одним з перспективних напрямків підвищення надійності роботи контактної мережі є зменшення зносу взаємодіючих елементів пари тертя «контактний провід – струмознімальний елемент».

Досягнення зменшення зносу матеріалів пари тертя «контактний провід – струмознімальний елемент» вимагає виконання значної кількості досліджень на зношування контактних пар пристроїв струмознімання.

Для дослідження процесів зношування використовуються фізичні та математичні моделі трібопар, проводяться дослідження реальних об'єктів на спеціалізованих стендових установках та під час експлуатаційних випробувань.

Проведення таких досліджень дозволяє досягнути наступних цілей:

- Оцінити характеристики нових поєднань елементів контактних пар пристроїв струмознімання.
- Провести перевірку на працездатність нових трібопар в умовах, максимально наближених до експлуатаційних.
- Визначити оптимальні умови експлуатації.
- Спрогнозувати строк служби елементів контактної пари.

Для створення ефективних математичних моделей необхідно провести комплексні лінійні та стендові дослідження з метою визначення усіх впливаючих факторів та умов в яких експлуатуються елементи контактної пари.

Відомо, що на ковзний контакт впливають наступні зовнішні фактори: сила натиску, швидкість руху, тривалість імпульсів зміни сили натиску та температура в точці контакту. Сила натиску в контакті, разом з частотою відривів являються основними факторами при оцінці взаємодії контактної підвіски зі струмоприймачем. Окрім конструкції підвіски та струмоприймача, на силу натиску великий вплив чинить також швидкість руху, фізичні та хімічні процеси, що протікають в ковзному контакті.

Метою проведення стендових та експлуатаційних досліджень є корегування результатів отриманих за допомогою математичних моделей та прогнозування строку служби елементів пари тертя.

Методи математичного моделювання зношування контактних пар можна умовно розділити на три групи: детерміновані, імовірнісні та методи основані на теорії подібності.

Для оцінювання процесів зношування та прогнозування зношування матеріалу пари тертя «контактний провід – струмознімальний елемент» краще всього підходять імовірнісні методи оцінки, які можуть враховувати фізико-механічні властивості матеріалів, мікрогеометрію поверхні тертя, поєднання зовнішніх та внутрішніх впливаючих факторів.

Використання статистичних експериментальних даних при оцінюванні ресурсу та зношування пари тертя дозволяє підвищити достовірність результатів розрахунку математичних моделей.

Позитивною особливістю імовірнісного методу оцінювання ресурсу пари тертя та зносу контактуючих поверхонь є можливість врахування причинно-наслідкових зв'язків між величиною зносу та факторами, що впливають на нього.

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА БАЗЕ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ

Беляев Н. Н., Калашников И. В., Гончарова Д. П., Горбович О. С.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

В работе представлены результаты исследований по оценке уровня загрязнения окружающей среды (атмосфера, подземные воды) при аварийных ситуациях на транспорте и промышленных объектах. Рассматриваются аварийные ситуации, которые сопровождаются разливом опасных веществ, их эмиссией в атмосферу, фильтрацией в грунт и в подземные водоносные горизонты. Как известно, в настоящее время для решения таких задач используются методики, основанные на применении эмпирических зависимостей (нормативная методика) или аналитических решений уравнений массопереноса. Такой подход не позволяет учесть ряд важных факторов, которые существенно влияют на формирование зон химического заражения (нестационарный процесс эмиссии, наличие застройки и т.д.). Кроме этого, применяемые методики не позволяют определить конкретное количество

вредного вещества, которое попало на конкретную территорию и тем самым количественно оценивать масштаб загрязнения окружающей среды. Поэтому расчет экологического ущерба на основании нормативной методики или аналитических моделей является нереалистичным и не отвечает современным требованиям.

В работе рассматривается новый подход по оценке экологического ущерба в случае выброса загрязняющих веществ, при чрезвычайных ситуациях. Этот подход основывается на решении двух основных задач:

1. Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере.
2. Расчет массы загрязняющих веществ, осевших на конкретной территории.

Для расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере используются уравнения аэродинамики и массопереноса. На базе этих уравнений выполняется численное моделирование процесса рассеивания примеси при авариях, в условиях примыкающей застройки.

Представлен комплекс численных моделей, позволяющих анализировать процессы загрязнения грунта и подземных вод при аварийных разливах. На базе данных моделей проведены вычислительные эксперименты, позволяющие оценить динамику загрязнения грунта и подземных вод при различных аварийных ситуациях на промышленных объектах и транспорте.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ УГЛЯ

Беляев Н. Н., Оладипо Мутиу Олатойе

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Известно, что при перевозке угля в полувагонах происходит интенсивный вынос угольной пыли. Последствием этого является сильное загрязнение транспортных коридоров. В зону загрязнения попадают монтеры пути, обходчики и т.д. В этой связи возникает важная задача по прогнозу уровня загрязнения транспортных коридоров и разработке методов по минимизации такого загрязнения.

В работе представляется комплекс компьютерных программ, разработанных для анализа интенсивности выноса угольной пыли из полувагонов или от штабелей угля. Данные программы могут быть использованы для прогноза уровня загрязнения транспортных коридоров при выносе угольной пыли из полувагонов. Для моделирования процесса рассеивания пыли в транспортном коридоре используются численные модели. Моделирующими уравнениями являются уравнения массопереноса и аэродинамики. Процесс моделирования ветрового потока возле полувагона или штабеля с углем основывается на применении уравнения Лапласа, описывающего поток идеальной жидкости.

Дифференциальное уравнение массопереноса, которое используется для моделирования процесса рассеивания пыли в атмосфере, учитывает скорость и направление воздушного потока, состояние атмосферы, атмосферную турбулентную диффузию.

Для численного интегрирования моделирующих уравнений используется метод сеток. Особенностью применяемых неявных разностных схем является то, что практическая реализация этих схем осуществляется по явной схеме бегущего счета. С помощью маркеров задается, положение железнодорожного вагона, его форма, форма «насыпи» сыпучего груза в полувагоне. Интенсивность выделения пыли от насыпи в полувагоне или от штабеля угля рассчитывается на базе эмпирических зависимостей.

Разработанные численные модели ориентированы на решение комплекса прикладных задач, связанных с анализом загрязнения окружающей среды при уносе угольной пыли.

В работе представлены результаты проведенных расчетов, которые позволяют оценить влияние различных физических факторов на формирование зон загрязнения при транспортировке сыпучих грузов и оценить эффективность применяемых способов защиты. Представлено решение задач по применению различных методов, направленных на уменьшение интенсивности выноса пыли из полувагона или от штабеля угля.

В данной работе представляются результаты экспериментального исследования по оценке влияния дополнительно установленных бортов и дефлекторов на минимизацию выноса угольной пыли. Эксперименты проводились на моделях полувагонов. Результаты экспериментов подтвердили, что установка дополнительных бортов и дефлекторов позволяют уменьшить интенсивность выноса угольной пыли.

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Беляев Н. Н., Лебединська М. В., Рімек Я. Є., Салівончик Д. П.
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Однією з важливих задач в галузі безпеки є розробка методів захисту навколишнього середовища при техногенному навантаженні. В рамках цього напрямку розглядається розв’язання двох наукових задач. Перша задача – це захист від забруднення підземних вод при аварійних розливах. В рамках цієї задачі розглядається використання методу нейтралізації та підземних стінок для захисту від забруднення підземних вод. Наведені результати фізичних експериментів по оцінці ефективності цих методів захисту, які були проведені в лабораторії гідравліки ДНУЗТ. На другому етапі наукових досліджень проводився обчислювальний експеримент по визначенню ефективності захисту підземних вод від забруднення при використанні наступних захисних методів: використання методу нейтралізації, використання поглинаючих свердловин.

В рамках другої наукової задачі розглядається проблема забруднення підземних вод під дією ставків зі стічними водами. Як відомо, фільтрація забруднених вод з цих ставків приводить до двох проблем. Перша проблема – це підтоплення селітебних зон. Для прогнозу такого підтоплення побудована чисельна модель, яка базується на використанні рівняння фільтрації. За допомогою цієї моделі є можливість розраховувати зміну з часом глибини ґрунтових вод. Це дає можливість визначати інтенсивність затоплення території під дією техногенних або природних факторів. Друга проблема – це зміна якості підземних вод при інфільтрації забрудненої води зі ставків. Для прогнозу цього процесу побудовано чисельну модель, яка базується на двовимірному рівнянні геоміграції. За допомогою цієї моделі виконано прогноз динаміки забруднення підземних вод в Павлоградському районі.

Для чисельного інтегрування рівнянь моделі застосовуються неявні різницеві схеми розщеплювання. В доповіді представлені результати обчислювальних експериментів по оцінці інтенсивності зони аварійного забруднення підземних вод і оцінці ефективності використання захисних екранів, методу нейтралізації, відкачки води для відновлення якості підземних вод та їх рівня в Дніпропетровській області.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАБРУДНЕННЯ АКВАТОРІЇ РІЧОК

Біляев М. М., Мотузко Д. О., Мартиненко І. О.
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

В роботі розглядається використання побудованої математичної моделі для прогнозу забруднення річки Дніпро при аварії. Моделюється пошкодження на аміакопроводі «То-

льятті-Одеса», на ділянці, де він відкрито пересікає р. Дніпро. Для 3D моделювання поширення домішки в водному середовищі у випадку витoku з аміакопроводу використовується тривимірне рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial \omega C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \sum Q_i(t) \delta(r - r_i),$$

де C – концентрація аміаку в річці; u , v , ω – компоненти вектора швидкості водного потоку; $\mu = (\mu_x, \mu_y, \mu_z)$ – коефіцієнти турбулентної дифузії; Q – інтенсивність викиду токсичної речовини; $\delta(r - r_i)$ – дельта-функція Дірака; $r_i = (x_i, y_i, z_i)$ – координати джерела викиду.

Для чисельного інтегрування рівняння переносу домішки використовується поперемінно-трикутна неявна різницева схема.

На базі чисельної моделі виконано комплекс розрахунків по оцінці рівня забруднення р. Дніпро при різноманітних аварійних ситуаціях. Методом обчислювального експерименту визначалась інтенсивність забруднення акваторії р. Дніпро та зміна розмірів зони забруднення протягом часу. Визначена динаміка зони забруднення води поблизу розташування водозаборів.

В доповіді представлені результати моделювання процесів забруднення акваторії р. Дніпро при аварійних ситуаціях на залізничних мостах. Наведені данні щодо динаміки забруднення води в акваторії біля водозаборів. Визначено час, коли необхідно вимкнути водозабори для їх захисту при надзвичайних ситуаціях на залізничних мостах.

МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ ТА СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА В МЕЖАХ СМУГИ ВІДВЕДЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ПО БАЛЦІ ТУНЕЛЬНА (М. ДНІПРО)

Богаченко Л. Д., Сердюк С. Н., Михайлова О. М.

Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара

Антропогенні геоморфологічні процеси за характером свого прояву мало відрізняються від природних геоморфологічних процесів, і людська діяльність є однією з умов формування акумуляції та денудації, які спрямовані, з одного боку, на вирівнювання рельєфу, з другого – на його терасування, розчленування. Так, спорудження валів, дамб, тунелів, цивільне та промислове будівництво, які направлені на переміщення мінеральних мас – є чинниками формування сучасного рельєфу.

Метою проведеного моніторингу стану земель та геологічного середовища є дослідження сучасних природних умов балки та впливу антропогенного навантаження на неї з метою своєчасного виявлення змін стану та запобігання (усунення) негативних наслідків, прогнозування змін інженерно-геологічних умов під впливом природно-техногенних факторів; розробки рекомендації із захисту території від небезпечних геологічних процесів і явищ.

Для розв'язання поставлених завдань виконані наступні види інженерно-геологічних робіт: збір і систематизація матеріалів вишукувань минулих років; рекогносцирувальне обстеження балки; камеральна обробка зібраних матеріалів.

Виходячи з інженерно-геологічної оцінки території балки Тунельна у межах смуги відведення залізничної колії по перегону «Дніпропетровськ Південний – станція Зустрічний» можна зробити висновок, що в зв'язку з негативним техногенним впливом у сукупності з природно-кліматичними факторами, досліджувані схили балки Тунельна можуть бути віднесені до зсувонебезпечних, тому і потребують інженерного захисту. Тобто одні-

єю з безвідкладних задач є забезпечення стійкості, надійності та функціональної безпеки колії та земляного полотна на території дослідження, а саме забезпечення безперебійного пропуску поїздів без виникнення небезпечних умов з боку геологічного середовища. Забудова схилів балки призводить до додаткового навантаження лесових ґрунтів, яке впливає на розвиток зсувних процесів.

Для стабілізації зсувів необхідно передбачити комплекс протизсувних і профілактичних заходів. Проведення водозахисних заходів щодо організації поверхневого стоку по схилам б. Тунельна передбачають обладнання їх та прилеглих до балки ділянок, з яких вода може попадати на схили, системою відкритих водостоків, днища й стінки яких слід улаштовувати водонепроникними матеріалами. Першочергово необхідно виконати організацію перерозподілу поверхневого стоку в верхній частині правого схилу балки по Запорізькому шосе – засипка і тампонаж покинутих порушених погребів і ям глинистим ґрунтом з ущільненням, прокладка і ремонт наявних порушених водовідвідних каналів і лотків у районі залізничного тунелю, дно й стінки яких слід також улаштовувати водонепроникними матеріалами, вести постійний контроль за їх станом. На схилах і в дні балки необхідно постійно проводити агролісомеліоративні заходи. Лише жорстка заборона рубки дерев на схилах балки, зсипання сміття й т.і. може сприяти дієвому водозахисту та зменшенню накопичування вологи в просідних ґрунтах, тим самим зменшуючи інтенсивність негативних екзогенних процесів – площинний змив, яроутворення та зсуви. Все це можливо за умов включення балки Тунельна до заповідного фонду України та жорсткої регламентації діяльності у її межах на законодавчому рівні.

Для забезпечення ефективності й надійності експлуатації колії та земляного полотна необхідне створення системи комплексних спостережень за поведінкою зсувних схилів, тобто постійне проведення гідрогеологічних і геодезичних спостережень. Із цією метою необхідне закладення режимної гідрогеологічної й реперної мережі, створення діючої математичної моделі території балки.

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ И БЕЗОТКАЗНОСТЬ НА ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ

Бойник А. Б., Щерблякина Е. В.

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта

Техника не стоит на месте. Внедрение микропроцессорной централизации (МПЦ) – это не дань моде, а объективная необходимость обновления всего технологического процесса управления перевозками на основе применения информационных технологий. О необходимости модернизации релейных систем управления станциями спорить не приходится. Многие из них уже давно отслужили установленные сроки, устарели как морально, так и физически. С каждым годом количество отказов этих устройств только увеличивалось, растут и затраты на их содержание.

В настоящее время многие промышленные предприятия и магистральный железнодорожный транспорт заменяют системы электрической централизации на микропроцессорные (МПЦ).

За последние годы в нашей стране были успешно выполнены работы как по внедрению МПЦ на многих станциях. Эксплуатация МПЦ на этих станциях показал безотказность и надежность новых устройств в суровых климатических условиях.

Одной из последних внедренных система МПЦ типа МПЦ-С станция «Коксовая», разработанная ООО «НПП «САТЭП» для ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог». Перед внедрением, был проведен ряд испытаний, проверялись условия функциональной безопасно-

сти. В которых учитывают все факторы влияния на МПЦ. Обязательным условием подтверждения безопасности любой системы МПЦ являются стендовые и имитационные испытания на функциональную безопасность.

В ходе проведения стендовых испытаний определялась работоспособности системы МПЦ-С ст. «Коксовая»; производилась установка соответствия системы МПЦ-С требованиям внутренних, национальных и международных нормативных документов по безопасности, надёжности и функциональности систем электрической централизации стрелок и сигналов (как разновидности систем СЦБ): ДСТУ 4178-2003; памяткам ОСЖД Р-808, Р-843, Р-844; технологическим алгоритмам функционирования (ТА) и техническому заданию (ТЗ) и проекту Д255949-СЦБ.2; проверялась правильность выполнения базовых функций ЭЦ для ст. «Коксовая» (предусмотренных ТА, ПТЭ, ИСИ, ИДПМР на промышленном транспорте) при моделировании штатных технологических ситуаций и невыполнения условий безопасности; правильность ввода и выполнении ответственных и особо ответственных команд управления; отображения необходимой информации на мониторах оперативного и обслуживающего персонала.

В процессе проведения испытаний системы МПЦ-С станции «Коксовая» на имитационных моделях было установлено, что программное обеспечение и комплекс аппаратно-технических средств верхнего и среднего уровня системы МПЦ-С функционирует в соответствии с технологическими алгоритмами и технической документацией; отказов, сбоев, ошибок и конфликтов программно-аппаратных средств системы МПЦ-С, в т.ч. опасных, в процессе испытаний зафиксировано не было. Одиночные отказы, сбои и повреждения напольного оборудования и их объектных контроллеров, воспроизводимые с помощью имитационной модели, приводят к защитному состоянию отдельной подсистемы, связанной с управлением соответствующим объектом, или системы МПЦ-С в целом.

Система МПЦ-С станции «Коксовая», по результатам имитационных испытаний, выполняет все требования и условия по безопасности и безотказности, предъявляемые к микропроцессорным системам ЭЦ.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Бочков К. А., Буй П. М.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта»,
Республика Беларусь, г. Гомель

Мировые тенденции развития аппаратно-программных комплексов встраиваемых компьютерных систем оказывают существенное влияние на использование современных систем автоматики и телемеханики на базе микропроцессорной техники. Такие компьютерные системы принято относить к особому классу «ответственных встраиваемых систем».

Микропроцессорные системы управления на железнодорожном транспорте относятся к так называемым системам управления нижнего уровня, которые непосредственно связаны с управлением и обеспечением безопасности движения поездов. В настоящее время для таких систем управления на железнодорожном транспорте неизбежным становится вопрос аттестации на соответствие требованиям по защите информации. В целом, это касается любых информационных систем железнодорожного транспорта, оперирующих в процессе своей работы информацией, распространение и/или предоставление которой ограничено. При этом должны обеспечиваться конфиденциальность, целостность и доступность такой информации, т.е. обеспечиваться ее информационная безопасность.

С позиции информационной безопасности ИТ-технологии на железнодорожном транспорте можно разделить на два класса. К первому классу относятся информационные си-

стемы, не участвующие непосредственно в обеспечении безопасности движения поездов, но использующие информационный контент, являющийся конфиденциальным или содержащий коммерческую тайну. Ко второму классу относятся системы управления движением поездов, использующие современные IT-технологии.

Особенностью систем управления нижнего уровня на железнодорожном транспорте является то, что в них практически отсутствует конфиденциальная информация. Поэтому обеспечение конфиденциальности информации приобретает второстепенное значение, а наиболее важными становятся целостность и доступность информации. Целостность предполагает надежное и безопасное управление за счет сохранения контроля над структурой управляющих воздействий, а доступность – над их авторизацией и временем появления. Все эти вопросы касаются безопасности функционирования системы управления. Таким образом, системы управления на нижнем уровне должны отвечать требованиям, предъявляемым с точки зрения функциональной безопасности. Функциональная безопасность – это совокупность таких условий функционирования системы управления, при которых предотвращаются или минимизируются последствия от внешних или внутренних деструктивных информационных воздействий, приводящих к нарушению процесса штатного функционирования системы.

Таким образом, с точки зрения законодательства для микропроцессорных систем управления на железнодорожном транспорте приоритетными являются вопросы информационной безопасности, а с точки зрения обеспечения безопасности движения поездов – функциональной. В итоге необходимо комплексно оценивать безопасность системам управления нижнего уровня.

К сожалению, существующие технологии и методы оценки информационной безопасности предполагают анализ технологического программного обеспечения на отсутствие несанкционированного доступа за счет методов аутентификации и идентификации в отрыве от функциональной безопасности и анализа системы в целом с ее аппаратной частью, операционной системой, драйверами устройств и интерфейсами.

В последнее время в литературе все чаще встречается понятие кибербезопасности. Кибербезопасность – это совокупность политик и действий, которые должны быть предприняты для защиты критически важных объектов от деструктивных информационных воздействий (например, несанкционированный доступ, компьютерная атака, программно-аппаратные закладки, недеklarированные возможности, искажение, кража, уничтожение информации), направленных на нарушение штатного функционирования этих систем. Таким образом, понятие кибербезопасности объединяет понятия информационной и функциональной безопасности.

В большинстве современных систем управления движением поездов используются аппаратные средства (промышленные компьютеры, микроконтроллеры) и системное программное обеспечение (операционные системы, драйверы и т.п.) западных производителей. Вместе с тем, литературные источники и практика использования указывают на наличие как программных, так и аппаратных закладок (документированных и недокументированных), позволяющих осуществить несанкционированный доступ с целью получения информации или удаленного вмешательства в работу системы (блокирование, нарушение санкционированной доступности и т.п.). Такие аппаратные и программные закладки поставляются вместе с аппаратно-программным комплексом и носят скрытый характер. Зачастую стандартными средствами администрирования обнаружить такие закладки невозможно. Но, помимо специально внедренных закладок, в аппаратно-программных комплексах неизбежно присутствуют ошибки как в логике работы микросхем, так и в исполняемом программном коде, которые могут привести к не менее опасным последствиям.

Вместе с тем, в Республике Беларусь Указом Президента Республики Беларусь № 486 «О некоторых мерах по обеспечению безопасности критически важных объектов информатизации» введено понятие критически важного объекта информатизации (КВОИ), который, согласно определения, обеспечивает функционирование экологически опасных и (или) социально значимых производств и (или) технологических процессов, нарушение штатного режима которых может привести к чрезвычайной ситуации техногенного характера. В настоящее время микропроцессорные системы управления на железнодорожном транспорте не отнесены к КВОИ, однако точку в этом вопросе ставить еще преждевременно, т. к. по своей сути данные системы полностью соответствуют приведенному выше определению, а последствия кибератак могут нанести катастрофический ущерб национальным интересам Республики Беларусь в экономической, социальной и экологической сферах.

Все перечисленное выше указывает на то, что при использовании информационных систем в процессе обеспечения безопасности движения поездов задача оценки их кибербезопасности становится одной из важнейших. Целесообразно организовать выявление во встраиваемых компьютерных системах для автоматизации процессов управления железнодорожным транспортом уязвимых мест закладок и возможных ошибок, действие которых может привести к наихудшим последствиям. Такое выявление может производиться с помощью группы экспертов, пытающихся встать на место злоумышленников, внедряющих закладки. Помимо этого, система защиты должна быть организована таким образом, чтобы кибербезопасность системы автоматизации процессов управления железнодорожным транспортом не нарушалась при появлении ошибки или внедрении закладки. Развитие информационных технологий не стоит на месте. Поэтому необходимо разрабатывать и использовать четкие адаптивные регламентированные действия по контролю ответственных команд, поступающих на систему автоматики и телемеханики. При этом любое возможное удаленное воздействие на систему управления или запрос информации с нее могут быть произведены только после подтверждения ответственного работника в оперативном режиме.

МОНІТОРИНГ РУХОМОГО СКЛАДУ ПІД ЧАС РУХУ

Буряк С. Ю.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Технічна діагностика та питання автоматичного знімання вихідної інформації про перевізному процесі стають пріоритетними, оскільки достовірність і оперативність інформації визначають ефективність системи управління. Напруженість роботи інфраструктури залізничного транспорту збільшується в міру зростання навантажень на вісь і швидкостей руху. При цьому витрати на технічне обслуговування вступають в конфлікт з обмеженнями, що накладаються часом і економічними умовами. Тому на дорогах все важче стає підтримувати інфраструктуру в конкурентоспроможному стані. А оскільки безпека руху є найважливішою складовою галузі, то необхідно розробляти і втілювати такі методи діагностування і контролю, які дозволять виконувати аналіз стану рухомого складу та об'єктів інфраструктури постійно і без перерви руху.

У процесі руху поїзда найбільш інтенсивно зношуються підшипники буксових вузлів і колеса, які відчують максимальні динамічні навантаження, в тому числі й такі, що перевищують граничні значення. В свою чергу дефекти і несправності візків створюють додаткові осьові навантаження на підшипники, прискорюють їх знос, призводять до люфту і інших пошкоджень. Змінюються геометрія і профіль коліс з підрізанням гребеня. Накопичується втома поверхні кочення колеса.

Дефекти поверхні кочення колеса, в свою чергу, прискорюють знос, викликають люфт і пошкодження поверхонь кочення підшипників. Змінюється геометрія візку, що викликає сход з рейок. Крім цього дефекти профілю і поверхні кочення коліс призводять до пошкоджень рейок, верхньої будови колії і до сходження з рейок. Відмова та перегрів підшипника буксового вузла також завершуються сходом з рейок.

Заклинювання несправними гальмами коліс викликає їх перегрів. На поверхні кочення з'являються повзуни, що наносять значні пошкодження рейкам у русі та можуть призвести до сходу вагонів з рейок. Дефекти поверхні кочення коліс створюють неприпустимі ударні навантаження на рейки і підшипники, що прискорює їх руйнування.

Світова практика показує, що для вантажного рухомого складу найбільш ефективний напрямок розвитку засобів діагностики – моніторинг на ходу поїзда. Ще його можна застосовувати для пасажирського і, що особливо важливо, для високошвидкісного руху. До останнього часу технології виявлення несправностей, перш за все, розвивалися на основі придатності вузла до подальшої експлуатації. При цьому інформація видавалася у вигляді сигналів тривоги. Системи спрацьовували тільки після виходу параметрів за критичні пороги.

До недоліків таких систем відносяться: низька достовірність виявлення дефектів букс, яка веде до непланових зупинок поїздів (підтверджується біля 10 % тривожних повідомлень, при цьому 90 % поїздів зупиняється за помилковими повідомленнями); неможливість виявлення дефектів касетних букс, що мають більш високий рівень нагріву, з необхідною достовірністю; неможливість прогнозувати дефекти на ранній стадії для скорочення витрат на ремонт; відсутність контролю розвитку дефекту при русі вагонів по всьому маршруту слідування (відсутність накопичення інформації); збільшення експлуатаційних витрат на утримання і регулювання технічних засобів діагностики; недостатня надійність технічних засобів при складних умовах експлуатації, низькій кваліфікації персоналу і незахищеності від вандалізму.

Методами і заходами подолання зазначених недоліків і, в кінцевому підсумку, підвищення ефективності і безпеки систем діагностики можуть стати: впровадження принципово нових типів датчиків теплового контролю (конверсійні технології); створення і розвиток систем ранньої діагностики рухомого складу; створення комплексів обробки інформації від контрольних точок на всьому протязі маршруту слідування; підвищення надійності технічних засобів і програмного забезпечення за рахунок багаторазової обробки інформації та математичних моделей розвитку відмов; підвищення надійності каналів передачі інформації та обсягу оброблюваних повідомлень, що забезпечують підвищення безпеки по прийняттю рішення про стан технічних засобів; використання непрямих методів діагностики стану букс (акустичні шуми, ультразвук, вібрація, цифровий контроль телевізійними методами); створення комплексних пристроїв обробки інформації (комплексні центри контролю) з об'єднанням різних методів діагностики об'єкта для вироблення прогнозуючих рішень.

Таким чином, кінцевою метою підвищення технічної безпеки рухомого складу повинно стати створення системи, яка об'єднала б комплекси технічних засобів виявлення і прогнозування несправностей в єдину автоматизовану систему. Така система повинна забезпечувати збір максимальної кількості об'єктивної інформації для кожного рівня управління перевізним процесом.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЯХ

Бялонь А., Фурман Ю.
Instytut Kolejnictwa, Warszawa, Polska

Как известно, возможность применения тяговых поездов с импульсным пуском ограничивается не только тем, что эти поезда превышают допустимый уровень высших гармоник в токе питания.

Вопрос следует рассматривать с учетом нескольких локомотивов на маршруте. При рассмотрении суперпозиции гармоник от нескольких локомотивов необходимым является определение амплитуды и фазы отдельных гармоник токов. На амплитуды и фазы влияют: система питания, позиция поезда на маршруте, момент пуска, скважность ε , значение тока пуска, тип поезда. Из этого видно, что амплитуды и фазы данных гармоник являются столь случайными, что без применения статистических методов вычисление будет очень трудоемким и учитывающим только некоторые наиболее простые случаи. Составление суммы токов для наиболее сложного случая, т.е. вычисление алгебраической суммы приводит к получению завышенного (не реального) значения и тем самым вызывает усложнение проблемы и ведет к необходимости применения слишком больших защитных и ограничивающих мер.

В предлагаемой модели составляются двумерные случайные вектора тока. Вектор геометрической суммы токов является тогда также случайной функцией, плотность вероятности которой зависит от числа векторов и от распределения плотности вероятности отдельных векторов.

На основе относительной частоты суммы можно определить уровень вероятности превышения вектором данного значения или при данной вероятности, какое значение будет им достигнуто. Для этой цели необходимо определить распределение результирующего вектора частоты вероятности для каждого вектора. Для вычислений принят метод статистических испытаний (метод Монте-Карло), заключающийся в оценке параметров случайных переменных на основе их реализации. Точность метода Монте-Карло зависит от числа выборок (реализации). Оценка ошибки в этом методе осуществляется по формуле Чебышева.

Число реализации переменных выборок определено во время вычислений так, чтобы при заданной вероятности получить необходимую точность решения. Принимая вероятность до 99,9 %, и число выборок при котором результат был стабильным.

В модели принималось, что фазы и амплитуды отдельных векторов являются независимыми случайными переменными с равномерным распределением.

ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОСУМІСНОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ І МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ

Васильєв В. Є., Скрябін І. П.
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Залізниці є одними з основних транспортних артерій нашої країни, ними виконується більше половини загального вантажообігу і третина пасажирських перевезень в країні. Проте, недостатні об'єми виробництва локомотивів, низькі якісні і економічні показники експлуатації обладнання викликають серйозні затруднення в нормальному функціонуванні залізничного транспорту.

Без прийняття найближчими роками радикальних заходів по відновленню експлуатаційних властивостей пасажирських електровозів постійного струму за відсутності поста-

чань нових електровозів можуть виникнути серйозні проблеми по забезпеченню пасажирських перевезень.

Найбільш економічним способом вирішення проблеми переоснащення парку електровозів являється програма виробництва нового виду ремонту – КРП. Під час проведення робіт до силової схеми електровоза ЧС2 повинні бути внесені істотні зміни, а саме застосування в схемі перемикання тягових двигунів електропневматичними контакторами і перехідних діодів, також повністю повинен бути скомпонований пусковий реостат. Це все дозволить підвищити енергосумісність рухомого складу і мережі живлення, знизити кидки струму під час переходів з позиції на позицію і між з’єднаннями.

Робота виконана методом імітаційного моделювання електромагнітних процесів в силовому колі електровоза постійного струму за допомогою програмного пакету MatLab.

В результаті розрахунків по впливу розкиду термінів включення електропневматичних контакторів показують, що значно зменшуються імпульси струму і їх тривалості практично на всіх з’єднаннях тягових електродвигунів, що підвищує працездатність цих контакторів.

При порівняльних розрахунках рушання і розгону електровоза ЧС2К з регулятором швидкості стосовно до двох варіантів компонування пускового реостата виявлені переваги пропонованої схеми компонування: реалізація більш високих величин пускового струму, сили тяги і прискорення; зниження величини похідній від прискорення, тобто здійснення більш плавного пуску; зниження часу на розгін поїзда до максимальної заданої величини.

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДАХ ШЛЯХОМ КОНТРОЛЮ ЗА РЕЙКОВИМИ ТА АВТОДОРОЖНІМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

Возняк О. М.

Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного
транспорту імені академіка В.Лазаряна, Львівський науково-дослідний
інститут судових експертиз

Зважаючи на значну кількість дорожньо-транспортних пригод, важкість їх наслідків у межах залізничних переїздів існує потреба у подальшому вдосконаленні систем контролю параметрів руху поїздів та автотранспорту з метою підвищення безпеки руху на залізничних переїздах.

Існуючі алгоритми функціонування систем визначення координати і швидкості для автоматичної переїзної сигналізації недостатньо ефективні для підвищення безпеки та забезпечення пропускну здатності автотранспорту. Проведений огляд свідчить про те, що автори вирішували проблему окремо, або з точки зору контролю за рухом поїзда, або шляхом контролю за автотранспортом. Ефективніше проблему забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах можна вирішити, врахувавши вплив на неї обох учасників руху – як залізничних, так і автодорожніх транспортних засобів.

Виходячи із зазначеного, у даній роботі розробляється комплексний метод контролю параметрів рухомих об’єктів у системах безпеки руху на залізничних переїздах, що поєднує одночасний контроль за рухом поїзда на ділянці наближення до переїзду та автотранспорту в межах залізничного переїзду з оцінкою можливих ризиків і, у випадку можливого виникнення небезпечної ситуації, подачі попереджувальних сигналів на пристрої безпеки поїзда. Пристрій із розширеними функціональними можливостями, який використовуватиме даний метод забезпечує: з метою зменшення часу очікування автодорожніх транспортних засобів перед закритим залізничним переїздом, який може коливатися в межах 1...15 хв. контроль процесу переміщення транспортних засобів через залізничний переїзд, як рейкових, так і автодорожніх; розширення функціональних можливостей засобів

залізничної автоматики, шляхом неперервного контролю наявних автотransпортних засобів у межах залізничного переїзду, що дасть змогу завчасно попередити машиніста поїзда, який наближується до залізничного переїзду про потребу у застосуванні спеціальних заходів щодо зниження швидкості руху чи повної зупинки; підвищення пильності водіїв автодорожніх транспортних засобів на залізничних переїздах шляхом використання спеціальних знаків та сигнальних приладів, які сповіщатимуть їх про напрям руху поїзда та час до моменту, який залишився до спрацювання переїзної сигналізації; комплексне вирішення питання функціонування системи залізничної автоматичної переїзної сигналізації, із обов'язковим контролем координати та швидкості поїзда, при застосуванні відповідних методів і алгоритмів регулювання загороджувальними пристроями переїзду.

Особливістю запропонованої системи є те, що вона не втручається у роботу АПС і остання працює у штатному режимі у випадку, якщо результати самотестування негативні або, якщо за результатами визначення координати і швидкості відсутня потреба у введенні затримки на спрацювання АПС. Крім цього, у системі запропоновано введення додаткових табло, на яких відображується напрям руху поїзда, який наближається до залізничного переїзду, та часу, що залишився до спрацювання переїзної автоматики. Це сприятиме тому, що водії великогабаритних, а особливо тихохідних автодорожніх транспортних засобів, оцінивши ситуацію, зможуть прийняти правильне рішення щодо перетину меж залізничного переїзду чи вибору оптимальної швидкості руху через залізничний переїзд.

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ АЛС

Гололобова О. А.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Безопасность движения железнодорожного транспорта определяется способностью машиниста воспринимать сигналы, поступающие с пути. В силу различных погодных условий, воспринимающая способность машиниста ухудшается, и тогда важное значение имеет безотказная работа системы автоматической локомотивной сигнализации (АЛС), которая дублирует в кабине показания светофоров. На работу системы АЛС значительное влияние оказывают помехи, которые приводят к сбоям и отказам в системе.

Анализируя причины появления сбоев, можно выделить основные из них. Самыми распространенными являются неисправность изолирующих стыков, а именно закорачивание стыка металлической стружкой, а также отсутствие или неисправность рельсовых стыковых соединителей, потеря электрического контакта в соединениях штепсель-рельс перемычек рельсовых цепей. При этом переход на рельсовые цепи без изолирующих стыков не решает проблему, а как показывает практика, даже усугубляет ее, приводя к существенному увеличению количества сбоев сигналов. Причиной этого является целый ряд факторов, связанных с физическими свойствами элементов рельсовых цепей и их взаимодействием с приемными катушками. К ним относятся: нелинейность согласующих путевых трансформаторов, обрыв межстыковых соединителей, намагниченность элементов верхнего строения пути, окисление контактов путевых трансформаторов, нарушение межвитковой изоляции.

Кроме того, еще одним значимым источником помех для системы АЛС можно назвать намагниченность элементов рельсовой линии, а также воздействие на приемные катушки и их выходные кабели электромагнитных помех от внешних промышленных источников и токов, протекающих по кузову локомотива. Также следует упомянуть, что на статистику сбоев влияют неисправности приборов кодирования, в частности кодового путевого трансмиттера КПТШ и трансмиттерного реле ТШ. В процессе эксплуатации они находят-

ся в постоянной динамике, что приводит к быстрой выработке их ресурса, в результате износ контактов приборов приводит к искажениям кодовых импульсов.

Для нейтрализации влияния данных факторов на работу системы разработаны и успешно применяются различные способы защиты: применение путевых трансформаторов с большими токами насыщения вместо ПОБС-2, увеличение высоты подвеса приемных катушек, изменение их конструкции и введение дополнительных элементов, выравнивающих продольную составляющую магнитного поля вблизи сердечника приемной катушки, что позволяет улучшить отношение сигнал/помеха, особенно при высоких скоростях движения. Перспективным также является замена контактной путевой аппаратуры на бесконтактные электронные приборы и перевод системы на частоту 75 Гц, что может принципиально решить проблему помехоустойчивости.

Тем не менее, помехи, появляющиеся в канале передачи сигналов АЛС, достаточно разнообразны по причинам появления и их можно представить динамической совокупностью с непредсказуемым составом. Поэтому любое приемное устройство, которое будет работать по алгоритму, не зависящему от особенностей помех и реальной поездной ситуации, не сможет сформировать достоверное решение о принятом сигнале. В этом случае разработка нейросетевой модели приемника АЛС, в которой будет осуществляться совместная оценка параметров сигнала и помехи, может значительно облегчить решение данной задачи. Развитие теории искусственных нейронных сетей позволяет, в отличие от существующих методов дешифрации, более гибко реагировать на внешние влияния. И с учетом тенденции развития микропроцессорной элементной базы, подобная разработка нейросетевого приемника потребует минимальных затрат на ее внедрение.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ЙОГО СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Голуб Г. М.

Державний економіко-технологічний університет транспорту

Залізничний транспорт є одним із самих великих споживачів електроенергії країни, безперебійність і якість постачання якої напряму впливає на експлуатаційні характеристики силового електричного обладнання, а система електропостачання є частиною об'єднаної енергосистеми України.

Сучасні тенденції забезпечення високого рівня ефективності електроенергетичного виробництва безпосередньо пов'язані з його інформатизацією та інтелектуалізацією систем керування. А створення та широкомасштабне впровадження і використання нових інформаційних технологій є найменш витратним і перспективним шляхом підвищення надійності та ефективності функціонування електричних мереж та систем.

Вирішення ряду задач, пов'язаних з керуванням електроенергетичним виробництвом, потребує різнобічної інформації, основним джерелом надходження якої є, технологічні процеси та події, які безпосередньо відбуваються на об'єктах. Формування первинних даних достатньо ефективно може бути реалізовано шляхом створення систем моніторингу.

Системи управління електричними мережами залізниць належать до класу складних багатопозиційних систем керування територіально розподіленими об'єктами з рухомими навантаженнями. Це лягло в основу для організації корпоративної інтегрованої системи моніторингу та керування електричними мережами.

У інтелектуальних електроенергетичних системах передбачені розвинені системи моніторингу та обліку, побудовані на основі багатотарифних мікропроцесорних лічильників

і інших вимірювальних приладах, які здатні виконувати розрахунки, зв'язуватися з іншими аналогічними пристроями, накопичувати інформацію і передавати її по каналах зв'язку.

Інтелектуальна електроенергетична система повинна мати можливість само діагностування і створювати більш точні засоби самодіагностики електрообладнання, які дозволяють завчасно виявити загрози їх пошкодження та запобігти виникненню аварійних ситуацій. Завдяки цьому продовжуються терміни експлуатації основного обладнання, забезпечується можливість своєчасного виконання регламентних і ремонтних робіт, що надзвичайно важливо, якщо враховувати фізичну зношеність основного енергетичного обладнання.

Для передачі даних між об'єктами інтелектуальних електроенергетичних систем частіше починають застосовуватися мережеві технології Internet. Це пов'язано, в першу чергу, з дешевизною, широкою поширеністю і доступністю таких мереж.

Реалізація інтелектуального управління базується на застосуванні мікропроцесорів, терміналів віддаленого доступу, інтелектуальних електронних пристроях, при цьому передбачається можливість координації цих пристроїв не тільки через автоматизовані системи управління верхнього рівня, але і шляхом зв'язків пристроїв один з одним. Пристрої релейного захисту повинні стати взаємопов'язаними і виконувати функції інформаційно-вимірювальної системи. До силового електрообладнання, яке вимагає інтелектуалізації, слід віднести трансформатори, розподільні пристрої й інші пристрої, оснащені системами управління, захисту, моніторингу та обліку електроенергії.

Таким чином, на основі сучасних технологій управління може бути реалізована інтелектуальна система електропостачання, що забезпечує підвищення надійності, енергоефективності та якості електроенергії.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ЗА РАХУНОК КОДОВОГО РОЗДІЛЕННЯ КОЛІЙНИХ ДІЛЯНОК

Гончаров К. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Рейкові кола (РК) виконують відповідальні функції контролю вільності колійних ділянок та цілісності рейкових ліній. Передавальна апаратура РК формує сигнал контролю з певними селективними ознаками, який через рейкову лінію, а також пристрої захисту та узгодження надходить на вхід колійного приймача. При занятті поїздом контрольованої ділянки, а також при руйнуванні рейкової лінії рівень сигналу на вході колійного приймача істотно зменшується, що фіксується вирішальним елементом приймача. Рейкові кола експлуатуються в умовах впливу різних завад, джерелами яких є тягова мережа, суміжні РК, сигнали автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) та ін. Крім цього, на роботу рейкових кіл істотно впливають флуктуації опору баласту, що призводить до зміни рівня сигналу контролю рейкової лінії (КРЛ). Таким чином, колійний приймач РК вирішує задачу виявлення на фоні завад квазідетермінованого сигналу КРЛ (форма сигналу відома, а амплітуда є випадковою величиною). При цьому можуть виникати помилки двох видів: невиявлення поїзного шунта або руйнування рейки в межах рейкової лінії і помилкове виявлення шунта або руйнування при їх відсутності.

Помилки першого роду є небезпечними, так як можуть призвести до зіткнення або сходу поїздів. Помилки другого роду є безпечними і призводять до затримки поїздів. Таким чином, від завадостійкості рейкових кіл багато в чому залежить їх функціональна безпека, а, отже, і безпека руху поїздів.

В даний час на мережі залізниць України достатньо широко застосовуються безстикові тональні рейкові кола (ТРК), в яких для виключення взаємного впливу суміжних РК використовуються модульовані сигнали КРЛ з різними несучими частотами та частотами модуляції. В існуючих ТРК застосовується найменш завадостійка амплітудна маніпуляція сигнального струму з періодичним модулюючим сигналом. Це обумовлено, перш за все, простотою реалізації такої модуляції при використанні аналогових технічних засобів. Застосування сучасних мікроелектронних цифрових засобів (сигнальних процесорів, мікроконтролерів, програмованих логічних матриць) для побудови передавальної та прийомної апаратури рейкових кіл дозволяє використовувати більш інформативні форми сигналів КРЛ і більш досконалі методи їх обробки.

Пропонуються наступні шляхи удосконалення ТРК: заміна амплітудної маніпуляції на більш завадостійку диференційну фазову; перехід від періодичних сигналів модуляції до кодових сигналів з використанням шестибітного коду Хеммінга; застосування кореляційної обробки сигналів КРЛ. Додавання до частотних селективних ознак ТРК додаткових кодових селективних ознак дозволяє підвищити інформаційну надлишковість сигналу КРЛ. Завдяки цьому, підвищується ймовірність правильного виявлення такого сигналу на фоні завад. Кодування сигналів КРЛ дозволяє також реалізувати додаткове кодове розділення суміжних РК, збільшує число різних незалежних РК.

Проведене імітаційне моделювання показало, що запропоновані кодові рейкові кола мають значно більшу завадостійкість в порівнянні з традиційними тональними рейковими колами. Також було встановлено, що посимвольний кореляційний прийом повідомлень забезпечує кращу захищеність від сигналів «сусідніх» РК, а також дозволяє отримати меншу кількість помилок при виявленні «свого» сигналу в порівнянні з кореляційним прийомом повідомлення в цілому.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І МЕТОДИ КІБЕРБЕЗПЕКИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ ЗАЛІЗНИЦЬ

Гончарова Л. Л.

Державний економіко-технологічний університет транспорту

Пошук перспективних напрямків розв'язання комплексної проблеми організації ефективної системи забезпечення безпеки інформації стимулював появу нових, створених на основі загальносистемних позицій, концептуальних підходів і наукових досліджень в сфері організації кібербезпеки підвищеної стійкості. Організація ефективного захисту кіберпростору передбачає дослідження його специфічних властивостей за сукупністю параметрів, що відображають динаміку розвитку та зміни в різних екстремальних і часових умовах та методів керування в реальному часі. Важливим також є теоретичне обґрунтування підходів і критеріїв визначення сукупності показників кібербезпеки і розроблення математичних моделей кіберпростору включаючи ряд базових факторів для оцінювання і визначення рівня впливу на якість його функціонування. Головним при цьому є створення математичних моделей, що відкривають можливості для визначення комплексу числових безпекових характеристик комп'ютерної мережі. До таких характеристик можна віднести, в першу чергу, ступень загроз кібербезпеки, оцінка рівня ефективності кіберзахисту, величина кіберризiku тощо.

В докладі розглянуто математичні моделі кібербезпеки комп'ютерної мережі керування електропостачанням тягових підстанцій і наведено результати аналізу стійкості сегменту кіберпростору, закріпленого за залізницею, від проявів нових та невідомих до сьогодні кіберзагроз. Акцентовано увагу на особливості формування локального комп'ютерного

середовища для реалізації безперервного моніторингу якості функціонування систем електропостачання і силового електрообладнання логічна структура якого може мати довільну архітектуру, але головним її показником є те, що вона повинна адекватно відображати топологію організації електричної системи електропостачання на рівні тягових підстанцій. Наведено спектр задач, рішення яких орієнтовано на нейтралізацію випадкових і цілеспрямованих кібератак, для забезпечення цілісності інформації оперативного керування швидкоплинними технологічними процесами постачання електроенергії на тягу.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЛОКОМОТИВОМ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАЗА ПОЕЗДНОЙ СИТУАЦИИ

Горобченко А. Н., Антонович А. О.

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта

В процессе управления высокоскоростным поездом машинист перерабатывает большое количество оперативной информации. Поэтому возникает необходимость помощи машинисту в адекватной оценке быстро меняющейся текущей поездной ситуации. Задача совершенствования теоретических основ распознавания образов поездных ситуаций является актуальной и требует детальной разработки. В результате анализа деятельности машиниста получен ориентировочный перечень ситуаций, возникающих в процессе управления локомотивом, который насчитывает двенадцать наименований s_1 – отправление со станции на перегон; s_2 – движение под зеленый на подъем; s_3 – движение под зеленый на спуск; s_4 – движение под желтый на подъем; s_5 – движение под желтый на спуск; s_6 – движение под красный на подъем; s_7 – движение под красный на спуск; s_8 – движение по станционным путям; s_9 – движение резервом; s_{10} – движение в неблагоприятных погодных условиях; s_{11} – препятствие впереди; s_{12} – прибытие на станцию.

Вектор характеристик текущей поездной ситуации представим в виде одностолбцовой матрицы, что позволяет определить евклидово расстояние между текущей ситуацией и всеми ситуациями, приведенными выше. Далее необходимо пересчитать значения полученных расстояний в соответствии с весовыми коэффициентами, определяющими относительную важность каждой i -ой ситуации. Таким образом, получено множество D , состоящее из расстояний от текущих факторов, формирующих текущую ситуацию управления локомотивом, до базовых поездных ситуаций (в нашем случае их 12, так и членов множества D также 12). Элементы D ранжируются от минимального до максимального значения $D = \{D_{\min}, \dots, D_i, \dots, D_{\max}\}$. Первый элемент определяет основную ситуацию, второй и несколько последующих элементов определяют дополнительные воздействия на основную поездную ситуацию. Знание основной и воздействующих поездных ситуаций необходимо для выработки управляющего решения, учитывающего все последствия для той или иной ситуации.

Для характеристики текущих ситуаций используются частичные критерии. Совокупность названий частичных критериев – это обычное множество вербальных значений, поэтому весовые коэффициенты критериев можно установить с помощью процедуры определения весов, основанной на использовании таблицы парных сравнений, заполняемой баллами преимуществ. Если количество частичных критериев, учитываемых большая, то целесообразно организовать критерии по иерархии, на верхних уровнях которой размещаются группы критериев, а на последнем уровне – собственно критерии. Такая организация позволяет более тщательно оценить весовые коэффициенты критериев. В соответ-

ствии с методом Саати выполнены следующие этапы. Построена иерархия поездных ситуаций:

1) на нулевом уровне размещается название всей иерархической системы, «Поездные ситуации»; 2) на последующих уровнях – с первого по $(L-1)$ -й уровни размещаются группы критериев – «Опасный режим движения», «Режим движения, требующий повышенного внимания», «Безопасный режим движения»; 3) на L -м уровне размещаются собственно критерии – все ситуации; 4) на маргинальном – $(L+1)$ -м уровне размещаются варианты возможных сопоставляемых управляющих решений.

Все группы критериев, собственно критерии и варианты сравниваются друг с другом по схеме «каждый с каждым», результаты сравнения представляются в виде матрицы парных сравнений. По каждой матрице парных сравнений формируется вектор весовых коэффициентов. С каждой матрицы парных сравнений получены отдельный вектор весовых коэффициентов – по количеству существующих поездных ситуаций. Результатом перемножения всех матриц является вектор (одностолбцовая матрица), содержащий весовые коэффициенты подобных вариантов. Так получены значения весовых коэффициентов критериев в отношении трех групп и итоговые коэффициенты. Используя приведенный подход, можно наиболее качественно определить текущее состояние системы «локомотивная бригада-поезд» и подготовить наиболее адекватное управляющее решение.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ИМПЕРИАЛИСТИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ ДЛЯ РЕКОНФИГУРАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ И ЕГО ВЕРИФИКАЦИЯ

Горпинич А. В., Долинский С. О.

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

Алгоритм империалистической конкуренции (АИК) – это метод оптимизации, который можно считать разновидностью методов эволюционного моделирования (ЭМ). В отличие от традиционно применяемых методов ЭМ, он основан на социальной эволюции человека в обществе, а не на биологической эволюции видов в природе. АИК имитирует социально-политический процесс империализма, в основе которого лежит поглощение «сильными» странами (империалистами) более «слабых» (колоний). Инициализация алгоритма происходит путём генерации популяции индивидов, которая образует «страну». Популяция индивидов представляет собой совокупность переменных состояния, которая может рассматриваться как потенциальное решение в пространстве поиска. Фактически «страна» представляет собой аналогию «хромосом», используемых в генетических алгоритмах (ГА), а индивиды – аналогию «частиц», используемых в методе роя частиц (МРЧ), т.е. это набор переменных, подлежащих оптимизации. Применительно к АИК каждая из этих переменных может быть интерпретирована как её некая социально-политическая характеристика (СПХ) – например, как культура, язык, состояние экономики, религия и т.д., поэтому алгоритм пытается найти «лучшую» страну как страну с наилучшей комбинацией СПХ. С точки зрения теории оптимизации это означает, что алгоритм пытается найти оптимальное решение проблемы (минимум целевой функции), т.е. решение, при котором обеспечивается минимум затрат. Функция затрат определяет «силу» или «мощь» каждой страны, причём эта «мощь» обратно пропорциональна «стоимости» страны, так как «лучшая» страна должна давать решение с минимумом функции затрат.

После процедуры инициализации осуществляется градация «стран» на «империалистов» и «колонии», исходя из их «мощи». Некоторые из «лучших» стран (страны с минимальными значениями функции затрат) причисляются к «империалистам», которые берут

власть над остальными странами («колониями»), формируя вместе с ними «империи». Все колонии распределяются между империалистами пропорционально «мощи» этих империалистов. Суммарная «мощь империи» складывается из «мощи» империалистов и «мощи» колоний. После формирования первоначальных империй колонии в каждой из них начинают стремиться к интеграции с империалистами – происходит так называемый «этнокультурный сдвиг» в их сторону, представляющий собой простую модель политики ассимиляции, которая проводилась некоторыми империалистическими государствами в эпоху неокOLONиализма. В АИК «ассимиляция» – процесс, который заставляет колонии в каждой империи интегрироваться в пространство СПХ империалистов (пространство поиска с точки зрения теории оптимизации), – например, происходит заимствование ценностей, манер поведения, традиций и т.д. Другими операторами АИК являются «революция» (аналог «мутации» в ГА) – внезапное изменение в СПХ страны, в результате которой, например, колония может занять место империалиста, и собственно «конкуренция» между империями за обладание колониями, которая и приводит к оптимальному решению.

Применительно к решению задачи реконфигурации (оптимизации конфигурации) распределительной сети с целью снижения потерь электроэнергии был выполнен сравнительный анализ эффективности использования АИК и других методов искусственного интеллекта. Верификация осуществлялась с помощью двух тестовых схем IEEE (33-узловой и 69-узловой), а в качестве других методов оптимизации использовались нечёткая логика, селективный МРЧ, ГА и муравьиные алгоритмы. В результате верификации было установлено, что применение АИК позволяет получить аналогичные результаты.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОВОЗА

Жуковицкий И. В., Ключник И. А.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

В Украине сегодня для выполнения испытаний гидравлических передач, в частности на тепловозоремонтных и заводах по ремонту военной техники, где применяются гидравлические передачи, применяются морально устаревшие стенды, разработанные еще во времена СССР. Также отсутствует какая-либо стандартизация производства данных стендов.

Информация о частоте вращения приводного электродвигателя, генератора, турбинного вала измеряется с помощью тахометрических датчиков Д-2ММУ-2, которые передают предварительно обработанный аналоговый сигнал на специальный преобразователь и далее на микроконтроллер фирмы ATMEL для его дальнейшей обработки и передачи по интерфейсу USB 2.0 к компьютеру.

Датчик Д-2ММУ-2 представляет собой не что иное как генератор переменного тока, который имеет критический недостаток – при достаточно низких оборотах (экспериментально установлено около 80 мин^{-1}) амплитуда напряжения, производимая генератором, недостаточна для нормального безошибочного измерения (при оборотах около 60 мин^{-1} амплитуда составляет примерно 1 В, а при 2000 мин^{-1} – около 40 В). Понятно, что на совсем низких оборотах амплитуда будет составлять порядка нескольких десятков милливольт. Измерить такое низкое напряжение в условиях завода практически невозможно, так как, во-первых, в длинных линиях связи от стенда к измерительному оборудованию возможно гашение низкого напряжения и, во-вторых, на заводе присутствует большое коли-

чество источников различных электромагнитных помех, которые могут наводиться в линиях связи и ошибочно фиксироваться как начало вращательного движения на стенде.

В качестве альтернативного решения было предложено создать на базе корпуса датчика Д-2ММУ-2 собственный датчик оптического типа. Такое решение имеет три важных предпочтения: низкая цена, возможность измерения низких оборотов (от 0 до 80 мин⁻¹), возможность реализации в корпусе датчика Д-2ММУ-2 (или других тахогенераторов серии), что не требует механической модернизации стенда. Также существенным является возможность применения для разработанного устройства незначительной модификации программы управляющего микроконтроллера, созданной для обработки сигналов от преобразователя датчика Д-2ММУ-2.

На начальном этапе разработки датчик состоял из вала, на котором находился выполненный вручную пластиковый диск с зубцами, и инфракрасной оптической пары ЕЕ-SX1041. Испытания показали, что выполненные вручную зубья не позволяют осуществлять измерения с высокой точностью. Поэтому для обеспечения большей точности было изготовлено на промышленном оборудовании лазерным методом диск на 10 зубьев из акрила.

Далее были разработаны алгоритмы работы микроконтроллера, обрабатывающего сигналы от этого датчика. Проведены заводские испытания датчика. По выборке данных, полученных при испытаниях, показана возможность уменьшения частоты съема информации с датчика вплоть до каждого 8-го отсчета. Разработанный датчик существенно удешевляет разработку стенда испытаний гидравлических передач тепловозов, а также может применяться при разработке аналогичных стендов испытаний гидравлических передач другой колесной техники и т.п. механизмов. Разработанный датчик имеет большую точность по сравнению с Д-2ММУ-2 и значительно меньшую, в сравнении с современными тахометрическими датчиками, цену изготовления.

При расчетах было установлено, что изменения инструментальной и методической погрешностей, которые могут быть следствием пропуска отсчетов требует дальнейших исследований. Результаты измерений являются исходными данными для выполнения дальнейших исследований с целью определения технического состояния гидравлической передачи УГП750-1200 во время заводских послеремонтных испытаний.

ВИЗНАЧЕННЯ ЄМНОСТІ ГІБРИДНОГО НАКОПИЧУВАЧА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Замаруєв В. В., Стисло Б. О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Нерівномірність споживання з контактної мережі електричної енергії під час проїзду рухомого складу є однією з відомих проблем електропостачання. Підключення накопичувачів електричної енергії до контактної мережі або безпосередньо до споживача дозволяє істотно згладити режим завантаження системи електропостачання, забезпечити утилізацію енергії рекуперації, інтегрувати в існуючу мережу джерела відновлюваної енергії, в результаті чого, поліпшуються енергетичні показники системи електропостачання в цілому.

На даний час відома досить велика кількість накопичувачів енергії, що відрізняються як за видом енергії, що запасається, так і за конструктивним виконанням. Кожен тип накопичувача енергії має свої режими роботи, характерні конструктивні, енергетичні показники. Сукупність цих характеристик визначає раціональні області їх експлуатації.

Однією з істотних енергетичних характеристик накопичувача електричної енергії є діапазон частот, в якому можливий ефективний обмін енергією з накопичувачем (частотні

характеристики). Ці характеристики різні для існуючих накопичувачів електричної енергії і, як правило, не перекриваються між собою, що дозволяє зробити висновок про доцільність застосування гібридних накопичувачів електричної енергії (складаються з накопичувачів з різними частотними характеристиками) для компенсації пульсацій споживаної потужності. Таке рішення дозволяє, в першу чергу, розширити частотний діапазон роботи накопичувачів, забезпечивши ефективний обмін енергії в кожній з частотних областей. Однак, для проектування гібридного накопичувача необхідно розробити методи, що дозволяють визначити встановлену потужність кожного з типів накопичувачів, що використовуються.

Пропонований метод ґрунтується на аналізі існуючих статистичних даних струму і напруги контактної мережі в місці підключення до неї споживача. Маючи інформаційний масив вимірювань споживаної нелінійним навантаженням потужності, в спектральному складі струмів можна виділити частотні діапазони ефективної роботи накопичувачів різних типів ($dF1...dF3$ рис. 1). Очевидно, що отримана спектрограма при досить великій виборці даних буде адекватно відображати вплив навантаження на контактну мережу на контрольованій ділянці.

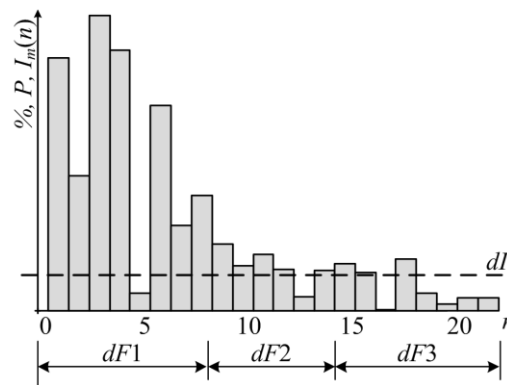


Рис. 1

Повна ємність гібридного накопичувача визначається інтегральною сумою виборок споживаного з мережі струму в заданому діапазоні частот. Задаючись в спектрограмі діапазоном частот і мінімально значущою амплітудою гармоніки (dI), можна дати оцінку величині енергії, яка має бути прийнята (віддана) конкретним типом накопичувача. Таким чином, процентне співвідношення ємностей кожного з типів накопичувачів визначається як відношення інтегральної суми амплітуд гармонік у всьому частотному діапазоні до інтегральної суми амплітуд гармонік в заданому частотному діапазоні dF .

РОЗШИРЕННЯ ТЕРМІНУ «КОЕФІЦІЄНТ ПОТУЖНОСТІ» ДЛЯ СИСТЕМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Замаруєв В. В., Сτισло Б. О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Підвищена увага до проблем енергозбереження нерозривно пов'язана з необхідністю аналізу потужності, що споживається пристроями. Початок розвитку теорії потужності для систем змінного струму було покладено ще наприкінці 19 сторіччя, оскільки основна частина електричної енергії виробляється і споживається на змінному струмі. З тих пір, як правило, теорія потужності набувала розвитку як відповідь на виникаючі питання, що стосуються обліку потужності споживання, зниження втрат в системах енергопостачання, підвищення якості електроенергії й т.і.

Системи електричного транспорту використовують як змінну, так і постійну напругу. Їх особливістю є нерівномірний графік споживання енергії в часі, можливість повернення надлишкової енергії в мережу живлення. Без можливості аналізу процесів в системах енергопостачання неможливі розробка і проведення комплексу заходів щодо підвищення енергоефективності системи. Однак, для систем постійного струму до теперішнього часу відсутні коефіцієнти, що визначали б енергетичну ефективність споживача електричної енергії за аналогією до коефіцієнту потужності, що використовується в системах змінного струму.

Велика різноманітність теорій потужності систем змінного струму дає можливість використовувати їх теоретичні напрацювання для аналізу процесів в системах постійного струму. Не зупиняючись на несуттєвих в даному контексті моментах, можна відзначити, що в роботах К. Будяну (С. Budeanu) і О. О. Маєвського крім повної і активної потужності, введені поняття реактивної потужності і потужності спотворень. Загальноприйнятий термін «коефіцієнт потужності» (power factor), так само враховує коефіцієнт зсуву та вплив гармонік струму. Особлива увага впливу потужності спотворень і гармонічного складу струму на втрати електричної енергії в системах електропостачання надається останні 30-50 років, що пов'язано з широким розповсюдженням напівпровідникових перетворювачів електричної енергії.

З формальної точки зору, система постійного струму є однофазною системою з нульовою частотою основної гармоніки напруги. Застосовуючи зазначені параметри системи в стандартних методиках вимірювання потужності в умовах синусоїдальних, несинусоїдальних збалансованих і незбалансованих систем, можна зробити висновок про відсутність в системах постійного струму реактивної потужності і наявності активної потужності і потужності спотворень. Зроблені висновки підтверджуються аналізом експериментальних даних, отриманих в системах електричного транспорту постійного струму і проведеним в роботах В. Г. Сиченка та М. О. Костіна.

У методиках вимірювання потужності необхідно в якості основної гармоніки використовувати середнє значення нульової гармоніки напруги або струму. Гармонічний склад струму визначається шляхом аналізу спектрограми, отриманої за результатами вимірювань струму при проходженні рухомим складом заданої ділянки. Коефіцієнт нелінійних спотворень струму THDI визначається відносно нульової гармоніки струму. У цьому випадку коефіцієнт потужності дорівнює

$$PF = 1 / \left(1 + THD_I^2 \right)^{1/2}.$$

Потужність спотворень, враховуючи лише спотворення струму, визначається за формулою

$$D_I = V_0 I_H = P_0 (THD_I),$$

де V_0 – діюче значення нульової гармоніки напруги, I_H – діюче значення гармонік змінного струму, P_0 – активна потужність, що споживається.

Відоме значення потужності спотворень дозволяє визначити відповідні втрати в системі електропостачання і прийняти рішення про доцільність встановлення накопичувачів електричної енергії, а можливість визначення спектральної щільності потужності спотворень – вибрати доцільну структуру гібридного накопичувача енергії.

Коефіцієнт потужності в системі постійного струму, як і в системі змінного струму, однозначно визначає енергетичну ефективність об'єкта. Отримані результати дозволяють

використовувати термін «коефіцієнт потужності», що враховує гармонійний склад струму, в системах постійного струму.

ПОШУК ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ЛІНІЙ ДПР ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ

Земський Д. Р.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

На залізницях України електрифікованих однофазним змінним струмом широкого розповсюдження здобули лінії поздовжнього електропостачання виконані за системою «два проводи-рейка» (ДПР). Проводи лінії розміщені на опорах контактної мережі, а у якості третьої фази використовується рейкова колія. Номінально напруга лінії ДПР у 2,5 разів більша за відповідну у лініях системи тяги постійного струму і становить 25 кВ.

Суттєвим недоліком систем поздовжнього електропостачання на залізницях із електричною тягою є їх близьке розташування та, у наслідок, постійний електромагнітний вплив тягової мережі. Конструкція лінії ДПР має перевагу із точки зору мінімізації капітальних витрат на будівництво але присутність заземленої фази у трифазній лінії викликає несиметрію системи векторів лінійної напруги та зменшує взаємний екрануючий ефект проводів. Перелічені фактори є суттєвою причиною погіршення якості електричної енергії та зниження ефективності її передачі. Проявами цього впливу являються відхилення напруги, спотворення синусоїдності та, власне, несиметрії напруги живлення електроприймачів, і в цілому погіршує умови роботи та збільшує втрати в пристроях живлення інфраструктури електрифікованих залізниць та електроприймачах інших споживачів. Ступінь негативного впливу залежить від інтенсивності руху поїздів, кількості колій на ділянці, схеми та режиму роботи системи електропостачання.

Електрорухомий склад, викликає нерівномірне навантаження фаз тягового трансформатора та відповідно системи зовнішнього електропостачання. Для зменшення цього впливу у системі зовнішнього електропостачання тягових підстанцій змінного струму виконується схема фазування, яка дає можливість зменшити несиметрію в живлячій мережі, але не дозволяє виконати двостороннє живлення трифазних ліній «два проводи-рейка». Таким чином основною схемою живлення ліній ДПР є схема консольного живлення від однієї або консольно-зустрічного від суміжних тягових підстанцій, які поступаються із сторони забезпечення безперервності електропостачання споживачів електричної енергії та значенню збільшенню втрат активної потужності у мережі.

Тривалий час проблема якості електричної енергії у лініях ДПР була предметом різних досліджень. У результаті яких виникали пропозиції щодо зміни конфігурації лінії у напрямку відмови від використання рейок та прокладання третього фазного проводу на опорах контактної мережі (ЛЗФ-27,5 кВ), вдосконаленні конструкції штучного заземлювача КТП-25 кВ, а саме за рахунок включення до контуру регульованого індуктивного елементу. Названі технічні рішення направлені на вирішення проблеми несиметрії лінійної напруги і у повній мірі не здатні компенсувати вплив визначених чинників, тому разом із тим існує думка про демонтаж ліній ДПР та будівництво нових. Проте найбільш радикальний спосіб є матеріаломістким.

На наш погляд система поздовжнього електропостачання залізниць змінного струму не вичерпала потенціал до модернізації. Пошук нових рішень потребує комплексного підходу та відповідних досліджень.

Таким чином, задача аналізу та удосконалення існуючих методів підвищення якості у лініях поздовжнього електропостачання залізниць змінного струму є актуальною. І тому першочерговими кроками у її вирішенні є: проведення детального аналізу умов роботи ліній ДПР; визначення показників якості електричної енергії з наступною їх оцінкою за встановленими у державному стандарті нормами, дослідження можливості застосування пристроїв фазування ліній живлення нетягових споживачів з одночасним підвищенням основних параметрів якості електричної енергії.

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОТЕРЬ В СПИРАЛЬНЫХ ЗАЖИМАХ ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Ким Ен Дар
УИПА

Техническое совершенствование воздушных высоковольтных линий (ВЛ) в течение многих лет сопровождалось уменьшением количества деталей арматуры, выполненных из ферромагнитных материалов. Как известно, потери в виде выделения тепла отмечаются в случае, когда элементы арматуры из ферромагнитных материалов охватывают снаружи токопроводящие повивы основного провода. К таким элементам (в составе конструкций линейной арматуры, применяемой в настоящее время) относятся:

- корпуса поддерживающих зажимов (лодочки) ПГН-3-5, выполненные из листовой стали;
- чугунные корпуса натяжных зажимов НБ-2-6 и НБ-3-6;
- спиральные натяжные зажимы;
- стальные протекторы-фиксаторы соединительных и ремонтных спиральных зажимов;
- стальные защитные спиральные протекторы;
- стальные спирали, предназначенные для крепления различных устройств к основным проводам (зажимы гасителей вибрации, пляски, распорок и т.д.).

Спиральная арматура является новой и весьма перспективной разновидностью линейной арматуры, предназначенной для проводов высоковольтных воздушных линий электропередачи, молниезащитных тросов, оптических кабелей. Основной особенностью арматуры такого типа является то, что в её состав входят несущие проволоочные спирали с абразивным покрытием, которые контактируют непосредственно с основным проводом, охватывая его, фактически образуют с ним единое целое, что также дополнительно формирует своеобразный защитный слой.

Одной из проблем, связанной с применением спиральной арматуры на проводах ВЛ является перегрев провода в местах их установки. Поскольку силовые спирали изготавливаются из высокопрочной стали с алюминиевым или цинковым покрытием, возникающее переменное магнитное поле в стальных проволоках вызывает магнитные потери, под которыми понимается потери на гистерезис, на вихревые токи, а также потери вследствие поверхностных эффектов

Задача данной работы заключалась в оценке влияния спиральных зажимов на потери мощности и температуру нагрева основного провода в зависимости от конструктивных особенностей зажимов.

На основе данных экспериментальных исследований реальных образцов спиральных зажимов, выполненных на стенде испытания линейной арматуры на магнитные потери

согласно МЭК61284:1997 и уравнения нагрева провода под действием электрического тока:

- предложено полуэмпирическое соотношение для приближенной оценки приращения электромагнитных потерь и, соответственно, температуры нагрева провода, учитывающих геометрические параметры спиральных зажимов;
- установлено, что температура нагрева провода в месте установки спирального соединительного зажима, содержащего протектора-фиксатора, натяжного спирального зажима может существенно превышать допустимую для заданного провода температуру нагрева при нормированном для этого провода токе;
- рекомендовано ввести требования на магнитные потери для спиральных зажимов по аналогии с монолитными зажимами согласно МЭК 61284; разработчикам и изготовителям спиральной арматуры ограничить применение спиралей из ферромагнитных материалов в арматуре, применяемой на ВЛ 110-750 кВ.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МАРШРУТАМИ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

Косорига Ю. А.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Большинство составов прибывающих на сортировочные станции впоследствии расформируются на сортировочных горках. Управление маршрутами отцепов на сортировочных горках реализуется в системах на выполненных на релейных компонентах (БГАЦ) и с применением управляющих микропроцессорных контроллеров (АСУ МД).

Указанные варианты отличаются используемым напольным и постовым оборудованием, информационным и математическим обеспечением. Алгоритмы на основе управляющих микропроцессорных контроллеров обладают большой гибкостью, позволяют получить лучшие эксплуатационные показатели работы сортировочной горки. Проведенный анализ показал, что одним из основных путей увеличения производительности сортировочных горок является дальнейшее совершенствование способов управления технологическим процессом. При разработке и внедрении новых алгоритмов ставится задача количественной оценки их эффективности.

Проведение сравнительного анализа различных технологических алгоритмов управления маршрутами связано с необходимостью получения зависимостей средних скоростей роспуска составов и числа нагонов от принятых принципов слежения за отцепами в распределительной зоне горки. Для получения удовлетворительной статистики число реализаций должно быть достаточно большим. Использование для этой цели известных аналитических, графоаналитических и графических методов нецелесообразно, так как они чрезвычайно трудоемки и потребуют выполнения многочисленных сравнительно сложных расчетных процедур.

Результаты наиболее близкие к реальным, можно получить только при стохастическом подходе, а его можно реализовать при массовом натурном эксперименте или же на основе имитационного моделирования. Постановка натурального эксперимента в условиях сортировочной горки встречает ряд трудностей, основными из которых являются:

- сложность создания многообразия технологических ситуаций, включая сбойные;
- невозможность исследования некоторых режимов, которые могут привести к потерам, авариям и другим нежелательным последствиям;

– высокая «себестоимость» экспериментальных наблюдений, обусловленная необходимостью установки большого количества датчиков, вынужденными простоями горки на период экспериментов и т.п.

Все это потребовало разработки имитационной модели управляемого роспуска составов.

Моделировалась работа сортировочной горки с 32 сортировочными путями при двух вариантах (БГАЦ и АСУ МД) алгоритмов управления маршрутами отцепов: В качестве объекта управления использовался ряд составов с достаточно представительным разложением по весу, длине и назначению отцепов.

Экспериментальное моделирование алгоритмов показало преимущества предложенных в работе алгоритмов АСУ МД в автоматизированных системах на базе управляющих ЭВМ. Увеличение средних скоростей роспуска составов и сокращения числа нагонов достигается за счет применения принципиально нового способа слежения за отцепами по активным зонам распределительной зоны горки.

Приводятся численные значения результатов моделирования.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НЕТЯГОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Кузнецов В. В.¹, Сиченко В. Г.², Міщенко А. В.²

¹НМЕТАУ, ² Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Сучасні світові тенденції в розвитку електричних мереж свідчать про прагнення багатьох розвинених країн до впровадження вищих класів напруги, наприклад 20 кВ, що дозволить зменшити об'єм використання кольорового металу, зменшити втрати електричної енергії і збільшити дальність її передачі. Виникає питання, на якій напрузі раціонально передавати електричну енергію для характерних груп споживачів? Розгляд питань, пов'язаних з цією тематикою має як теоретичне, так і практичне значення. Необхідно враховувати, що введення ринку електроенергії припускає в якості підвищення конкурентоспроможності енергопостачальних організацій зниження власних витрат на транспорт електроенергії. Вибір економічно обґрунтованих перерізів дротів і довжин повітряних ліній електропередачі сприяє цьому. Традиційний метод економічно обґрунтованого вибору перерізу дротів і кабелів заснований на використанні економічної щільності струму ($j_{\text{ек}}$). Приведені в ПУЕ значення $j_{\text{ек}}$ були отримані більше 50 років тому. Використання застарілих значень економічної щільності струму призводить до невірного вибору перерізів провідників і номінальної напруги мережі. При цьому розвиток розподільчих електричних мереж Укрзалізниці має бути спрямований на підвищення надійності, забезпечення якості і економічності енергопостачання споживачів шляхом постійного вдосконалення мереж на базі інноваційних технологій з перетворенням їх на інтелектуальні мережі. Основними завданнями при цьому є:

- заміна технологій і устаткування при виробництві, передачі і розподілі електроенергії на найбільш передові, адекватні світовому рівню;
- розробка нових технологій, у тому числі «проривних»;
- модернізація окремих вузлів і устаткування тягових підстанцій і електричних мереж;
- оптимізація структури генеруючих потужностей, включаючи збільшення долі АДЕ;
- створення ефективної системи цілісного управління функціонуванням і розвитком СТЕ, що забезпечує мінімізацію витрат.

Попередні результати пропонованого переходу розподільчих ліній СТЕ на напругу 20 кВ представлені в таблиці.

№ п/п	Напруга	10 кВ	20 кВ
1	Струм на ділянці ab, А	179.54	89.77
2	Струм на ділянці bc, А	97.294	48.647
3	Втрата напруги на ab, В	1128.068	564.034
4	Втрата напруги на bc, В	1423.029	711.514
5	Втрата напруги до найбільш віддаленої точки, В	2551.096	1275.548
6	Діюче значення напруги в кінці лінії, В	9948.845	19974.423
7	Втрата п-сті до найбільш віддаленої точки		
	– активної, Вт	190671.842	47667.961
	– реактивної, вар	68609.27	17152.317
8	Вартість втрати активної електроенергії за добу, грн.	10817.958	2704.489
	Відсоток втрат напруги в лінії, %	25.511	6.378

З розрахунків видно, що при збільшенні живлячої напруги, абсолютні втрати напруги та потужності зменшуються в 2 рази, а відсоток втрат напруги зменшуються більш ніж в 4 рази. При збільшенні напруги до 20 кВ при сталій потужності струми зменшуються, і як наслідок зменшуються втрати. Підвищення напруги сприяє збільшенню запасу потужності мережі при максимальному навантаженні. Також можна відмітити те, що з точки зору схем і компонування, РП 20 кВ і 10 кВ відноситься до мереж одного класу. Обладнання на 20 кВ є комплектом, компактним і по розмірами можна порівняти з обладнанням 10 кВ.

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ РУХУ ЗА УМОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПРОТИ ВКОЧУВАННЯ ГРЕБЕНЯ КОЛЕСА НА ГОЛОВКУ РЕЙКИ

Курган Д. М., Губар О. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Одним з показників взаємодії колії і рухомого складу, не виконання якого веде до порушення безпеки руху, а саме до сходу рухомого складу, є умова забезпечення стійкості проти вкочування гребеня колеса на головку рейки. При русі колеса по рейці наряду з вертикальними виникають й горизонтальні сили, які притискають колесо до рейки. Враховуючи геометричні обриси колеса і рейки, такий процес може привести до зміщення точки їх контакту на реборду колеса і, у найгіршому випадку, до перекочування колеса через рейку.

У роботі використано комплексний метод досліджень, який включає аналітичну і експериментальну частини. Для аналітичних досліджень застосовано метод математичного моделювання. Обробку експериментальних даних проведено із застосуванням методів математичної статистики для визначення горизонтальних та вертикальних сил, що діють на колію. Для цього за допомогою вимірювальних приладів, активним елементом яких є тензорезистори, вимірювали напруження у рейках та їх деформації за методикою, прийнятою у Колієвипробувальній ГНДЛ.

Було зібрано матеріали розслідувань сходів рухомого складу з шести залізниць: Донецької, Львівської, Одеської, Південної, Південно-Західної та Придніпровської залізниць. Разом 78 сходів, з матеріалу розслідування яких було вибрано дані стосовно радіусу та підвищення зовнішньої рейки ділянки колії, на якій мав місце схід, встановленої швидкості на дільниці руху та швидкості рухомого складу у момент сходу, типу рухомого складу, що зійшов, та причини сходу.

За розрахунками по моделі розподілу вертикальних сил, що передаються від коліс рухомого складу на колію, встановлено, що максимальна різниця у завантаженні колісних пар у візку сучасного вантажного напіввагону може досягати 63.9 кН, що складає 28.0 % у порівнянні із паспортним статичним навантаженням від колісної пари на рейку 228.0 кН. При величині допустимого непогашеного поперечного прискорення для поїздів з вантажними вагонами $\pm 0.3 \text{ м/с}^2$ відбувається додаткове розвантаження одного і довантаження іншого колеса у колісній парі на величину до 5.06 кН, що складає 4.44 % відносно статичного навантаження. При цьому різниця між максимальною і мінімальною вертикальною силою, що передається від колеса на рейку у візку, може досягати величини у 42.0 кН, що складає 36.9 % у порівнянні з статичним навантаженням від колеса на рейку 114.0 кН, що обумовлено як величиною непогашеного прискорення, так і величиною полюсної відстані при вписуванні візка.

Обчислення силового вписування для масового виду рухомого складу, якими є вагони з двовісними візками із жорсткою базою 1.85 м, показують, що полюсні відстані у двовісних візків відрізняються від величини жорсткої бази у бік більших значень до 2.49 м (при довантаженні набігаючої колісної пари) у круговій кривій з радіусом кривої 350 м.

Найменші значення коефіцієнта стійкості проти вкочування колеса на головку рейки у кривих з радіусами менше 350 м отримано при менших значеннях завантаження набігаючого колеса вертикальною силою 108.98 кН і допустимій величині непогашеного прискорення -0.3 м/с^2 в залежності від радіуса кривої ділянки: 2.31; 2.18; 2.06 для радіусів 350, 300 і 250 м відповідно. Із збільшенням величини непогашеного прискорення до $+0.3 \text{ м/с}^2$ значення коефіцієнта стійкості збільшуються: 2.64; 2.50; 2.37 для радіусів 350, 300 і 250 м відповідно. Стійкість колеса вантажного вагона гарантується при значеннях коефіцієнта 1.3 і більше при умові задовільного стану колії і екіпажу. При русі пасажирських вагонів з двовісними візками з непогашеним прискоренням 1.0 м/с^2 і більше коефіцієнт стійкості проти вкочування гребеня колеса на головку рейки наближається до мінімально допустимого значення, що повинне враховуватися при вирішенні задач збільшення швидкостей руху у кривих ділянках колії.

ВНЕДРЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТАНЦИИ «КОКСОВАЯ»

Кустов В. Ф.¹, Каменев А. Ю.¹, Мельников М. С.²

¹Украинский государственный университет железнодорожного транспорта,

²ООО «НПП «САТЭП»

Последние три года отмечаются тенденцией к наращиванию производственных мощностей горно-металлургической промышленности в Приднепровском регионе, состоящее в строительстве или реконструкции коксовых батарей, конвертерных цехов, специализированных технологических терминалов и т.д. Этот процесс сопровождается реконструкцией объектов железнодорожного транспорта, главным образом – станций, обслуживающих промышленные объекты. Рациональным подходом в этом направлении является модернизация как релейных, так и релейно-микропроцессорных систем электрической централизации (ЭЦ) данных станций путём внедрения микропроцессорной централизации (МПЦ). Одним из последних успешных проектов модернизации систем СЦБ промышленного железнодорожного транспорта в четвёртом квартале 2016 года стало внедрение микропроцессорной централизации МПЦ-С совместного производства ООО «НПП «САТЭП» и ООО «Хартрон-Энерго» на станции «Коксовая» (40 стрелок) ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» в рамках строительства новых коксовых батарей комбината. Система имеет

типовую структуру для своей модификации (трёхканальная подсистема обработки логических зависимостей на базе промышленных ЭВМ, зарезервированных по принципу «2 из 3-х»; двухканальные объектные контроллеры напольных устройств, работающие в режиме нагруженного дублирования по схеме «И»; контроль свободности путевых участков посредством подсистемы счёта осей; отсутствие реле в логических и управляющих устройствах; централизованное размещение оборудования информационно-управляющего комплекса; применение высоконадёжной операционной системы жёсткого реального времени QNX 6.3.2 в устройствах верхнего и среднего уровня; и т.д.).

Отличительными характеристиками системы МПЦ-С станции «Коксовая» являются: компактное размещение мнемосхемы станции на двух мониторах диагональю 24" разрешением 1920×1080 ; наличие интегрированной в систему автоматической переездной сигнализации (независимая обработка данных и формирование команд управления переездом в трёх каналах резервирования подсистемы обработки логических зависимостей) с одним контроллером управления группой переездных светофоров. Всё оборудование размещено в четырёх шкафах, работа системы протоколируется в трёх управляющих ЭВМ, независимо друг от друга.

Внешний контроль за работой и техническим состоянием устройств ЭЦ станции «Коксовая» выполняется посредством микропроцессорной системы диспетчерского контроля (МСДК) разработки ООО «НПП «САТЭП», сеть которой охватывает объекты железнодорожного транспорта комбината. МСДК не только повышает эффективность внешней координации процессами перевозок на предприятии и оперативность технического диагностирования, но и исключает хищение грузов за счёт отслеживания количества проходящих через подконтрольные объекты подвижных единиц (как в реальном времени, так и в режиме просмотра архивов истории).

Высокая безопасность системы МПЦ-С обеспечивается за счёт использования высоконадёжного оборудования и программного обеспечения, применения различных видов программно-аппаратного резервирования на всех уровнях, периодического контроля и диагностики в процессе эксплуатации. На этапе разработки система прошла полный комплекс имитационных, стендовых и комбинированных испытаний с применением передовых научных методов. Система сертифицирована на соответствие ряду стандартов по функциональной безопасности и электромагнитной совместимости, в частности – ДСТУ 4178-2003, ДСТУ 4151-2003, памяткам ОСЖД Р-844, Р-843 и т.д.

ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МЕТРОПОЛИТЕНА

Лагута В. В.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Известны исследования методов поиска неисправностей электрических машин подвижного тягового состава Глущенко М. Д., Попова В. Н., Серебрякова А. С., Капицы М. И. В работах в основном уделяется внимание методам прогнозирования состояния изоляции электрических машин. В работах Мельникова Е. Н., Попова Д. А., Смирнова В. П. рассматриваются вопросы исследования функционирования коллекторно-щеточного аппарата. В работах Кучерова С. В., Осяева А. Т. описываются методологии ориентированные на обнаружение зарождающихся дефектов в подшипниках и прогнозирование рациональных сроков проведения технических обслуживаний, что позволяет достичь некоторого экономического эффекта за счет усовершенствования системы содержания роторных узлов.

Тяговый электродвигатель (ТЭД) постоянного тока тягового подвижного состава метрополитена как объекта диагностики включает: электро-изоляционную часть, коллекторно-щеточную часть, механическую часть, что и определяет состав системы содержания.

Причины отказов электрических двигателей носит различную природу и могут происходить вследствие: пробоя изоляции и межвитковых замыканий обмоток якоря; пробоя изоляции и межвитковых замыканий обмоток главных и дополнительных полюсов; пробоя изоляции компенсационной обмотки; повреждение выводов катушек полюсов; повреждение выводных кабелей; разрушение якорных бандажей; повреждение якорных подшипников; круговой огонь по коллектору; повреждение пальцев, кронштейнов и щеткодержателей.

Учитывая условия эксплуатации подвижного состава метрополитена и исходя из причин отказов элементов ТЭД просматривается необходимость решения наиболее важных задач диагностирования.

1. Контроль изоляции обмоток статора и якоря – необходим постоянный контроль состояния изоляции в процессе эксплуатации.

2. Определение влажности изоляции – выявление причин снижения величины сопротивления изоляции вследствие повышенной влажности является актуальной задачей, так как неправильное определение причины может привести к ошибочной замене тягового двигателя вместо восстановления его изоляции путем сушки.

3. Испытание изоляции повышенным напряжением. Этот метод относят к разрушающим методам контроля.

4. Контроль искрения – один из факторов влияющих на режим работы тягового двигателя и его КПД.

5. Определение межвитковых замыканий в обмотке якоря – межвитковые замыкания нарушают нормальную работу электрической машины и ведут к разрушению изоляции.

6. Выявление межвитковых соединений в полюсных катушках.

7. Нахождение места пробоя изоляции полюсных катушек на корпус – это один из самых распространенных повреждений ТЭД.

8. Контроль паяных соединений (обмоток якорей ТЭД).

9. Измерение активного сопротивления обмоток.

10. Контроль состояния якорных подшипников на двигателе – для определения состояния подшипников используются методы виброакустической диагностики. А также способ эмиссии в ультразвуковой полосе частот.

Выводы. Рассмотрены основные задачи диагностики состояния ТЭД метрополитена, решение которых с использованием современных схемотехнических решений и информационного обеспечения с применением вычислительных средств, позволит совершенствовать систему содержания ТЭД подвижного состава метрополитена.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОСВЯЗИ В УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ДВИЖЕНИИ

Лагута В. В.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Большое значение в управлении движением поездов при высокоскоростном движении придается повышению надежности и достоверности используемой информации. Работы в этом направлении активно ведутся специалистами разных стран. Необходимый уровень достоверности и защиты информации обеспечивается за счет применения классических методов резервирования и защитного кодирования. Живучесть перспективной сети радиосвязи при технических отказах обеспечивается перекрытием зон радиодоступности от со-

ответствующих базовых станций. Однако при неисправности глобального характера, например при выходе из строя центрального коммутатора сети связи, такая защита будет неэффективной. В практике эксплуатации системы GSM-R подобный отказ приводит к сбою работы всей системы управления движением поездов в Норвегии.

Не исключается возможность целенаправленного подавления радиосигналов системы GSM-R. В этом случае опасная трансформация передаваемых команд может и не произойти, но из-за потери информации нарушается управляемость системы. Возможность такой ситуации разработчики системы ERTMS не оговаривают, но во всех проектах сохраняют точечные датчики для обмена информацией с поездами на границах блок участков. Этот канал рассматривается в качестве резервного при оборудовании участков системой ERTMS второго уровня.

Для достижения интероперабельности имеет перспективу использование системы ITARUS-ATC, способной использовать сеть GSM-R с утвержденным протоколом Euroradio. Франция и Италия, исторически использующие рельсовые цепи, не отказываются от их применения совместно с каналами GSM-R в системах обеспечения безопасности.

В системе ITARUS-ATC борт выполняет интеллектуальные функции и всегда получает дополнительную информацию о свободности впереди лежащих блок участков по рельсовым цепям, а по ограничениям скорости – из электронной карты участка, хранящейся в памяти бортового устройства.

При таком построении отказ канала GSM-R не приводит к катастрофической ситуации. Более того, различие полученной информации по каналам GSM-R и рельсовым цепям анализируется бортовым устройством, и для реализации принимается информация, обеспечивающая более высокий уровень безопасности. Такой же принцип используется при определении допустимой скорости движения, информация о которой задается различными источниками: центром RBC, электронной картой участка и системой автоматической локомотивной сигнализации.

Возможность кодирования рельсовой цепи с конкретным номером, привязанным к инфраструктуре, и известными координатами позволяет реализовать безопасную и адресную передачу информации, эквивалентную системе на базе точечных датчиков в ERTMS. Одновременно ограничивается вероятность ошибок спутникового бортового навигатора и обеспечивается безопасность информации о координатах поездов, формируемых этим устройством.

Наращивание функций системы ITARUS-ATC для безопасной эксплуатации на отечественных железных дорогах должно предусматривать:

- позиционирование маршрутных объектов в RBC непосредственно с помощью бортовых спутниковых навигаторов для удешевления стоимости системы;
- использование вместо каналов системы GSM-R более дешевых средств системы GSM в качестве не основного, а дополнительного источника информации;
- использование элементов децентрализованной системы интервального регулирования движения поездов;
- совершенствование нормативной базы в области надежности и обеспечения безопасности с учетом международных стандартов.

Выводы. Недостатком метода резервирования системой ERTMS второго уровня является то, что при движении поезда информация на локомотив в промежутках между соседними точечными датчиками не передается и, соответственно, оперативное реагирование системы на внезапно возникающие препятствия не производится. Кроме того, ERTMS практически непригодна для одновременного обеспечения безопасности при поездной и маневровой работе локомотивов на станции.

Система ITARUS-АТС способна использовать сеть GSM-R с утвержденным протоколом Euroradio для достижения интероперабельности, и сохраняет в качестве источника передачи информации рельсовые цепи.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И СВЯЗИ

Лагута В. В., Рыбалка Р. В., Покотилов Д. Я.,
Костровский В. А., Полковников А. В.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Обеспечение высокой эффективности системы железнодорожной автоматики (СЖА) – важнейшая научно-техническая задача, стоящая перед работниками железнодорожного транспорта. Решение многих задач, основанных на количественной оценке эффективности системы, связано с необходимостью определения показателя, представляющего собой вероятность выполнения функций тем или иным способом P_{pi} .

Цель исследования – установить основные положения, при совместном соблюдении которых СЖА может успешно выполнить свои функции: 1) система должна всегда быть готова к использованию по назначению и исправна; 2) исправная система должна иметь такие характеристики, совокупность которых обеспечивает успешное выполнение задачи.

Статистика отказов устройств железнодорожной автоматики показала, что наибольшее количество отказов приходится на рельсовую цепь (РЦ), в среднем 18 % от общего числа отказов. За абсолютным количеством отказов после РЦ, следуют кабельные сети, приблизительно 13 % отказов, электроприводы – 12 %, а также светофоры – 7 %.

Наиболее общим последствием появления отказов при эксплуатации по назначению является снижение успешности решения системой задач путем увеличения затраченного времени. Известно, что система электрической централизации (ЭЦ) выполнит задание по установке и размыканию маршрута в следующих случаях: 1) система исправна к моменту приготовления маршрута и не откажет за время его установки и размыкания (оперативное время $t_{оп}$); 2) неисправная в начальный момент времени система будет восстановлена за допустимое время t_B и не откажет за определенный период времени.

Предложено степень снижения эффективности системы определять в зависимости от организации использования и уровня надежности средств поездной ситуации отношением $P_H = P_{pi}/P_{Ei}$, где P_{pi} – показатель успешности выполнения системой (элементом), имеющей определенный уровень надежности своих функций; P_{Ei} – показатель успешности выполнения системой (элементом), обладающей абсолютной надежностью своих функций.

Для определения показателя (вероятности) системы (элемента) P_{pi} с учетом реальной надежности необходимо установить: оперативное время выполнения операции; вероятность возникновения одного, двух и т.д. независимых отказов за время $t_{оп}$; время, необходимое для устранения отказа t_B ; фактическое время использования системы при одном, двух и т.д. независимых отказов ($t_{оп} + t_B$); вероятность успешного выполнения задачи при условии возникновения одного, двух и т.д. независимых отказов.

$$P_{pi} = \sum_{N_0}^{N_n} (p_{piN_0} + q_{N_0}),$$

где N_n – предельное число отказов, которые могут возникнуть за время $t_{\text{оп}}$; q_{N_0} – вероятность возникновения числа независимых отказов N_0 за время $t_{\text{оп}}$, $N_0 = 1, 2, \dots, N_n$; P_{piN_0} – значения показателя P_{pi} при условии возникновения за время $t_{\text{оп}}$.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К СКОРОСТНОМУ УЧАСТКУ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Лагута А. В., Сердюк С. Н.

Днепропетровский национальный университет имени О. Гончара

Оценка влияния природных и техногенных объектов на состояние рельсового пути осуществляется в результате анализа уровня опасности тех или иных объектов и их удаленности от железнодорожного полотна. Уровень опасности обычно назначается экспертами в результате периодических проверок.

На сегодняшний день вопросам оценки состояния прилегающих к железной дороге территорий не уделяется должного внимания, особенно это касается, разрабатываемых информационных систем, с помощью которых возможно было бы оценивать состояние прилегающих территорий.

Техногенные объекты, такие, например, как предприятия, которые располагаются не на самой железной дороге, а на некотором расстоянии от нее. Для того чтобы учесть их влияние и возможное воздействие на элементы и системы скоростной железной дороги (СЖД) предлагается строить «буферные» зоны, определенного радиуса. Все объекты, попавшие в «буферную» зону и характеризующиеся показателем воздействия, влияют на скоростной режим участка железной дороги.

Зона наименьшего радиуса считается самой опасной и имеет максимальный показатель воздействия, установленный экспертами. Следующая по радиусу зона менее опасна, но в зависимости от вида предприятия может быть значимой при оценке. И третья зона – самого большого радиуса считается практически безопасной, но при анализе влияния разного рода химических и нефтеперерабатывающих, а также предприятий использующих атомную энергию, ее необходимо вводить и учитывать степень влияния предприятия в данной зоне.

Для характеристики того или иного воздействующий фактор на СЖД прибегают к помощи экспертов, которые на основе априорных знаний (АЗ) о рассматриваемых факторах каждому показателю присваивают значение, соответствующее степени воздействия. Для таких техногенных объектов как предприятия и заводы, расположенные вблизи СЖД, оценка влияния может осуществляться на основе следующих априорных знаний (АЗ):

- деятельность предприятия (оценка вредного воздействия деятельности предприятия на окружающую среду);
- время создания предприятия;
- удаленность предприятия от железной дороги;
- частота возникновения аварий на предприятии;
- использование очистных сооружений на предприятии;
- применение новых, в том числе и очистных технологий, на предприятии.

На основе анализа АЗ каждой чрезвычайной ситуации присваивается показатель воздействия на железную дорогу. Полигональный слой создается на основе статистических данных по разным литературным и интернет-источникам о чрезвычайных ситуациях, которые имели место за последние несколько лет в районе рассматриваемого участка СЖД.

Выводы. Итоговую оценку влияния природных и техногенных объектов необходимо осуществлять на основе таких параметров, как показатели предельно допустимых концен-

траций (ПДК) вредных выбросов техногенных и природных объектов, зафиксированных в «буферной» зоне СЖД.

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТУ

Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В.

Український державний університет залізничного транспорту

Високошвидкісний наземний транспорт (ВШНТ) в сучасному понятті – це залізничний транспорт, що забезпечує рух поїздів зі швидкістю більше 200 км/год. ВШНТ здійснюється або колісним рухомим складом по рейковому шляху, або безконтактним способом, коли для тяги і гальмування застосовується лінійний електричний привід, а для створення умов руху – магнітний підвіс, так званий левітаційний транспорт.

Вся історія розвитку залізничного транспорту пов’язана з прагненням до підвищення робочих швидкостей руху поїздів, забезпечення мінімального часу перебування в дорозі, збільшення використання провізної здатності магістралей та підвищення комфортабельності пасажирів.

Для колісного рухомого складу використовується традиційний рейковий шлях, в який вкладається, як правило, посиленна колійна решітка, а для левітаційного ВШНТ створюється спеціальна колійна структура. При контактному ВШНТ прокладка шляху, як правило, здійснюється на поверхні землі, а іноді зводяться шляхопроводи. Для левітаційного транспорту зазвичай будують штучні споруди (естакади), на яких створюють шляхову структуру зі станціями і огорожами. Вартість такої шляхової структури значно вище, ніж в разі рейкового транспорту. ВШНТ з магнітним підвісом є найбільш перспективним і екологічно чистим, а також самим безшумним. При його проектуванні і визначенні вартості будівництва і експлуатації виходять з позитивних впливів на рівень витрат наступних факторів: високий темп і економічність будівництва; велика ступінь стандартизації та взаємозамінності елементів і вузлів шляху, його надійність, стабільність, довговічність; можливість механізації і автоматизації процесів складання, налагодження і пуску в експлуатацію всієї системи. Великою перевагою левітаційного транспорту в порівнянні з контактним є більш високий ступінь безпеки і можливість максимальної автоматизації руху.

Одним з основних недоліків колісного рухомого складу є шум, що виникає при його просуванні і переробці. Основним джерелом шуму вагонів є удари коліс на стиках і нерівностях рейок, а також тертя поверхні катання і гребеня колеса об головку рейки.

Сприйняття шуму поїздів залежить від загального шумового фону. Шум від вокзалів і особливо сортувальних станцій викликає більш негативні наслідки, ніж шум від звичайного руху поїздів.

Як показали результати досліджень, шум поїздів більшою мірою перешкоджає сприйняттю мови, ніж шум від автомобільного руху. Це пояснюється, перш за все, тривалістю шумового ефекту, що викликається рухом поїзда. Шум може стати причиною стресового стану, що характеризується підвищенням активності центральної і вегетативної нервової систем. Про наближення пасажирського і тим більше вантажного поїзда відомо задовго до його появи – по шуму.

Проблема розвитку високошвидкісного екологічно чистого наземного транспорту носить загальнонаціональний характер. Її рішення дозволило б істотно поліпшити ситуацію з організацією перевезень пасажирів на основних напрямках мережі залізниць, забезпечити збільшення пасажирообороту, скоротити потребу в рухомому складі та в результаті підвищити престиж вітчизняних залізниць і держави в міжнародному аспекті.

Найбільш ефективним методом вирішення цієї проблеми є науково-технічне планування та управління комплексом вирішуваних завдань на базі державних цільових програм.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ-РАВНОВЕСНОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ В ТРАНЗИТНОЙ СРЕДЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ

Лямзин А. А.

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

Равновесное состояние транспортного сектора транзитной промышленной среды (ТСТПС) представлено пространственной (гео) транспортно-логистической цепью, состоящей из трех плоскостей: экосистема, социум и транспорт находящихся в постоянном взаимодействии и влияющих на устойчивое состояние (эффективность) друг друга. Объектом управления является экологическая безопасность, поэтому вектор управляющих воздействий U_{TC} направлен применительно к этой плоскости. Исходя из теоретико-множественного представления, множество Y , определяющее состояние транспортно-логистической цепи, будет характеризоваться сочетанием двух базовых подмножеств: подмножества $Y_{ССРП}$, описывающего состояние среды на регулируемом перекрестке (далее – ССРП), и подмножества $Y_{ТС}$, описывающего техническое состояние транспортных средств (ТС). Таким образом, наиболее активными элементами в составе геомодели ТСТПС будут объекты транспортной составляющей – ТС и ССРП. При этих условиях результативность геомодели ТСТПС, связанная с прогнозированием экологической безопасности при обеспечении жизненных функций всех составляющих социума в транспортных услугах, будет определяться, в первую очередь, влиянием векторов – $Y_{ПС}$ и $Y_{СС}$, описывающих множества воздействий объектов транспортной составляющей на природную среду и на среду социума. При этом целевое состояние как состояние экологической безопасности ТСТПС при управлении ею – есть вариация параметров Y , при которой параметры, выбранные в качестве показателей качества природной среды (компоненты множества X) и показателей качества социальной среды (компоненты множества Z) при учете внешних воздействий на систему будут принимать значения, соответствующие целевым ($XЦ$, $YЦ$ и $ZЦ$). На основе результатов геомоделирования получаем значения показателей качества природной среды (компонентов множества X) и социальной среды (компонентов множества Z) по заданным значениям параметров транспортной составляющей (компонентов множества $Y_{СС} \in Y$ и $Y_{ПС} \in Y$), которые являются результатом формирования управляющих воздействий с учетом известных внешних факторов (компонентов множества Ω). Таким образом, концепция разработки геомодели выстраивается на основе выявленных причинно-следственных связей между компонентами множеств: $X = g(Y_{ПС}, \Omega)$ и $Y = g(Z_{СС}, \Omega)$.

Топические цели поведения элементов геомодели ТСТПС будут соответствовать векторам информационного взаимодействия между составляющими эко-социо-транспортной структуры и направлены на:

- снижение негативного воздействия транспорта на окружающую природную среду (вектор $Y_{ПС}$) и снижение потребления природных ресурсов при реализации транспортных и сопутствующих процессов (вектор $X_{ТС}$);

- удовлетворение рациональных потребностей социума в транспортных услугах (вектор Y_{CC}) и внедрение биосфер совместимых транспортных технологий в социальную среду (вектор Y_{TC}) с соблюдением основных принципов городской логистики;
- снижение негативного влияния элементов техно сферы через составляющую природной среды на каждую единицу социума (вектор X_{CC}) и повышение способности природной среды (биоты) к регенерации и восстановлению с учетом в этом процессе социума (вектор Z_{TC}).

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЧНОЮ ПЕРЕЇЗНОЮ СИГНАЛІЗАЦІЄЮ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ НАБЛИЖЕННЯ ПОЇЗДУ ДО ПЕРЕЇЗДУ

Маловічко В. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

В зв'язку з використанням на залізницях України прискореного руху поїздів питання безпеки руху в зоні перетину залізничних колій з автомобільними дорогами постає все більш гостро.

Причиною збільшення кількості аварійних ситуацій на залізничних переїздах є невиконання водіями автотранспорту вимог безпеки при перетині залізничного полотна, та відсутність інформації про фактичну зайнятість переїзду у машиністів поїздів. На переїздах які охороняються, черговий по переїзду при зупинці автотранспорту на закритому переїзді має можливість попередити машиніста про виникнення перешкоди на шляху руху поїзда. Але більшість переїздів не охороняються і машиніст не має можливості ще на під'їзді до зайнятого переїзду застосувати екстрене гальмування. Це зумовлює необхідність розробки додаткових систем контролю зайнятості переїзду.

Також необхідно враховувати що існуючі системи переїзної сигналізації створюють значні необґрунтовані затримки в русі автомобільного транспорту. Проблема в тому, що при закритті переїзду задовго до проїзду поїзду, відбуваються значні затримки в русі автомобілів, а для зменшення цих затримок необхідно контролювати положення поїзду на ділянці наближення постійно по мірі його наближення до переїзду, з чим не справляються класичні системи залізничної автоматики.

Для вирішення проблеми закриття переїзду в системах залізничної автоматики, перед установкою апаратури залізничного переїзду проводиться розрахунок довжини ділянок наближення поїзду до переїзду, при занятті яких переїзд закривається. Головним недоліком такого методу є те, що розрахунок проводиться для поїзду, який буде рухатись із швидкістю, яка максимально допустима на даній ділянці залізниці. Поїзди які реально рухатимуться по даній ділянці будуть мати швидкість значно нижчу, що приводить до зайвих затримок автомобільного транспорту. На ділянках прискореного руху ці затримки стають ще більшими.

Пропонується створити систему постійного двохканального контролю наближення поїзду до переїзду. Для цього в якості одного з каналів можна використовувати систему супутникового моніторингу транспорту FORT призначена для отримання інформації про стан контрольованих об'єктів, які здійснюється за рахунок використання ГЛОНАСС/GPS терміналів, які за рахунок взаємодії з супутниками глобальних систем позиціонування, отримують інформацію про місцезнаходження, швидкості і напрямку руху транспортного засобу. Термінали FORT широко застосовуються на автомобільному транспорті (FORT-111) а з 2008 р. термінал Fort-300RW застосовують і на залізничному транспорті

для контролю стану тепловозів. При встановленні терміналів на всі рухомі одиниці залізниці можна контролювати наближення рухомого складу як до переїздів які охороняються, так і до переїздів без чергового і команду на закриття переїзду видавати виходячи з реальної швидкості поїзду та відстані до переїзду. В якості дублюючого каналу пропонується використати систему радіозв'язку з приймачем та передавачем на рухомій одиниці та переїзді. Систему необхідно створювати дуплексну де на переїзд від локомотива передається інформація про його швидкість та місцезнаходження, а на локомотив від переїзду інформація про його закриття та при встановленні додаткових датчиків інформація про блокування колії на переїзді автомобільним транспортом. Запропонована система дозволить підвищити безпеку руху на переїздах та зменшити затримки автомобільного транспорту.

РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ УПОВІЛЬНЮВАЧІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ

Маловічко Н. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

У сучасних умовах, незважаючи на зменшення вантажообігу, собівартість перевезень продовжує зростати. Одним із способів зменшення собівартості перевезень є скорочення часу перебування вагонів на сортувальних станціях. Для цього необхідна чітка взаємодія між усіма підрозділами станції при виконанні технологічних операцій. Окрім цього поряд із збільшенням переробної спроможності сортувальних гірок треба також підвищувати безпеку розпуску.

Шляхом вирішення даних задач є розробка нових, а також вдосконалення існуючих систем автоматизації сортувальних гірок. Використання мікропроцесорної техніки дозволить суттєво підвищити надійність та функціональність систем гіркової автоматики шляхом збільшення швидкості обробки інформації, спрощенні заходів по обслуговуванню та експлуатації систем тощо. Але перехід на системи з мікропроцесорною елементною базою відбувається досить повільно, в зв'язку з тим що старі релейні системи типу БГАЦ та ГАЦ-КР продовжують функціонувати не потребуючи коштів на переоснащення, а також налагоджена схема їх експлуатації, заміни елементів та ремонту. В зв'язку з цим виникає необхідність в розробці підсистем на мікропроцесорній елементній базі, які можна інтегрувати в існуючі релейні системи гіркової автоматики і таким чином підвищити ефективність їх функціонування. Однією з таких систем є запропонована підсистема автоматичного керування роботою уповільнювачів на сортувальних гірках.

Одним із найважливіших елементів гіркової автоматики є уповільнювач. На залізницях України в якості уповільнювачів в гіркових автоматизованих системах централізації використовують тільки шинні уповільнювачі, які виконують функцію гальмування відчепів шляхом тертя між поверхнею колеса та шини уповільнювача. Істотним недоліком уповільнювачів даного типу є залежність якості гальмування від стану поверхні колеса і попадання мастила на цю поверхню може істотно зменшити гальмівний ефект. При цьому максимальна швидкість відчепу при слідуванні по шинному уповільнювачу складає лише 6-8 метрів за секунду, що значно зменшує можливості збільшення швидкості розпуску відчепів та збільшує довжину гірки. За кордоном замість шинних уповільнювачів використовують більш сучасні плунжерні, спіральні-кулачкові, електромагнітні, з пружним гальмівним елементом та інші уповільнювачі які не затискають колеса вагонів та дозволяють збільшити швидкість розпуску відчепів та зменшити довжину горловини та висоту гірки. Але заміна шинних уповільнювачів на більш досконалі в існуючих релейних системах гіркової централізації потребує реконструкції систем та значних капітальних затрат.

Запропонована підсистема дозволяє контролювати швидкість руху відчепів перед уповільнювачами гальмівних позицій за допомогою ряду точкових колійних датчиків. При відомій відстані між колійними датчиками, мікроконтролер визначає швидкість кожного відчепу перед його вступом на уповільнювач а також обробляє дані про вагу кожного відчепу і видає команду на застосування необхідного зусилля на гальмування з боку уповільнювача. Принципові схеми для керування уповільнювачами різних гальмівних позицій відрізняються лише програмним забезпеченням. Для останньої гальмівної позиції також виконується ув'язка з системою контролю заповнення колій. Використання такої підсистеми дозволить звільнити операторів гірок від значної частини роботи та підвищити ефективність гальмування на усіх гальмівних позиціях.

ОПТИМИЗАЦИЯ УРОВНЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Павличенко М. Е.

ООО «ДДК», Екатеринбург, Россия

Развитие альтернативных источников энергии требует новых подходов к организации сетей распределения энергии. Традиционно сети состоят из мощных генерирующих устройств и распространенных распределительных сетей. Для доставки энергии потребителям применяются сети переменного тока с различными уровнями напряжения. Чем дальше от генерирующих устройств находится потребитель, тем больше потерь происходит в линии при передаче и трансформации энергии. Наличие в сети больших генерирующих мощностей повышает уязвимость системы и может вызывать отсутствие электроэнергии у большого числа потребителей в случае отказа оборудования подстанций или сетей.

Конструкция возобновляемых источников энергии (ВИЭ) позволяет размещать генерирующие устройства непосредственно у потребителей, что позволяет не передавать энергию на большие расстояния. В процессе эксплуатации ВИЭ выяснилось, что самым слабым и самым дорогим звеном в этой системе являются устройства накопления энергии. Стоимость этих устройств в автономном варианте конструкции составляет более 70 % от общей стоимости системы. Соответственно, стоимость выработанной энергии будет определяться не стоимостью генерирующих устройств, а стоимостью устройств накопления.

Снизить эту стоимость могут сетевые инверторы (on-grid), которые отдают излишки электроэнергии в сеть и потребляют её при недостатке или отсутствии. При применении таких инверторов выявились новые эксплуатационные проблемы – большая доля реактивной составляющей при выработке переменного тока. Значение косинуса ϕ составляет 0,6. Кроме того, эти устройства недешевы. Применение емкостной компенсации у каждого маломощного генерирующего устройства тоже неэффективно.

Решением может быть объединение маломощных ВИЭ в сеть постоянного тока в пределах небольшого населенного пункта или городского района и установка мощного преобразователя DC/AC с компенсирующим устройством. Для жизнеспособности этой схемы необходим учет электроэнергии в двух направлениях с учетом времени генерации или потребления. С учетом того, что выработанную энергию не требуется передавать на большие расстояния, можно предположить, что сеть постоянного тока напряжением 110 В будет оптимальным решением. Применение постоянного тока позволяет использовать большинство оборудования потребителей без лишних и сложных преобразований, при постоянном токе проще осуществляется согласование работы потребителей. Существуют примеры использования технологии блокчейн (распределенная база данных) для учета электроэнергии в децентрализованных энергетических системах. Такие системы позволя-

ють перерасподеляють енергію всередині локальної мережі незалежно від централізованої мережі.

Таким чином, можна передбачити, що об'єднання ВІЕ в локальну мережу постійного струму напругою 110 В з виходом на існуючі мережі змінного струму дозволить об'єднати переваги розподілених і централізованих мереж, позбутися від ряду недоліків цих мереж і знизить вартість електроенергії для споживачів при підвищенні надійності і якості.

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ СКЛАДСЬКИМИ ЛОГІСТИЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Пасічник В. А., Кравець А. О.

Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара

Застосування інформаційних технологій в системах логістичного забезпечення як виробників так і споживачів виробничих товарів дозволяє суттєво підвищити ефективність використання задіяних ресурсів. Зростання конкуренції у різних сферах бізнесу, підвищення вартості робочої сили та складських площ потребують зміни існуючих підходів до зберігання і обробки вантажів та впровадження логістичного підходу як до проектування так і до управління складським господарством. Це пов'язано з тим, що в сучасних умовах при організації складського господарства ставиться за мету створити не абстрактні палети-місця, а логістичну систему з певними характеристиками, яка дозволяє переробляти необхідні обсяги товарів. А це можливо, якщо частиною комплексу послуг по створенню складу є логістичний консалтинг, який включає розрахунок товарних запасів і місць зберігання, маршрутизацію операцій, визначення потреб в обладнанні, техніці, персоналі та впровадження сучасної автоматизованої системи управління процесами складської переробки товаропотоків. Тому вимоги логістики, які враховуються на етапі проектування організації чи реорганізації складського господарства, дозволяють обрати технологічну систему з оптимальними характеристиками та ефективним управлінням поточними процесами.

У теперішній час діапазон рішень для автоматизації складської діяльності достатньо широкий: від унікальних програм і складських модулів ERP-систем до рішень класу WMS. Порівнювати переваги і недоліки складських модулів ERP-систем і систем класу WMS можна за різними параметрами, але таке порівняння було б некоректним. Складський модуль ERP постфактум враховує транзакції, що відбуваються на складі, виконуючи лише функції обліку, (інформацію про переміщення товару вводять до системи вручну). А система класу WMS в режимі реального часу відстежує фактичний прийом товару і на основі визначених правил здійснює розміщення товару, тобто реалізує функцію управління.

На ринку існують декілька основних підходів до впровадження автоматизованих систем управління. Це так звані стандартні системи «коробок», системи, що розробляються на замовлення та системи для адаптації. Під поняттям «коробка» розуміють готові до установки системи, обмежені за функціональністю і можливістю модифікації. Функціональність систем «коробок» наближаються до складських модулів ERP. Системи «коробок» орієнтовані на невеликі оптові комерційні склади, що не надають додаткових послуг. Такі системи ідеально підходять для складів, що мають типові технологічні процеси і просту топологію. Це зумовлено тим, що для реалізації основного принципу продуктів «коробок» – універсальності застосування – в цих системах істотно зменшений ступінь автоматизації технологічних процесів. Проте існують рішення «коробок», призначені і для компаній зі складними технологічними процесами. Зазвичай постачальники таких автоматизованих систем пропонують дві-три версії стандартних продуктів – «легка», «середня» і

«вища». Кількість користувачів «системи коробки» на складі середнього розміру, як правило, не перевищує 10–25 осіб. Серед західних систем, представлених в Україні в цьому класі, можна відзначити рішення RadioBeacon WMS, розроблене канадською компанією Radio Beacon Inc.

Системи створені на замовлення, зазвичай, упроваджуються на великих складських комплексах з складною технологією виконання операцій. Основна мета впровадження систем такого класу – облік специфічних особливостей діяльності клієнта. Основними світовими постачальниками таких систем є американські компанії Manhattan Associates, Catalyst International, RedPairie. Як правило, розробляють замовлені системи на основі існуючого програмного забезпечення, але з великою часткою модифікацій базового коду і розробкою нової функціональності. Часто постачальники подібних систем мають декілька рішень для різних індустріальних секторів. Кількість користувачів в подібних системах перевищує 50 осіб. Терміни розробки і впровадження систем цього класу можуть становити 1–2 року і більше, а вартість подібних проектів вимірюється мільйонами доларів. Ці системи підтримують декілька платформ (зазвичай IBM iSeries (AS/400) і Unix). Як система управління баз даних використовуються Oracle і інші високотехнологічні СУБД. На українському ринку системи цього класу практично не представлені.

Існують також системи, які підлягають адаптації. Цей клас систем є найбільшим сектором ринку WMS, що динамічно розвивається, орієнтується на середні і великі підприємства зі складами з достатньо складними технологічними процесами на основі стандартних складських функцій. Цей сектор об'єднує десятки компаній, серед яких HighJump Software, MARC Global, Swisslog, PSI logistics GMBH і багато інших. Як правило, побудова таких систем заснована на використанні центрального модуля, що автоматизує основні функції системи, і додаткових модулів для реалізації.

Успіх сучасних мереж постачань полягає в їх здатності поставити необхідний товар в потрібне місце в необхідний час і за розумною ціною, що багато в чому визначається ефективністю роботи складу і розподільчого центру, яка, у свою чергу, досягається плануванням, інтеграцією, оптимізацією і автоматизацією повного ланцюга складських операцій. Впровадження таких рішень на базі транспортно-логістичних центрів є визначальною умовою подальшого успішного розвитку транспортної системи та відповідної логістичної інфраструктури.

ЗАСТОСУВАННЯ ЛОГІСТИКИ ДО УПРАВЛІННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ РОБОТОЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ У СФЕРІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Примаченко Г. О.

Український державний університет залізничного транспорту

Питання логістики пасажирських перевезень є досить новими як у світовій практиці, так і в Україні та країнах Співдружності Незалежних Держав, в Україні розглядаються явно недостатньо, звідси і звернення до досвіду закордонних логістів. Перш за все, в якості вантажу, що переміщується, виступає найважливіший з усіх можливих – людина. Виходячи з цього питання безпеки виступають на перший план. До того ж не має такого напрямку логістики, який би так активно впливав на реалізацію соціальних задач.

Логістику можна розглядати як оптимізацію потоку послуг, а транспорт повинен забезпечувати високу якість транспортного обслуговування при одночасній мінімізації витрат. Особливості використання логістичних методів в управлінні пасажирським транспортом стосуються багатоманітності послуг і форм організації транспортної інфраструктури.

Транспортна логістика у таких умовах дозволяє згладити протиріччя між перевізниками та пасажирями.

Модель стратегічного управління пасажирськими залізничними перевезеннями повинна базуватися на політичній та соціальній меті; формуванні переліку факторів, що впливають на вибір маршруту перевезення пасажирів; розрахунках потрібних ресурсів, узгодження їх з наявними та визначенні траєкторії розвитку логістичної системи.

Пасажирським перевезенням надавалося велике значення на кожному етапі розвитку залізничного транспорту в Україні. У територіальному аспекті залізничний транспорт забезпечує цілорічний зв'язок населених пунктів один з одним.

Згідно із даними світової статистики, темпи зростання популярності залізничного транспорту є досить високими в Україні у порівнянні з іншими видами транспорту для перевезення пасажирів і туристів, що обумовлено широкою географією подорожей і стійкою тенденцією скорочення тривалості подорожей і підвищення частоти їх здійснення. Тому процес суміщення переміщення у транспортному засобі і відпочинку є актуальним для сучасних пасажирів і туристів, а залізничний вагон може виступати у ролі «готелю на колесах». Вище наведене призводить до того, що особливе місце у туристичному бізнесі займають залізничні перевезення.

У світі виділяють наступні способи регулювання діяльності залізничних операторів:

- національне (шляхом ліцензування залізничних перевізників, що працюють як на внутрішніх, так і на міжнародних маршрутах);
- міждержавне (коли регулярні залізничні маршрути базуються на угоді між країнами);
- міжнародне (тарифи на регулярні залізничні маршрути встановлюються на основі договорів між залізничними компаніями).

Одним із видів міжнародного регулювання залізничних перевезень може стати створення пулів або кластерів, що поєднують діяльність залізничних компаній, які працюють на певних міжнародних маршрутах. Так як залізничний транспорт займає конкурентоспроможні позиції у світовій транспортній системі, виникає необхідність у його міжнародній координації і регулюванні.

ДО ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Разгонов А. П., Журавльов А. Ю.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Протягом значного часу на мережі залізниць України та зарубіжжя експлуатуються рухомі одиниці з трифазними асинхронними двигунами (РТД).

Надходять зауваження від експлуатаційників служби «Ш» про відмови пристроїв СЦБ внаслідок проходження РТД. Зауважимо тут, що принцип регулювання потужності тяги в режимі набору швидкості за допомогою таких агрегатів заснований на плаваючому регулювання частоти, в результаті створюються завади «квантування» тягового струму в широкому спектрі частот, в тому числі співпадаючих з частотами сигнального струму 25-50-75 Гц рейкових кіл (РК), здійснюючи заважаючий і небезпечний вплив на роботу колійних приймачів. Крім цього, робота силових приводів супроводжується не тільки зростанням струмів асиметрії тягового струму в рейкової лінії, намагнічуючих феромагнітні осердя дросель-трансформаторів (ДТ), а й створенням інтенсивного спектра вищих частот, які співпадають з інформаційними частотами тональних рейкових кіл.

Все це створює найважливішу проблему перед галуззю автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті по розробці нових технічних рішень по підвищенню надійності роботи пристроїв СЦБ, а також суттєво змінених методів розрахунку електричних РК з урахуванням завад тягового струму.

З розвитком апаратно-технічних засобів, актуально розглянути статистику відмов РК в частотному діапазоні тонального та низькочастотному спектрі з виявленням найбільш доцільного діапазонів частот для побудови РК в якому можливо більш ефективно зменшення впливу завад від РТД, з побудовою сучасної конкуренто-спроможних засобів СЦБ з урахуванням сучасних напрацювань.

Так, потрібно розробити більш надійнішу систему інтервального керування рухом високошвидкісних поїздів без використання прохідних світлофорів і ізолюючих стиків, використовуючи радіоканали для обміну даними про стан та знаходження об'єктів, в якій РК буде додатковим каналом передачі даних, датчиком колійного контролю місця знаходження рухомої одиниці, та основним вузлом з контролю цілісності рейкової лінії.

Завдяки новітнім технологіям телеметрії та телемовлення в станційній системі є можливість використовувати РК з сигнальним струмом на вищих частотах (до 7 кГц) з цифровою схемою модуляції, де несуча модулюється квадратурною амплітудною модуляцією (КАМ).

КАМ використовується для побудови коду, в якому змінюється як фаза так і амплітуда коливань несучої частоти кодових комбінації, що дозволить в системах залізничної автоматики збільшити ємність каналів передачі інформації, забезпечити отримання сигналу на деякій множині з ортогонально-модульованих частот, звужити ширину спектра, підвищити можливість виявлення помилок при передачі інформації, підвищити завадостійкість пристроїв СЦБ та т.п.

На першому етапі ведеться розробка та розрахунки РК з КАМ, та встановлено, що актуально таки РК використовувати на станції при побудові безстиківих ділянок.

ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ СТАНЦІЙНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ВІД ВПЛИВУ ЗАВАД ТЯГОВОГО ЗМІННОГО СТРУМУ

Разгонов А. П., Журавльов А. Ю.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Досвід експлуатації систем автоматики та телемеханіки показав, що за певних кліматичних умов і режимів роботи тягової мережі створюється вплив потужних завад тягового струму на роботу електричних рейкових кіл (РК). Наслідки такого впливу призводять до підмагнічування елементів які містять феромагнітні осереддя в схемах РК і, як наслідок, до відмов РК і систем СЦБ.

На електрифікованих ділянках змінного струму при ожеледиці на контактній мережі, між струмоприймачем та контактним проводом створюється електрична дуга, що супроводжується електричним перехідним процесом у силовому колі електровоза. Постійна складова цього струму викликає насичення осердя дросель-трансформатора (ДТ) та колійних трансформаторів, що впливає на нормальний режим роботи РК і призводить до їх відмови та перекриття станційних світлофорів.

Використовуючи результати з патенту на корисну модель (Україна, № 84968, зареєстровано в реєстрі патентів на винаходи 11.11.2013 р.) «Пристрій захисту рейкових кіл ділянки тяги змінного струму від впливу зворотного постійного струму», розроблено нове технічне рішення, спрямоване на підвищення експлуатаційної надійності станційних РК ді-

лянки електротяги змінного струму, шляхом блокування проникнення завад змішаного тягового струму.

Схемне рішення пристрою захисту складеться з силового управляючого комутуючого блоку; детектора постійної складової тягового струму (ДПС), декодера числового коду (ДЧК), логічного модуля керування силовим комутуючим блоком, а також пороговими вентилями які шунтують пристрій захисту в умовах короткого замикання в тяговій мережі.

Розглянемо спрощений алгоритм роботи захисного пристрою. Пристрій підключається між середніми виводами ДТ дросельного пункту (ДП) вхідного (вихідного) світлофора. В нормальному стані керований пристрій відкритий, через його силові ключі протікає змінний тяговий струм, з РК перед станційним світлофором. При відкритті станційного світлофора, декодер ДЧК отримує з РК комбінацію коду (Ж чи З), що дозволяє рух прийняти чи відправити поїзд з/на станцію, та подає команду на вхід детектора ДПС, який шляхом розкладення кривої тягового струму в ряд Фур'є (БПФ), контролює наявність та рівень постійної складової в тяговому струмі.

При виявленні постійної складової в змінному тяговому струмі критичного рівня блоком ДПС подається команда на вхід логічного модуля для закриття силового керованого блока, тим самим виключається вплив завади постійної складової на осердя ДТ, та порушення нормального режиму роботи РК та перекриття станційних світлофорів.

При проходженні поїздом ординати станційного світлофора, в РК перед світлофором подається забороняюча комбінація коду (КЖ), в результаті формується команда на відкриття силового блоку.

На запропонований пристрій захисту подана заявка на отримання патенту.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР ПГ 50:50 КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ КОММУТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Разгонов А. П., Ящук Е. И., Разгонов С. А.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Во вводимых в действие системах СЦБ на микроэлектронной базе существует реальная угроза их поражения мощными импульсными помехами (МИП), создаваемыми атмосферными и коммутационными процессами.

Анализ средств защиты (СЗ), применяемых в устройствах СЦБ, можно условно разделить на три каскада: 1 – защита ВВЛ линии продольного энергоснабжения напряжением до 10 кВ и выше; 2 – защита кабельных линий НН низкого напряжения, подводящих энергию к релейным шкафам и транспортабельным модулям; 3 – защита отдельных узлов аппаратуры систем. Анализ причин отказов СЗ и аппаратуры от поражений МИП показывает, что в наихудшей степени защищены технические средства второго каскада. Существующий арсенал СЗ этого каскада не отвечает требованиям, главным образом, по тепловым параметрам, что ведет к многочисленным поражениям аппаратуры СЦБ и отказам СЗ, особенно на грозоактивных участках дорог. Опыты показывают, что СЗ должны безотказно гасить энергию МИП (Джоулев интеграл $\int i^2 dt$) до 40 и более кДж. В действительности, они выдерживают энергию помех до 2-3 кДж.

На кафедре автоматики, телемеханики и связи разработан и испытан заводской образец генератора, отвечающий требованиям к СЗ 2 каскада. Более того, генератор является эффективным защитным фильтром, подавляющим МИП, проникающие в нагрузку в ре-

жиме генерации, а также выполняет роль стабилизатора выходного сигнала ($k_{\text{ст}} > 40$). В качестве исследуемого образца применен ПГ 50:50 с обратной связью с усовершенствованной схемой, в которой главным узлом является последовательный контур, образованный обмотками контура и обратной связи, а также конденсатором C_k , вступающих в параметрический резонанс напряжений (РН) с целью увеличения выходной мощности генератора.

Исследование стационарных АЧХ характеристик ПГ 50:50 выполнено с помощью нелинейного дифференциального уравнения второго порядка, составленного для контура РН относительно напряжения на конденсаторе, приведенное к нормированному виду и решенное квазилинейным методом. В ходе решения были составлены укороченные уравнения, из которых получено выражение для сдвига фаз между индукциями входной и выходной цепей. Поскольку в результате проведения экспериментальных исследований установлено, что угол сдвига фаз между входным и выходным напряжениями ПГ 50:50 близок к 90° , то из полученного выражения было найдена величина емкости конденсатора C_k .

При заданных проектных данных генератора (входное напряжение, мощность на нагрузке, напряжение на выходе, частота питающей сети и др.) методика расчета основных параметров ПГ 50:50 во многом совпадает с методикой расчета маломощных трансформаторов. Важным моментом является секционирование контурной (выходной) обмотки и обмотки обратной связи для подстройки режимов работы генератора.

Внешняя характеристика генератора весьма жесткая. Вид характеристики не изменяется при смене уровней мощности нагрузки.

Испытания на воздействие импульсных помех показали, что в рабочем режиме генератор не допускает прохождение МИП в нагрузку (подавалась МИП амплитудой 2600 В длительностью менее 5 мс, на выходе $U_{\text{мин}}$ отсутствует).

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПРИ НАЛИЧИИ ИСТОЧНИКОВ ИНТЕРГАРМОНИК

Саенко Ю. Л., Бараненко Т. К.

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

Для обеспечения электромагнитной совместимости электрических сетей необходимо соблюдение норм качества электроэнергии, установленных в ГОСТ-13109-97 (далее Стандарт). Согласно данному Стандарту несинусоидальность напряжения характеризуется такими показателями качества электроэнергии (ПКЭ), как коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения. В Стандарте установлены нормально допустимые и предельно допустимые значения указанных коэффициентов, а также даны методики их определения. При этом нормирование данных ПКЭ производится только для случая дискретного спектра высших гармоник (ВГ). Интергармоники (ИГ) обладают как дискретным, так и сплошным или, чаще, смешанным спектрами. При любом характере спектра ИГ, они являются дополнительной или основной причиной несинусоидальности напряжения, наряду с ВГ. Таким образом, возникает задача минимизации ИГ. При решении вопроса минимизации необходим расчет соответствующих ПКЭ. Как отмечено выше, в Стандарте нормирование ИГ не производится. Однако для случая дискретного спектра ИГ представляется возможным ис-

пользовать те же ПКЭ, характеризующие несинусоидальность напряжения, и ту же методику их расчета, что и для ВГ.

Согласно Стандарту коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения определяется следующим образом:

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_{(n)}^2}}{U_{(1)}} \cdot 100,$$

где $U_{(n)}$ – действующее значение междуфазного (фазного) напряжения n -й гармоники; $U_{(1)}$ – действующее значение междуфазного (фазного) напряжения основной частоты. Допускается вместо $U_{(1)}$ использовать $U_{\text{ном.}}$ – номинальное междуфазное (фазное) напряжение.

При наличии в кривой напряжения, обладающей дискретным спектром, ИГ предлагается вычислять показатель K_U по формуле

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{\substack{k=1 \\ v_k \neq 1}}^N U_{(v_k)}^2}}{U_{(1)}} \cdot 100,$$

где k – номер гармонической составляющей кривой напряжения; v_k – относительная частота k -й гармонической составляющей; $U_{(v_k)}$ – действующее значение междуфазного (фазного) напряжения v_k -й гармоники; N – номер последней учитываемой гармоники.

Число N должно определяться диапазоном частот, где гармоники имеют наиболее значимые амплитуды. Нормирование коэффициента K_U , определяемого последним выражением, должно производиться до значений, приведенных в Стандарте, так как коэффициент K_U дает общую оценку степени искажения кривой напряжения, независимо от причины его появления.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ РАБОТЫ МАСЛОНАСОСОВ СИЛОВЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Саенко Ю. Л., Дьяченко М. Д., Кодулев С. В.

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

Задачи оценки технического состояния электрооборудования высоковольтных подстанций в настоящее время приобретает особое значение. Обусловлено это, прежде всего, высоким уровнем износа оборудования, отсутствием простых и однозначных критериев оценки межремонтного интервала, необходимостью получения достоверной информации его технического состояния.

В этом аспекте особое внимание следует уделить высоковольтным силовым трансформаторам и автотрансформаторам. Одной из причин выхода из строя силовых трансформаторов является повреждение маслонасоса, что нередко приводит к нарушению химического состава трансформаторного масла, снижению его изоляционных свойств и ложной работе газовой защиты.

Каждый маслonaсос представляет собой асинхронный электродвигатель мощностью до 15 кВт со скоростью вращения 3000 об/мин. Сам двигатель вместе с крыльчаткой заключены в общий герметичный корпус. Длительная работа маслonaсосов приводит к износу и разрушению подшипников, затиранию ротора, поломке и повреждению крыльчатки, появлению протечек и т.д., что в результате неминуемо вызывает значительное снижение изоляционных свойств трансформаторного масла и затратам на дальнейшее его восстановление.

Один из известных методов контроля состояния электродвигателей и центробежных насосов – метод вибрационной диагностики. Однако традиционные методы вибрационной диагностики требуют применения дорогостоящего оборудования и для контроля состояния маслonaсосов их нельзя считать оптимальными ввиду чрезвычайной избыточности и сложности. В конструкции мощных силовых трансформаторов и автотрансформаторов используется принцип группового объединения нескольких (шесть и более) маслonaсосов на одном трубопроводе. Это в случае проявления дефекта на одном из них неминуемо приводит к изменению вибрационной картины не только на маслonaсосе с проявившимся дефектом, но и на остальных, что может вызвать появление механических резонансных явлений и привести к ложной идентификации кратных дефектов.

Разработанный программно-аппаратный комплекс раннего выявления поврежденного маслonaсосов силовых трансформаторов позволяет локализовать поврежденный объект для исключения его вредного влияния на трансформаторное масло. Программно-аппаратный комплекс реализован на основе метода «вибрационных фотографий». В основу метода положен тот факт, что любое изменение вибрации маслonaсосов говорит о нарушении в его работе. Причем проявление изменений вибрационной картины первоначально происходит именно на том маслonaсосе, на котором возник дефект и только через 10...100 миллисекунд изменение вибрационной картины появиться и на остальных маслonaсосах.

Программно аппаратный комплекс состоит из нескольких сенсорных блоков (по числу маслonaсосов подстанции), Wi-Fi – роутера и щитового блока отображения состояния маслonaсосов подстанции.

При первом включении программно-аппаратного комплекса производится измерение вибрации маслonaсоса по каждой из трех плоскостей, выявляются характерные частоты колебаний их амплитуда и виброускорение, формируется «фотография вибрации» в виде интегральной кривой разбитой по пяти частотным поддиапазонам.

В процессе работы каждый из сенсорных блоков проверяет уровень вибрации и сравнивает ее с «фотографией вибрации». Превышение площади вибрации на 10 % приводит к срабатыванию предупредительной сигнализации на главном щите управления подстанцией, а превышение более чем на 20 % приводит к отключению поврежденного насоса.

На экране информационной панели отображается ретроспективный анализ изменений уровня вибраций и режимов работы каждого маслonaсоса.

АНАЛИЗ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ИСКАЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Саенко Ю. Л.¹, Калюжный Д. Н.², Свергуненко С. В.³

¹ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», ²Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,

³АК «Харьковоблэнерго»

Несимметрия и несинусоидальность напряжений являются одними из основных причин экономических убытков потребителей и поставщиков электрической энергии. Иден-

тифікация источников этих искажений является актуальной задачей. Наиболее распространенным подходом для решения этой задачи является метод направления активной мощности искажений, согласно которому доминирующий источник искажений определяется по отрицательному знаку активной мощности в точке общего присоединения (ТОП).

В основе данного метода идентификации, как для несинусоидальных, так и несимметричных режимов лежит математическая модель, опирающаяся на схему замещения Тевенина (рис. 1). В рамках данного подхода электроэнергетическая система и нагрузка в схеме замещения представляются параллельным соединением ЭДС и сопротивлением по n -ой гармонике и q -й последовательности.

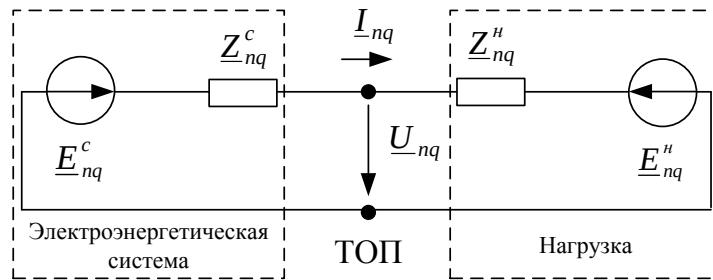


Рис. 1. Эквивалентная схема замещения Тевенина

Пренебрегая активными сопротивлениями ($Z_{nq}^c \approx jX_{nq}^c$ и $Z_{nq}^h \approx jX_{nq}^h$) активная мощность искажений в ТОП определится следующим образом:

$$P_{nq} = \frac{|\underline{E}_{nq}^c| \cdot |(\underline{E}_{nq}^h)^*|}{X_{nq}^c + X_{nq}^h} \cdot \cos \delta, \quad (1)$$

где δ – угол между векторами ЭДС $\underline{E}_{nq}^c$ и $\underline{E}_{nq}^h$.

Как видно из (1), при прочих равных условиях знак активной мощности искажений P_{nq} будет зависеть от угла δ :

$$\text{sign}(P_{nq}) = f(\delta). \quad (2)$$

Таким образом, метод идентификации источников несинусоидальности и несимметрии напряжений по знаку активной искажающей мощности является недостоверным. Разработка нового критерия идентификации источников искажений синусоидальности и симметрии напряжений является актуальной задачей.

СИНТЕЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ПРЯМЫМ ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Сердюк Т. Н.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Автоматизированные электроприводы являются главным средством приведения в движение большинства рабочих машин и технологических агрегатов в машиностроении, металлургии, станкостроении, транспорте и других отраслях. Основное направление развития электропривода заключается в существенном усложнении функций, выполняемых электроприводом, и законов движения рабочих машин при одновременном повышении требований к точности выполняемых операций. Это приводит к функциональному и техническому усложнению управляющей части электропривода и вызывает использование в

ней средств цифровой вычислительной техники, что ведет к необходимости развития микропроцессорных регуляторов и средств их проектирования.

Основными причинами применения цифровых устройств и систем в локальных электроприводах являются:

- высокая помехозащищенность в условиях сильных электромагнитных помех;
- возможность длительного хранения информации без искажения;
- простота контроля при передаче, записи и хранении данных;
- возможность настройки, модификации и расширения цифровых систем без внесения существенных изменений в исходную аппаратную часть за счет перепрограммирования;
- унификация цифровых устройств.

Создание высокоточных и быстродействующих электроприводов, как основного элемента автоматизации технологических процессов и систем управления является на сегодняшний день актуальной научно-технической и хозяйственной задачей. Такие требования могут быть удовлетворены за счет использования в системах электропривода средств микропроцессорной техники.

Для решения данных задач необходимы прикладные средства проектирования систем электропривода с прямым микропроцессорным управлением, включая теорию, которая бы учитывала специфические особенности цифрового способа управления: дискретность силового преобразователя (СП) и микро-ЭВМ, чистое запаздывание, вносимое микро-ЭВМ, различные способы формирования сигналов обратных связей, наличие нескольких периодов дискретизации и др. Созданию такой теории посвящены работы Перельмутера В. М., Вейнгера А. М., Башарина А. В., Новикова В. А., Соколовского Г. Г., Решмина Б. И. и др.

Широкое применение в задачах проектирования автоматизированных электроприводов находит одноэтапная методика синтеза микропроцессорных регуляторов. Система автоматизированного синтеза и одноэтапная методика синтеза обеспечивают: заданное быстродействие, порядок астатизма и качество системы регулирования; учет дискретных свойств микро-ЭВМ, СП и датчиков всех контролируемых координат электропривода; сокращение затрат времени на проектирование и исследование систем электропривода с прямым микропроцессорным управлением.

Выводы. Разработка методик проектирования систем электропривода с прямым микропроцессорным управлением является важной и актуальной задачей, поскольку дополняет практический и теоретический раздел проектирования сложных электромеханических систем (например, стабилизации, следящих систем) с прямым микропроцессорным подчиненным управлением.

СИГНАЛЬНЫЕ ТОРОИДАЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТИПА СТ-4.ТА

Сердюк Т. Н.¹, Евдокименко А. Л.², Сердюк К. Н.³

¹Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ²НПО «Трансавтоматика» (г. Днепр), ³УВК №137, (г. Днепр)

На железных дорогах Украины и стран СНГ для электропитания сигнальных устройств автоматики используются трансформаторы типа СТ-2А, СТ-3, СТ-4, СТ-5 и СТ-6, СОБС-2 и СОБС-2АУЗ. В настоящее время трансформаторы СТ-3, СТ-2А и СОБС-2 не выпускаются, а в СТ-4 и СТ-5 была изменена схема соединения обмоток, обозначения выводов и некоторые параметры.

Согласно назначению сигнальные трансформаторы СТ-4 изготавливаются с Ш-образными сердечниками для использования в климатических условиях УХЛ, категория

размещения 2 по ГОСТ 15150-69; класс защиты 0 по ГОСТ 12.2.007.0-75, степень защиты от влаги и воздействия других внешних факторов IP20 по ГОСТ 14254-80. Окружающая среда взрывобезопасная, не насыщенная токопроводящей пылью, не содержащей едкие пары в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Одним из недостатков трансформатора СТ-4 является низкая степень защиты от влаги и других внешних факторов. То есть сигнальным трансформаторам, установленным в трансформаторных и путевых ящиках, карликовых светофорах, релейных шкафах характерно ускоренное старение изоляции. Выводы (клеммы) обмоток трансформатора не защищены от случайных коротких замыканий, которые могут возникнуть при наладке и обслуживании аппаратуры железнодорожной автоматики (например, падение ключа электромеханика при выполнении пуско-наладочных работ вызовет короткое замыкание, поскольку все выводы первичной и вторичной обмоток расположены снаружи и близко друг к другу).

Итак, модернизация сигнальных трансформаторов типа СТ-4 с целью улучшения их эксплуатационных и массо-габаритных показателей является актуальной задачей.

Внедрение модернизированного сигнального трансформатора типа СТ-4.ТА с тороидальным сердечником позволяет уменьшить массу и габариты примерно в 2 раза, уменьшить влияние электромагнитных помех, излучаемых трансформатором, на смежные устройства, улучшает технические характеристики и облегчает обслуживание. Для исключения преждевременного старения изоляции из-за значительного влияния влаги внешней среды предлагается в дальнейшем выпускать сигнальные трансформаторы типа СТ-4.ТА залитые компаундом.

С целью уменьшения отказов вида «случайное к.з.» при выполнении пусконаладочных работ или эксплуатации в трансформаторе СТ-4.ТА применены WAGO-клеммные обмотки. На вторичной обмотке трансформатора предусмотрена дополнительная вторичная обмотка с номинальным напряжением 5,6 В для реализации возможности питания светодиодных светофоров. Применение тороидального сердечника позволяет повысить КПД трансформатора до 80 % за счет уменьшения потерь.

Лабораторные испытания и опытный образец сигнального трансформатора СТ-4.ТА были выполнены на базе ООО «НПО «Трансавтоматика», г. Днепр.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Сердюк Т. М., Нагорна Н. А., Драгун К. О., Решетняк Т. П.
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

На залізницях України широко використовуються повітряні та кабельні лінії зв'язку. Повітряні лінії є найпростішими та найбільш поширеними, дозволяють легко виявляти несправності. Проте повітряні лінії більш чутливі до електромагнітних та атмосферних впливів, громіздкі, мають значну вартість одного канало-кілометра зв'язку й обмеження за частотою передачі сигналу. Не менш розповсюдженими є і кабельні лінії. Вони прокладаються у місцях, де використання повітряних ліній не можливе, більш надійні та дешеві в обслуговуванні, менш схильні до електромагнітних і атмосферних впливів, компактніші. Однак вартість їх значно вища й зростає із рівнем напруги, швидкість передачі електричного сигналу менша, характеристики матеріалів (параметри) кабелю з часом погіршуються, а виявлення ушкоджень в лінії викликає певні складнощі.

Волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ) володіють рядом переваг, серед яких невелике загасання сигналу (0,2...0,3 дБ на довжині хвилі 1,55 мкм у розрахунку на 1 км), висока пропускна спроможність і надійність оптичного середовища, малі габарити, інформаційна

безпека, мала металоємкість й значна відстань між пунктами регенерації сигналу – 100...150 км, замість 2...6 км при кабельному виконанні.

На жаль, на залізницях України оптоволоконні лінії зв'язку почали використовувати відносно недавно. У той час як, на залізницях Росії ВОЛЗ з'являлися на початку 90-х років. Проблеми поширення ВОЛЗ полягають у відносно високій вартості обладнання, крихкості оптичного волокна та складності з'єднання у разі розриву, потребі коштовної паяльної станції. Зараз, знайшли впровадження підвісні оптоволоконні кабельні лінії, які можуть мати посилений центральний трос або кевларову оболонку, що бере на себе силове навантаження.

На підприємствах Укрзалізниці застосовуються одно і багатомодові волоконно-оптичні кабелі, виготовлені на вітчизняних заводах: «Південкабель» і «Одескабель», їх закордонні аналоги виробництва Alcatel. Так, на Придніпровській залізниці (дільниця «Нижньодніпровськ-Вузол» – МТС «Херсонська» використовуються ВОЛП довжиною 24 км, марка кабеля: ОКТБг-16 ОВ, діаметр 9,6 мм (Одескабель, дата прокладки 2007 р.). Іншу дільницю «Дніпропетровськ-Синельникове» протяжністю 51 км обладнано кабелем А-DF (ZN) 2Y 4x12 + 1 x4E9 / 125 1,36F3,5 + 0,22 H18 1x4E10 / 125 0,25HG 3,72G виробництва Alcatel. Даний кабель є одномодовим з 4 скляними волокнами. Наявність композитного матеріалу зі скляних ниток і вати навколо центральної частини кабелю компенсує натяг і забезпечує водонепроникність в поздовжньому напрямку.

Як показав досвід експлуатації, головною перевагою у використанні ВОЛЗ є завадозахищеність за рахунок відсутності металевих елементів в конструкції кабелю. З іншого боку цей факт вносить певні незручності при пошуку місця пошкодження (неможливо використати трасошукач). Основний недолік – крихкість оптичних волокон. Якщо при роботі з цим кабелем не буде витриманий радіус укладання, то волокна можуть пошкодитися, що призведе до спотворення оптичного сигналу.

Отже, на сьогодні Україна потребує використання сучасних технологій. Найбільш широко застосовано кабель типу ОКТБг, призначений для прокладки у ґрунтах всіх видів. «Одескабель» збільшив обсяги виробництва волоконно-оптичного кабелю широкосмугового доступу для побудови мереж FTTx марок Ecolight М-ДС, ОКАД, ОКАД-МД, ОКАДт-Д. Вони призначені для підвіски і експлуатації на опорах повітряних ліній зв'язку та можуть застосовуватись на залізницях України.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ

Сердюк Т. Н., Профатилов В. И.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

Рассмотрен вопрос совершенствования защиты линий электропитания устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) на примере участка железной дороги электрифицированной переменным током «Тернополь-Подволочиск», где длина фидерной зоны составляет 50 км. В качестве основного источника используются линии ВЛ СЦБ 10 кВ, резервного – два провода – рельс ДПР-27,5 кВ. Напряжение в высоковольтные линии подается от КТП, а к потребителям (пост ЭЦ, релейные шкафы светофоров РШ) – от трансформаторов типа ОМ-1,25 и ОМ-0,63 соответственно. Перегон является двухпутным. ВЛ СЦБ 10 кВ получают питание от тяговой подстанции (ТП) путем двойной трансформации от понижающего трансформатора собственных нужд ТСН (ТМ-400-10/0,4) и повышающего ТМ-100-0,4/10. В среднем мощность нагрузки устройств СЦБ двухпутных участков

можно принять 0,9 кВт/км при коэффициенте мощности $\cos \varphi = 0,55$. Полная мощность, потребляемая постом ЭЦ, составляет 40 кВА.

Линии ВЛ СЦБ 6(10) кВ оборудуются защитой от однофазных замыканий на землю, максимальной токовой защитой от многофазных КЗ в двухфазном двухрелейном исполнении, защитой минимального напряжения, устройствами автоматического повторного включения АПВ и автоматического включения резерва АВР. Для линий ДПР 27,5 кВ предусматривается релейная защита от многофазных КЗ, защита минимального напряжения и АПВ.

Совершенствованием токовой защиты ВЛ СЦБ является внедрение трехфазной трехрелейной максимальной токовой защиты с блокировкой минимального напряжения, что способствует повышению чувствительности ко всем видам КЗ.

При этом ток трехфазного КЗ определяется по формуле

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = \frac{U_{\text{н}}}{\sqrt{3} \sqrt{R_{\text{кз}}^2 + X_{\text{кз}}^2}}, \quad R_{\text{кз}} = R_{\text{ТСН}} + R_{\text{ТСЦБ}} + r_0 l + R_{\text{п}}, \quad X_{\text{кз}} = X_{\text{ТСН}} + X_{\text{ТСЦБ}} + x_0 l + X_{\text{п}},$$

где $U_{\text{н}}$ – номинальное напряжение; $R_{\text{кз}}$ и $X_{\text{кз}}$ – активное и реактивное сопротивление цепи КЗ; $R_{\text{ТСН}}$, $R_{\text{ТСЦБ}}$ и $X_{\text{ТСН}}$, $X_{\text{ТСЦБ}}$ – активные и реактивные сопротивления трансформаторов собственных нужд ТСН и повышающего ТСЦБ; r_0 и x_0 – удельные активное и реактивное сопротивление линии ВЛ СЦБ до места КЗ; l – расстояние до места КЗ; $R_{\text{п}}$ и $X_{\text{п}}$ – сопротивление переходной цепи, которое включает в себя сопротивление заземления объектов, сопротивление дуги в месте КЗ и сопротивление рельсовой сети.

Напряжение $U_{\text{мин}}$ может быть определено при приближенном расчете режима самозапуска. Обычно на практике имеют место случаи, когда приходится принимать $U_{\text{с.з.}} = (0,4 \dots 0,5) U_{\text{ном}}$. Такое снижение чувствительности должно использоваться только при необходимости (например, для согласования по чувствительности с предыдущими защитами), так как при этом ухудшаются условия согласования для защит последующих (питающих) элементов: максимальных токовых, а так же дистанционных, особенно с не-направленными реле сопротивления.

Анализ выполненных расчетов подтверждает, что учет сопротивления взаимоиндукции проводов позволяет повысить точность задания уставок защит до десятых Ампер, что в ряде случаев может быть критичным. Сравнение полученных уставок токов и напряжения МТЗ с блокировкой по напряжению с действующими на данном участке показало, что относительная погрешность не превысила 2,2 %.

МЕТОД РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ИНДУКЦИОННОГО ДАТЧИКА ДЛЯ СОГЛАСОВАНИЯ С ВХОДНЫМИ ШУМАМИ УСИЛИТЕЛЯ

Сердюк Т. Н.¹, Швец А. В.², Кривонос А. П.², Горишняя Ю. В.²

¹Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ²ИРЭ имени А. Я. Усикова НАН Украины

В зависимости от области применения при конструировании к магнитометру предъявляются следующие требования: минимальный уровень измеряемой магнитной индукции, частотный диапазон и динамический диапазон измеряемого поля. Требуемые параметры обеспечиваются выбором геометрической конфигурации индукционного датчика, параметрами обмотки и уровнем собственных шумов входных цепей антенного усилителя. В работах Tumanski S. [Handbook of magnetic measurements (Series in Sensors), Ch.4 – Magnet-

ic sensors // CRC Press 2011], Harriman S. K., Paschal E. W., Inan U. S. [Magnetic Sensor Design for Femtotesla Low-Frequency Signals // IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, Vol. 48, No. 1, January 2010, P. 396–402] отмечается, что собственный порог чувствительности индукционного датчика определяется его эффективной площадью и массой обмотки. Данное свойство существенно облегчает процедуру конструирования датчика с заданными требованиями к чувствительности, которая определяется только этими двумя параметрами. Однако важной проблемой недостаточно освещенной в литературе, остается согласование уровня сигнала на выходе датчика с входной цепью усилителя для достижения максимальной чувствительности, обеспечиваемой датчиком. В ряде случаев для согласования используется повышающий трансформатор, что усложняет и утяжеляет конструкцию и вносит дополнительные помехи и частотные искажения. В работе Harriman S. K., Paschal E. W., Inan U. S., упомянутой выше, рассмотрены алгоритмы расчета параметров индукционного датчика – воздушной рамки с целью согласования их по шумовым параметрам с входными цепями антенного усилителя.

В настоящей работе предложен метод конструирования индукционных датчиков магнитного поля, позволяющий согласовать их по уровню шума с входными цепями антенного усилителя. Показано, в частности, что при учете входного шумового напряжения и шумового тока усилителя существует оптимальное количество витков индукционного датчика, при заданном полном сечении провода обмотки, которое обеспечивает минимальный уровень пороговой магнитной индукции, измеряемой датчиком. Данный метод позволяет упростить расчет параметров датчика и снизить требования к шумовым характеристикам входных цепей антенного усилителя при сохранении требуемой чувствительности.

ОЦІНКА ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ВІД ВИЩИХ ГАРМОНІК В СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПРИ ШВИДКІСНОМУ РУСІ

Сиченко В. Г.¹, Губський П. В.¹, Косарев Є. М.¹, Осташевська М. С.¹,
Пулін М. М.²

¹Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна, ²Львівська залізниця

Відомо, що впровадження швидкісного руху потребує модернізації системи тягового електропостачання, оскільки висуваються більш жорсткі вимоги до режиму напруги в тяговій мережі та значно зростають тягові потужності. Ефективність транспорту електричної енергії визначається такими основними показниками, як якість електричної енергії і її втрати. Втрати електричної енергії можна розділити на дві групи: технологічні та комерційні. До технологічних відносяться всі технічні втрати, витрати на власні потреби і недооблік електроенергії, пов'язаний з похибкою приладів обліку. Комерційні втрати представляють собою різницю між відпущеною в мережу електроенергією та отриманою споживачем з врахуванням технологічних втрат.

Втрати електричної енергії при протіканні несинусоїдальних струмів по лініях електропередач (струмів вищих гармонійних складових) відносяться до так званих «додаткових втрат». Вирішення питань, пов'язаних з розрахунками несинусоїдальних режимів, розробкою заходів щодо компенсації вищих гармонік, неможливе без знання амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) системи, які представляють собою залежність вхідного опору на усьому діапазоні частот.

Розрахунок втрат, обумовлених протіканням реактивної потужності, неможливий без врахування зміни активного опору на частотах вищих гармонік. Початкові розрахунки і моделювання для визначення характеру впливу АЧХ проводяться на основній частоті. Нетягові і нетранспортні навантаження задаються величинами середніх активних і реактив-

них потужностей при рівномірному розподілі їх по фазах. При визначенні режиму на вищих гармоніках джерела енергії, в тому числі і електровози, задаються у виді джерел струму. Значення струмів цих джерел визначаються пропорціональним перерахунком струму електровоза на основній частоті із значенням струмів гармонік. У випадку ліній, що мають проводи з розподіленим заземленням типу рейок, або при значній протяжності лінії враховується розподіленість параметрів шляхом складання ланцюгової схеми заміщення лінії, як обов'язковий фактор. За відкоригованими для даної частоти параметрами ліній і трансформаторів створюється розрахункова схема. Балансуючі вузли основної частоти при цьому вважаються вузлами з нульовим потенціалом, реактивні опори RL-елементів перераховуються у відповідності зі зміною частоти. Джерела гармонік миттєвої схеми представляються у виді джерел струму. Проводиться розрахунок режиму схеми на частоті гармоніки зі збором необхідної інформації для кінцевої обробки і представлення. Варто зауважити, що змодельована проаналізована система електропостачання містить систему зовнішнього електропостачання, силові трансформатори і тягову мережу. Втрати потужності будуть представляти собою добуток напруги на суму гармонійних складових.

Прогнозування частотних характеристик активного, реактивного та повного опору мережі необхідне для вирішення низки задач проектування, а саме: вибір обладнання підстанцій та контактної мережі, параметрів резонансних фільтрів, облік та втрати електроенергії в цілому. Разом з розрахунковими використано експериментальний метод перетворення спектру струму з послідовними частотними перетвореннями перехідних функцій.

У доповіді будуть представлені результати експериментальних досліджень, направлених на вивчення впливу вищих гармонійних складових на втрати потужності в тяговій мережі. Встановлено, що опір електрорухомого складу, місце його розташування на ділянці (0...20 км) практично не впливають на АЧХ. Рівень додаткових втрат потужності від ВГ досягає 2 % від основних втрат в тяговій мережі. Додаткові втрати від протікання ВГ вважаються змінними, оскільки залежать від характеру навантаження. Отримані результати можуть бути використанні при розрахунку «технологічних втрат».

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ПРАЦІВНИКА

Сорочинська О. Л.

Державний економіко-технологічний університет транспорту

Джерелами випромінювання електромагнітної енергії є потужні телевізійні і радіомовні станції, промислові установки височастотного нагріву, а також вимірювальні та лабораторні прилади. Джерелами випромінювання можуть бути будь-які елементи, включені в височастотний ланцюг. Струми високої частоти застосовують для плавлення металів, термічної обробки металів, діелектриків та напівпровідників і для багатьох інших цілей. Електромагнітні поля негативно впливають на організм людини, яка безпосередньо працює з джерелом випромінювання. Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на організм людини взагалі залежить від діапазону частот, тривалості опромінення, характеру опромінення, режиму опромінення, розмірів поверхні тіла, яке опромінюється, та індивідуальних особливостей організму. У результаті дії ЕМП на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму. Ці порушення виникають в результаті дії електричної складової ЕМП на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи. У більшості випадків такі зміни в діяльності нервової та серцево-судинної системи мають зворотній характер, але в результаті тривалої дії вони накопичуються, підсилюються з плином часу, але, як правило, зменшуються та зникають при виключенні впливу та поліпшенні умов праці. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень та захворювань.

У результаті дії на організм людини електромагнітних випромінювань в діапазоні 30 кГц...300 МГц спостерігається: загальна слабкість, підвищена втома, сонливість, порушення сну, головний біль та біль в ділянці серця. З'являється роздратованість, втрачається увага, сповільнюються рухово-мовні реакції. Виникає ряд симптомів, які свідчать про порушення роботи окремих органів – шлунку, печінки, підшлункової залози. При систематичній дії ЕМП високої та надвисокої частоти на організм людини спостерігається підвищення кров'яного тиску, трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів). ЕМП викликають зміну поляризації молекул та атомів, які є складовою частиною клітин, в результаті чого виникає небезпечний нагрів. Надмірне тепло може нанести шкоду як окремим органам, так і всьому організму людини. Професійні захворювання виникають у працівників при тривалому та інтенсивному опроміненні.

Основними заходами захисту від впливу електромагнітних випромінювань є зменшення випромінювання безпосередньо у джерела (досягається збільшенням відстані між джерелом спрямованої дії і робочим місцем, зменшенням потужності випромінювання генератора); раціональне розміщення НВЧ і УВЧ установок (діючі установки потужністю більше 10 Вт слід розміщувати в приміщеннях з капітальними стінами та перекриттями, покритими радіопоглинаючі матеріалами – цеглою, шлакобетоном; дистанційний контроль і управління передавачами в екранованому приміщенні; екранування джерел випромінювання і робочих місць (застосування відображають заземлених екранів у вигляді листа або сітки з металу, що володіє високою електропровідністю – алюмінію, міді, латуні, сталі); організаційні заходи (проведення дозиметричного контролю інтенсивності електромагнітних випромінювань – не рідше одного разу на 6 місяців; медогляд – не рідше одного разу на рік; додаткову відпустку, скорочений робочий день, допуск осіб не молодше 18 років і не мають захворювань центральної нервової системи, серця, очей); застосування засобів індивідуального захисту (спецодяг, захисні окуляри та ін.).

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ШВИДКІСНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАДПРОВІДНИХ МАГНІТАХ

Сохацький А. В., Маленко Є. В.

Університет митної справи та фінансів МОН України

Аналіз ефективності сучасних галузей транспорту показує, що існує гостра необхідність впровадження в перевізний процес швидкісних наземних транспортних апаратів. Останнім часом особлива увага приділяється створенню нових перспективних транспортних засобів. Історія розвитку транспорту показує, що підвищення його ефективності відбувалося двома напрямками: шляхом збільшення вантажопід'ємності транспортних засобів та підвищенням швидкостей руху. Аналіз рівня розвитку класичних видів транспорту (авіаційного, автомобільного, залізничного, водного) показує, що на сьогодні досягнуті критичні швидкості їх руху, які обмежуються рядом причин. На залізничному та автомобільному транспорті перешкодою для підвищення швидкостей стоїть проблема зв'язку «Колесо – шляхова структура», яка не може забезпечити необхідні параметри руху. Авіаційний транспорт зіткнувся з проблемою пропускної здатності аеропортів, збільшенням їх віддаленості від мегаполісів, що робить перевезення на невеликі відстані неефективними.

Потрібні якісно нові технології для вирішення однієї з найбільш актуальних проблем технічного прогресу – створення швидкісного масового наземного транспорту. Розробка такого транспорту ведеться двома шляхами: перший – створення нового виду транспорту з використанням традиційних технічних розробок рухомого залізничного складу та шляхової структури; другий – створення нових видів транспорту, починаючи з нових принципів руху, підвісу, стабілізації і закінчуючи автоматизованою системою управління.

Прикладом першого є введення в дію швидкісних потягів TGV (Франції), ICE (Німеччині), VFT (Австралії). Вважається, що термін експлуатації потягів TGV, ICE, VFT буде складати біля 30 років. Потім потрібно буде вносити корективи в використання швидкісних потягів колісного типу, або пристосувати рейкові шляхи для роботи магнітолевітуючих транспортних засобів.

Перспективним напрямом розвитку транспорту є створення магнітолевітуючих транспортних систем. Принцип дії магнітної левітації (Transrapid, Maglev) полягає у тому, що потяг летить над естакадою, використовуючи магнітне поле.

Існує два основних принципи магнітної підвіски. Перший тип електромагнітний, або принцип притягання.

На цьому принципі створено високошвидкісний транспортний апарат типу «Transrapid» в Німеччині. Важливою проблемою функціонування цієї транспортної системи є необхідність стабілізації, яка забезпечується системою датчиків, що вимірюють величину повітряного зазору та регулюють струм в обмотці електромагніту. Ця система підвісу вимагає створення достатньо потужного магнітного поля, щоб підтримувати транспортний засіб в підвішеному стані.

Інший принцип магнітної підвіски – електродинамічний, або принцип відштовхування. Цей, більш складний принцип був розроблений компанією «Японські залізниці» для системи «Maglev». Для роботи системи шляхова структура представляє собою хороший провідник струму, наприклад, суцільний металевий лист. Електромагніт розміщують на транспортному засобі. При його русі над струмопровідним полотном в останньому індукується електричний вихоровий струм, що спричиняє виникнення магнітної левітаційної сили. Для підсилення електромагнітного поля використовується ефект низькотемпературної надпровідності.

В доповіді розглядаються проблеми створення транспортних засобів типу «Maglev». Аналізуються переваги та недоліки існуючих технологій та перспективи розвитку.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕДУР ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І БЕЗПЕКИ РУХУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Стасюк О. І.

Державний економіко-технологічний університет транспорту

Рішення цієї комплексної проблеми – забезпечення надійності роботи, постачання електроенергії, організації безперервного комп'ютерного управління енергозбереженням та мінімізації комерційної вартості споживаємої електроенергії на тягу, в умовах ринку електроенергії, можливо шляхом проведення досліджень і пошуку нових шляхів, принципів і методів керування режимами електропостачання тягових електричних мереж і розробки нових розподілених комп'ютерних систем і мережевих технологій адекватних топології мереж постачання електроенергії, з метою проведення безперервного моніторингу, ідентифікації та інтелектуалізації управління режимами енергозбереження систем електропостачання залізниць.

В доповіді приводяться результати дослідження принципів організації і методів синтезу розподілених комп'ютерних систем і мережевих технологій моніторингу, ідентифікації та інтелектуалізації процедур управління режимами енергозбереження систем електропостачання залізниць. Проведено аналіз сучасного стану силового електричного обладнання тягових підстанцій залізниць, систем постачання електроенергії на тягу і систем керування ними на основі чого показано, що сучасні тенденції забезпечення високого рівня ефективності електроенергетичного господарства безпосередньо пов'язані з його інформатизацією і розробкою розподілених комп'ютерних систем та мережевих технологій моніторингу, ідентифікації та інтелектуалізації управління режимами енергозбереження систем

електропостачання. Запропонована часова декомпозиція задач керування електричними мережами залізниць і методологія організації інтелектуальних електроенергетичних тягових мереж. Розроблені методи реєстрації первинної інформації моніторингу параметрів нормальних і аварійних режимів електричних мереж на основі застосування математичного апарату диференційних перетворень.

Показано, що рішення комплексної проблеми комп'ютеризації єдиної тягової системи електропостачання залізниць України відкриває можливість створити нові розподілені комп'ютерні системи і мережеві технології для інтелектуалізації, оптимізації і управління режимами електропостачання на тягу та процесами енергозбереження на залізничному транспорті. Завдяки цьому відкривається можливість значно покращити рівень якості функціонування тягових мереж та збільшити рівень безпеки руху потягів.

МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ

Стасюк О. І.

Державний економіко-технологічний університет транспорту

Аналіз еволюції розвитку тягових електричних мереж і комп'ютерних систем управління ними дозволяє зробити висновок, що досягти високий рівень інтелектуалізації мереж електропостачання можливо завдяки проведенню глибокої взаємоінтеграції електричних мереж залізниць і комп'ютерних інформаційно-керуючих систем. Для створення інтелектуальної мережі електропостачання залізницям необхідно в першу чергу організувати єдину інформаційну модель як основи повномасштабного інформаційного забезпечення, створення математичних моделей і методів оптимізації електроспоживання, інтеграції електромережевої інфраструктури та інформаційної комп'ютерної архітектури, організації всережимної системи керування та розширення ринкових можливостей, і, на її базі, формування процедур культури споживання та стимулювання економічного розвитку. Такий підхід створення тягових мереж відкриває можливість накопичувати нові «знання» функціонування системи електропостачання, що дозволить різко підвищити ефективність тягової мережі, забезпечити інтелектуальний облік електроенергії по комерційним диференційованим тарифам і реалізувати інтегральну тарифікацію та мінімізувати загальносистемні витрати.

В докладі приведено аналіз комплексної проблеми оптимізації режимів електропостачання на тягу, запропоновано топологію графа, що адекватно відображає архітектуру типової локальної обчислювальної мережі тягової підстанції і математична модель для визначення сукупності ймовірностей стану відповідних вузлів. Застосовано математичний апарат диференційних перетворень Пухова як основи створення інтелектуальних мереж постачання електроенергії і визначення їх характеристик.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОДЕРЖАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Терендій О. В.

Інститут прикладних проблем механіки і математики
імені Я. С. Підстригача НАН України

Пропонується інтелектуалізований інтерфейс користувача, як складова автоматизованої системи (АС) підтримки прийняття рішень. Блок інтерфейсу забезпечує аналіз запитів та приведення їх до канонічної форми, формування банків даних і знань, збирання експертної інформації, яка пізніше обробляється за допомогою бібліотеки прикладних

програм. Збір діагностичних даних для прийняття рішень з допомогою розробленої нами АС здійснюється шляхом опитування респондентів за допомогою анкет, створених у середовищі конструктора анкет автоматизованої системи. Робота користувача можлива в одному з трьох режимів: доповнення бази знань системи, конструювання анкет та проведення опитування. Перед використанням базу знань АС налаштовують на конкретну предметну область. Конструктор тестових анкет складається з блоку формування ознак, значення яких визначається під час опитування; редакторів структури анкети, паспорта запитань та правил (у предикатному вигляді) для опрацювання результатів опитування.

В анкеті можуть міститися запитання одиничного або множинного вибору відповідей, а також відкриті та комбіновані запитання. У формальному вигляді анкета $A = (Q, H, V)$ складається з множини запитань Q ; множини ознак або факторів H (у галузі діагностики – це характерні ознаки), що визначаються експертом під час розробки анкети; масиву значень цих ознак V , одержаних унаслідок опитування респондента, при цьому $v_i \in V$ – значення i -ої ознаки $h_i \in H$ для $i = \overline{1, n_h}$, де n_h – кількість елементів множини H . Нехай величина $w_i \in [0, 1]$ визначається експертом та вказує на важливість даної відповіді для виявлення h_k -ої ознаки. Якщо відповідь потребує уточнення, то вказується запитання $q_l \in Q$, яке уточнює дану відповідь. Після вибору респондентом (під час опитування) даної відповіді значення v_k k -ої ознаки збільшиться на величину w_l .

Отже, після опитування респондента одержуємо підмножину Q_u множини Q ($Q_u \subset Q$), що складається лише з тих запитань, які задавалися респондентові, а також масив значень ознак $V = \{v_j, j = \overline{1, n_h}\}$, величина яких визначається під час опитування з використанням даної анкети. Обробка результатів опитування здійснюється на підставі використання правил $R = \{r_i, i = \overline{1, n_r}\}$. Кожне з цих правил має вигляд: $r_i = \bigwedge_{j=1}^{n_i} p(v_{l_{ij}}, b_{ij}, c_{ij})$, де $p(v, b, c) = (v \geq b) \wedge (v \leq c)$, $l_{ij} \in \{1, \dots, n_h\}$ – порядковий номер ознаки; b_{ij} , c_{ij} – нижня та верхня межі l_{ij} -ої ознаки відповідно. Існує взаємно однозначна відповідність між множиною правил R та множиною рекомендацій D : $R \leftrightarrow D$. Використання таких анкет зменшує час проведення опитування з огляду на те, що не всі запитання анкети задаються.

Описану автоматизовану систему можна використати для оцінки якості функціонування залізничного транспорту, налаштувавши відповідно базу знань АС.

ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛОПОТОКОВ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ

Хара М. В.

ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет»

Интеллектуальная система моделирует деятельность на основе знания профессионалов, то есть базы знаний, которая представляет собой совокупность знаний по технологии, записанные на машинный носитель в форме, понятной человеку, интерфейс пользователя, блок логического вывода, редактор базы знаний и динамическую базу данных. В этой модели насыщенность транспортом ситирайонов рассматривается как случайный процесс, зависящий от динамики транспортных потоков, природной, поведенческой и целевой ситилогистической неопределенности нестохастической природы. Это состояние можно

описать как векторный случайный процесс $X(t)$ поведения системы транспортной насыщенности во времени. Составляющие процесса могут меняться непрерывно или скачкообразно в зависимости от хода ситилогистической ситуации. По состоянию процесса в фиксированный момент времени t , используя статистическую обработку результатов наблюдения, можно определить факт граничного насыщения транспортными потоками исследуемых ситилогистических районов.

Реализуя парадигму ситилогистики, этот процесс наблюдается периодически (дискретно) с интервалом Δt : в моменты $t_k = k\Delta t$, $k = 0, 1, 2, \dots$, т.е. наблюдается последовательность случайных векторов $\bar{X}_0, \bar{X}_1, \dots, \bar{X}_k, \dots$ изменения насыщенности транспортным потоком ситилогистических районов. Значит в каждый период t_k известна полная ситуация процесса $X(t)$: $(x_0, x_1, \dots, x_k) = \bar{X}_k$. Используя эти знания в конкретный момент времени t_k по траектории процесса, принимается два принципиальных решения: либо не вмешиваться в изменение ситилогистической ситуации и продолжать наблюдение за её развитием, либо путем изменения ситуации при оценке предельного насыщения транспортными потоками вернуть ситуацию в её первоначальное приемлемое состояние. То есть при $X_0 \in X_+, \dots, X_{k-1} \in X_+, X_k \in X_-$ принимается второе решение, где X_+ – пространство состояний ситилогистической системы, не требующее вмешательства, а X_- – пространство состояний ситилогистической системы, требующее вмешательства: $X = X_+ \cup X_-$, где X – все состояния ситилогистической системы.

Целевая функция математической модели функционирования системы предлагается в виде интегрального критерия качества управления за период $(t_0 - t_1)$:

$$I = \int_{t_0}^{t_1} F(X(t), P(t)) dt \Rightarrow \min ,$$

где $X(t) = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – n -измеримый вектор состояния системы; $P(t) = \{p_1, p_2, \dots, p_r\}$ – r -измеримый вектор управления системой.

Под состоянием системы в каждый момент времени понимается минимальный набор переменных (переменных состояния), который содержит количество информации, достаточное для определения координат системы, в текущем и будущем состояниях системы.

В относительно небольшом объеме памяти интеллектуальные системы должны хранить большое количество информации о задачах, которые решаются в системе в процессе ее функционирования. Решение этой проблемы возможно лишь при специальной организации базы знаний, одним из видов которой является фреймовая организация, которую создал известный американский ученый Марвин Минский (в переводе с английского frame – скелет, остов, рамка).

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАВАД ВІД НОВИХ ТИПІВ РУХОМОГО СКЛАДУ З АСИНХРОННИМ ТЯГОВИМ ДВИГУНОМ

Щека В. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Розвиток швидкісного руху в Україні тісно пов'язаний з впровадженням нових типів електрорухомого складу з асинхронним тяговим двигуном, експлуатація якого потребує

постійного моніторингу проблеми електромагнітної сумісності з системами керування рухом поїздів і зокрема з рейковими колами, які є первинними колійними датчиками. Безпека руху на швидкісних ділянках значною мірою залежить від функціональної безпеки рейкових кіл. Неодноразове доведення факту потрапляння електромагнітних завад, що генеруються силовими перетворювачами електрорухомого складу з асинхронним тяговим двигуном, в смуги сигнальних струмів рейкових кіл підтверджує необхідність розробки методів і засобів забезпечення електромагнітної сумісності рейкових кіл з новими типами рухомого складу для забезпечення високого рівня безпеки руху.

На шляху розробки та впровадження технічних рішень щодо підвищення функціональної безпеки рейкових кіл постає питання виявлення проблемних ділянок залізниці та діапазонів частот сигнальних струмів рейкових кіл, де частота відмов найбільша. Тобто однією з актуальних проблем є дослідження ймовірності потрапляння електромагнітної завади від електрорухомого складу з асинхронним тяговим двигуном небезпечного рівня та тривалості в смугу тієї чи іншої сигнальної частоти рейкового кола.

Метою роботи є проведення статистичного аналізу електромагнітних завад від нових типів рухомого складу для виявлення частотних смуг з найбільшою та найменшою ймовірностями потрапляння завади.

Для проведення дослідження було зібрано статистичний матеріал часових залежностей та гармонійного складу зворотного тягового струму електрорухомого складу з асинхронним тяговим двигуном трьох різних виробників, що наразі експлуатується на залізницях України. Записи зроблені для основних режимів ведення локомотиву: тяга, вибіг, гальмування, при русі на ділянках з електротягою змінного та постійного струму з різною крутизною профілю колії.

Проведення статистичного аналізу даних про наявні електромагнітні завади, що генеруються у зворотний тяговий струм електрорухомим складом з асинхронним тяговим двигуном, дозволило з'ясувати закон розподілу щільності ймовірності потрапляння згенерованої завади в ту чи іншу смугу частот сигнальних струмів рейкових кіл, а також виявити ті смуги частот сигнальних струмів, які в найбільшому ступені схильні до електромагнітного впливу.

Отримані ймовірнісні характеристики та статистичні дані можна використовувати при проектуванні, обладнанні та експлуатації рейкових кіл з метою забезпечення їх електромагнітної сумісності з електрорухомим складом з асинхронним тяговим двигуном, що особливо актуально на ділянках зі швидкісним рухом. Також отримані дані будуть корисні при розробці методів та засобів захисту рейкових кіл від електромагнітного впливу з боку електрорухомого складу з асинхронним тяговим двигуном або при проектуванні принципово нових систем керування рухом поїздів на базі елементів автоматики, що використовують смуги частот з найменшою ймовірністю потрапляння завад від нових типів рухомого складу.

ВИСОКОПАРАЛЕЛЬНІ АЛГОРИТМИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ ВЕЛИКИХ МАСИВІВ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ НА ТРАНСПОРТІ

Яджак М. С.

Інститут прикладних проблем механіки і математики
імені Я. С. Підстригача НАН України

Транспортні системи, зокрема залізнична транспортна система (ЗТС), є прикладами складних динамічних систем, які постійно розвиваються. Для покращення якості та безпеки пасажирських і вантажних перевезень актуальною є проблема дослідження стану та

процесу функціонування таких систем. З метою вирішення цієї проблеми стосовно ЗТС було розроблено інформаційну технологію комплексного детермінованого оцінювання, що ґрунтується на поєднанні методів локального, прогностичного, агрегованого та інтерактивного аналізу. Для забезпечення об'єктивності одержуваних оцінок ця технологія залучає великий обсяг вхідних даних різних типів (числові, текстові дані, зображення тощо) і значну кількість характеристик, критеріїв та параметрів, що вимагає використання сучасних потужних обчислювальних ресурсів.

Вхідні дані можуть бути спотвореними або пошкодженими. Тому їх необхідно попередньо обробити і в переважній більшості випадків це потрібно здійснювати у режимі реального часу. З цією метою нами запропонований квазісистолічний метод цифрової фільтрації даних, який дозволяє будувати оптимальні (у вказаних класах) за швидкодією та використанням пам'яті паралельно-конвеєрні алгоритми обчислень. Цей метод розвинуто стосовно розв'язання задач каскадної цифрової фільтрації різної вимірності та одновимірної задачі фільтрації з використанням процедури адаптивного згладжування. Побудовані нами високопаралельні алгоритми фільтрації є орієнтованими на реалізацію на квазісистолічних обчислювальних структурах та системах зі структурно-процедурною організацією обчислень. Розроблено та оптимізовано архітектуру таких апаратних засобів. Зазначимо, що їх можна розглядати як прискорюючі блоки спеціалізованих обчислень більш універсальних обчислювальних засобів, які є невід'ємною складовою інформаційної технології. До таких засобів можна віднести досить поширені системи суперкомп'ютерного класу – кластери, що є дешевим варіантом систем масового паралелізму. У зв'язку з цим нами запропоновано та досліджено цілу низку високопаралельних алгоритмів для виконання цифрової фільтрації масивів даних безпосередньо на кластері. Ці алгоритми реалізують синхронну або асинхронну схему обчислень і враховують наявні ресурси кластера (кількість ядер, кількість та тип обчислювальних вузлів, обсяг оперативної пам'яті вузла, продуктивність комунікаційної мережі та комутатора, обсяг сховища даних та режим доступу до нього тощо).

На багатоядерних комп'ютерах нами одержано реальні оцінки прискорення для алгоритмів, що реалізують асинхронну схему обчислень. Ці оцінки підтверджують високу ефективність цих паралельних алгоритмів. Окрім цього, унаслідок використання ідей методу пірамід для розпаралелювання циклів, нами розроблено паралельний метод організації обчислень для реалізації синхронної схеми фільтрації. Побудований на підставі цього методу алгоритм фільтрації є сукупністю повністю автономних або слабозв'язаних гілок.

Для ефективної організації та виконання високопродуктивних обчислень під час реалізації методів та алгоритмів інформаційної технології комплексного детермінованого оцінювання ЗТС нами запропоновано паралельно-последовний підхід, що передбачає одночасне (паралельне) виконання окремих блоків обчислень із виділених сукупностей. На підставі цього підходу розроблено та досліджено відповідні алгоритмічні конструкції, орієнтовані на реалізацію на кластерах або окремих їх обчислювальних вузлах, що зазвичай об'єднують за допомогою високошвидкісного комутатора декілька процесорів або ядер із блоком спільної пам'яті.

ТЕЗИ
VIII Міжнародної науково-практичної конференції
«БЕЗПЕКА ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»

ТЕЗИСЫ
VIII Международной научно-практической конференции
«БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»

PROCEEDINGS
of The VIII International Scientific and Practical Conference
“SAFETY AND ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY
ON RAILWAY TRANSPORT”

Українською, російською та англійською мовами

Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
вул. Лазаряна, 2; Дніпропетровськ, 49010