

УДК 004.772

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.6/17>

Лагута В.В.

Український державний університет науки і технологій

Єгоров О.Й.

Український державний університет науки і технологій

Доманська Г.А.

Український державний університет науки і технологій

Тимошенко Л.С.

Український державний університет науки і технологій

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

Постановка проблеми. Останнє десятиріччя характеризує динамічний розвиток пристроїв залізничної автоматики і телемеханіки з використанням мікропроцесорних засобів та комп'ютерних систем. Розширення функціональних можливостей системи МПЦ (мікропроцесорної централізації) підвищує рівень автоматизації роботи поїзних диспетчерів, інформаційну взаємодію з системами управління перевізних процесів більш високого рівня, а також реалізацію функцій віддаленого моніторингу та діагностики. Особливими питаннями ефективної експлуатації об'єктів залізничного сполучення є розлад, неузгодженість між обслуговуванням комп'ютерних систем. В основу вирішення цих недоліків повинні бути покладені принципи синхронізації керуючих дій на рівні дирекції і автоматизованої роботи на станціях. Важлива роль при цьому відводиться роботі залізничної автоматики і телемеханіки, її надійна експлуатація пов'язана зі вживанням профілактичних заходів щодо попередження відмов, що є важливим науково-практичним завданням, актуальним для транспортних технологій на об'єктах залізничного транспорту. Актуальність проблеми забезпечення безпеки руху поїздів підтверджується неодноразовими обговореннями під час засідань ООН. Наприклад, результатом роботи засідання комітету з внутрішнього транспорту на п'ятдесят восьмій сесії (TRANS/SC.2/2004/27-29 October 2004) є рекомендації національним залізничним перевізникам. Аналогічні питання обговорювалися у рамках Європейської конференції міністрів транспорту (ЕКМТ), Європейського союзу (ЄС), Міжнародного союзу залізниць

(МСЗ) та на інших транспортних форумах. Стратегія розвитку систем управління та забезпечення безпеки передбачає насамперед створення комплексної системи. Однією із завдань такої системи є створення мікропроцесорних систем управління станцій та ділянкою на базі обчислювальних засобів з відкритим кодом, а також мікропроцесорних та релейно-процесорних систем з урахуванням самодіагностики та резервування. Для реалізації поставленого завдання необхідно створити цифрові моделі об'єктів інфраструктури, розгорнути мережі цифрового радіозв'язку, а також удосконалити системи інтервального регулювання, моніторингу стану технічних засобів та автоматизації окремих технологічних операцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Безпечна експлуатація руху поїздів – одне із пріоритетних завдань транспорту [2, с. 15; 3, с. 146]. Для безпечної експлуатації руху поїздів використовують процес моніторингу технічного стану – спостереження за станом об'єкта для визначення та передбачення моменту переходу в непрацездатний чи граничний стан [4, с. 157]. Дослідження питань моніторингу об'єктів транспорту виникло порівняно недавно. У дослідженнях наголошується на важливості систем моніторингу для вдосконалення технологій обслуговування систем залізничної автоматики та телемеханіки, а також можливостей визначення передвідмовних станів, прогнозування подальших змін та визначення залишкового ресурсу [5, с. 265]. Такий стан питання обумовлений рівнем розвитку технологій, які не дозволяють забезпечити безумовну надійність будь-якої технічної конструкції на

етапі проектування. При моделюванні функціонування СЗАТ не можна враховувати взаємодію всіх зовнішніх впливів, а також накопичених пошкоджень, що виникають при тривалій експлуатації. Для забезпечення безпеки СЗАТ використовуються можливості моніторингу їхнього технічного стану [5, с. 266; 6, с. 3]. З настанням цифрової ери та розвитком обчислювальної техніки основою будь-яких сучасних систем діагностики та моніторингу СЗАТ стали рішення з використанням мікроконтролерів, мікропроцесорів та комп'ютерних систем. Більш надійна елементна база, структурне та елементне резервування, введення параметричної та інформаційної надмірності, застосування засобів діагностики та інші заходи призводять до того, що ймовірність відмов у нових пристроях СЗАТ менша, ніж у традиційних релейних колах [7, с. 3]. Управління процесами діагностики і моніторингу засобів залізничної автоматики – новий напрям у вирішенні науково-технічної проблеми з експлуатації та технічного обслуговування засобів автоматики на [8, с. 125].

Метою роботи є розробка структури комп'ютерної системи моніторингу та діагностики елементів електричної централізації шляхом автоматизації процесу збору та опрацювання даних про стан СЗАТ станцій та ділянок.

Основна частина роботи. За характером прояву відмов СЗАТ поділяють на раптові та поступові. Для більш обґрунтованого вибору об'єктів контролю та діагностування пристроїв ЕЦ необхідно враховувати не лише частоту відмов того чи іншого об'єкта станційної автоматики, а й вплив

цих відмов на поїзну роботу на станціях та ділянках. Для залізничного транспорту, загалом, не така важлива частота виходу з ладу того чи іншого об'єкта ЕЦ, але так, щоб ці відмови не впливали на безпеку руху та не призводили до затримок у русі поїздів. Структурно-функціональна схема технічного обслуговування наведена на рисунку 1.

Для прийняття правильних, раціональних рішень необхідно мати достатній обсяг інформації про стан об'єктів контролю. Тому для правильної організації технічного обслуговування потрібні нові методи та технічні засоби отримання об'єктивної та своєчасної інформації про стан пристроїв автоматики та телемеханіки. Для цього слід впроваджувати апаратуру для збору, передачі, обробки та відображення інформації про параметрах та стані контрольованих об'єктів з використанням сучасної обчислювальної техніки. Якщо врахувати, що для нормального ходу процесу регулювання руху поїздів необхідно до мінімуму виключити відмови та збої у роботі експлуатованих пристроїв автоматики та телемеханіки, то є важливою вимога забезпечення прогнозування відмов. Вирішити такий комплекс складних завдань є можливим на базі використання теорії, методів та способів технічної діагностики та застосування мікропроцесорних комплексів та комп'ютерних систем.

Співвідношення поступових та раптових відмов для окремих систем та елементів різне.

Одним із пріоритетних напрямків у галузі розвитку станційних систем залізничної автоматики та телемеханіки стає використання комп'ютерних систем електричної централізації. Крім основних функцій управління перевізним процесом, застосування засобів комп'ютерних систем дозволяє реалізувати в таких пристроях інформаційно-аналітичні підсистеми. Підсистема технічної діагностики власного комп'ютерного обладнання та станційних СЗАТ – одна з основних підсистем релейно-процесорної централізації з використанням обчислювальної техніки та програмованих контролерів. Основні функції, що властиві такій підсистемі, дозволяють підвищити стійкість до відмов станційних пристроїв, інформованість обслуговуючого та експлуатаційного персоналу на різних вертикалях управління, попередити відмови, характер прояву яких не має довільний характер. Подальшим етапом розвитку підсистеми діагностики ЕЦ стає можливість її виділення до універсальної системи технічної діагностики на базі комп'ютерної системи та програмованих мікроконтролерів (СТД-МПК). Одна з основних вимог, що висувуються до

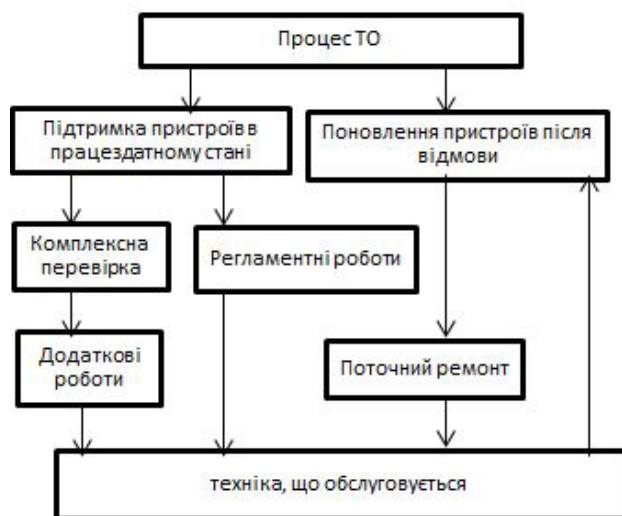


Рис. 1. Структурно-функціональна схема

СТД-МПК, це можливість застосування системи як самостійного пристрою, що «накладається» на існуючі консервативні системи електричної централізації, так і можливість легкої інтеграції із сучасними комп'ютерними системами ЕЦ, реалізуючи функціонально-орієнтовану підсистему діагностування. Такий підхід дозволить підвищити інформативність систем ЕЦ та систем технічної діагностики, оперативність усунення відмов систем автоматики, можливість їх попередження, знизити капітальні та експлуатаційні витрати, спростити процес технічного обслуговування, ремонту типових модулів і збільшити коефіцієнт використання апаратних і програмних засобів. На СТД-МПК покладається вирішення наступних задач:

- вимір параметрів аналогового сигналу в тональних і фазочутливих рейкових колах, напруги фідерів живлення з визначенням форми сигналу і його якості, струму електроприводів стрілок з визначенням форми сигналу, ізоляції монтажу і кабельних мереж станції, тимчасових параметрів числового коду з визначенням форми сигналу і часу сповільнення сигнальних реле;

- автоматизації виконання робіт по технічному обслуговуванню робіт, пов'язаних з аналоговими вимірами (напруга і фази на реле, ізоляція, сигнальних реле та інше);

- прискорення пошуку відмов за рахунок безперервного запису в «чорний ящик» технологічної ситуації на станції (дискретний контроль стану основних реле виконавчої і набірної групи);

- аналізу потенційної завадостійкості рейкових кіл і останніх пристроїв станційної автоматики, створення рекомендацій по підвищенню їх надійності і виявлення рейкових кіл, що фактично працюють на межі стійкості по відношенню до впливу ізоляції баласту і тягового струму;

- виявлення передвідмовного стану на основі експертних оцінок функціональних залежностей між вимірюваними величинами і вірогідністю відмови;

- аналіз логіки роботи ЕЦ.

Виявлення передвідмовного стану об'єктів і визначення якості роботи об'єкту діагностування дозволять виділити СТД-МПК

з широкого круга систем, що реалізують лише функції телевимірювань без аналізу вхідної інформації. Структура побудови систем технічної діагностики представлена на рисунку 2.

У комплексі СЗАТ по структурі СТД-МПК можна виділити наступні рівні побудови:

- станційний рівень представляється промисловим мікроконтролером, що забезпечує збір, попередню обробку і тимчасове зберігання інформації, що поступає від периферійного устаткування;

- другий рівень забезпечує збір, архівація і довготривале зберігання на сервері діагностичної інформації служби сигналізації і зв'язку;

- рівень дирекції надає доступ до діагностичної інформації всім зацікавленим працівникам (змінним інженерам, групі надійності, керівництву).

Основне периферійне устаткування включає:

- модулі контролю стану дискретних об'єктів – пристрій мультіплексованого введення (МКМВ), призначені для збору інформації про стан двопозиційних об'єктів і виміру часу

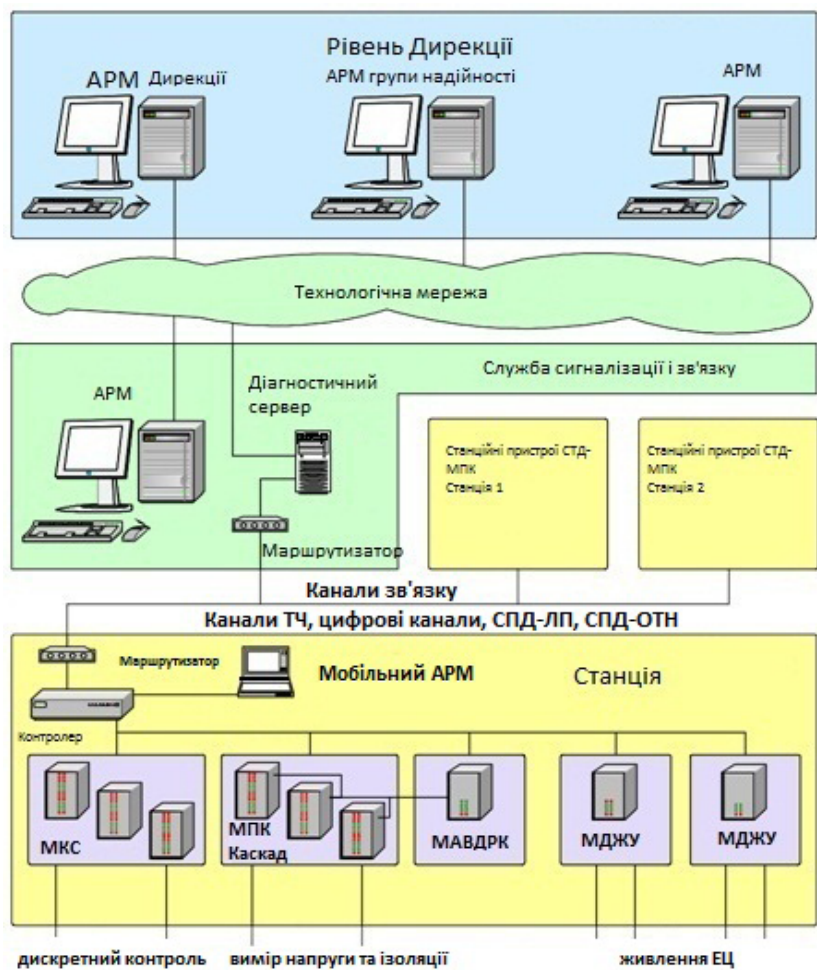


Рис. 2. Функціональна структура побудови СТД-МПК

між двома послідовними перемиканнями контрольного об'єкту;

– модуль аналогової комутації (МАК) призначені для підключення 12 диференціальних аналогових сигналів до вимірювального пристрою з діленням на 2, 4 і більш гальванічно ізольованих групи;

– модуль аналогового введення і діагностики рейкових кіл (МАВДРК) призначений для виміру параметрів сигнального струму фазочутливих і тональних рейкових ланцюгів, напруги, ізоляції кабелю і монтажу в ланцюгах постійного і змінного струму;

– модуль діагностики живлячої установки (МДЖУ-Н) застосовується для виміру напруги фідерів живлення і параметрів аварійних режимів живлячої установки, а також струму переведення стрілки з електродвигуном постійного струму;

– модуль діагностики живлячої установки (МДЖУ-Т) застосовується для виміру струму переведення стрілки з трифазним електродвигуном.

Необхідно враховувати, що підсистема діагностики не забезпечує безпеку руху поїздів, а побічно

її підвищує, проте рішення схемотехніки по ув'язці з виконавчими схемами станційних СЗАТ мають бути проаналізовані і сертифіковані відповідними органами на предмет безпечного впливу на логіку роботи схем ЕЦ і електромагнітну сумісність.

Висновки. Мікропроцесорні пристрої, мікроконтролери та комп'ютерні системи приходячи на зміну електромеханічним та електронним системам, сприяють підвищенню характеристик СЗАТ. Вони мають більш функціональні можливості, легше вписуються до структури сучасних технологічних систем, можуть мати вмонтовану автодіагностику та віддалений моніторинг. В статті проаналізовано особливості вибору об'єктів контролю залізничної автоматики та застосування нових методів, технічних засобів отримання інформації про стан пристроїв автоматики та телемеханіки. Для об'єктів залізничної автоматики запропоновано нову модель управління процесами діагностування і моніторингу засобів автоматики, що спрямовано на підвищення ефективності оцінки прогнозування технічного стану.

Список літератури:

1. Закон України «Про залізничний транспорт» із змінами і доповненнями, внесеними Законами України від 10 січня 2002 року № 2921-III/ Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273> (дата звернення: 17.11.22).
2. Ефанов Д.В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: монография / за ред. А.Д. Матвейчук. СПб. : СПбУ, 2016. 171 с.
3. Belyi A.A. Structural Health and Geotechnical Monitoring During Transport Objects Construction and Maintenance. *Journal of Procedia Engineering*. 2017. Vol. 189, P. 145–151. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.05.024.
4. Сапожников В.В. Основы теории надежности и технической диагностики / заг. ред Д.В. Ефанов. СПб. : Издательство «Лань», 2019. 588 с.
5. Крамбаева, И.М. Микропроцессорные системы ЖАТ. *Молодой ученый*. 2015. № 8 (88). С. 264–266.
6. Efanov D. Development of Rail Roads Health Monitoring Technology Regarding Stressing of Contact-Wire Catenary Systemo *Proceedings of 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing* (Chelyabinsk, Russia, May 19–20 2016). P. 1–5. DOI: 10.1109/ICIEAM.2016.7911431
7. Havryliuk V. Model of Propagation of Traction Current Harmonics from Trains to a Track Circuit Receiver. *Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility*. 2021. P. 1-4. DOI: 10.1109/APEMC49932.2021.9597152
8. Гаврілюк В.І., Тітов С.С., Єгольников О.О. Управління процесами діагностування і моніторингу засобів автоматики на припортових залізницях. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: «Технічні науки»*. 2020. Т. 31 (70). С. 120-128. DOI: 10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-2/21

Laguta V.V., Egorov O.Yo., Domanska G.A., Tymoshenko L.S. COMPUTER SYSTEM OF ELECTRICAL CENTRALIZATION DIAGNOSTICS USING COMPUTER TOOLS

The modern development of railway automation and telemechanics devices is associated with the wide use of microprocessors and computer systems. Expanding the functionality of the MPC (microprocessor centralization) system increases the level of automation of the work of train dispatchers, information interaction with higher-level transport process management systems, as well as the implementation of remote monitoring and diagnostics functions. Today's urgent issues of the effective operation of objects of railway automation and telemechanics systems (RATS) are the compatibility of computer systems with RATS. The solution to this shortcoming should be based on the principles of synchronization of management actions at the directorate level and automated work at stations and sites. The article is devoted to the development of the structure of a

computer system for monitoring and diagnosing elements of electrical centralization by automating the process of collecting and processing data on the state of substations at stations and sites. The methods of solving the set goal are defined in the article, which is the application of the theory of reliability and the theory of control systems. The system proposed in the work allows integration into existing systems of electrical centralization with current modern computer systems of EC (electrical centralization), implementing a functionally oriented diagnostics subsystem. For the system of technical diagnostics based on computer tools and programmable microcontrollers (STD-CPM), a list of tasks for diagnostics and monitoring is considered. The functional structure of the STD-CPM construction is expanded with a list of peripheral devices. The peculiarities of the selection of railway automation control objects and the application of new methods, technical means of obtaining information about the state of railway automation devices and telemechanics are analyzed. The article defines a modified model for managing the processes of diagnosis and monitoring of automation equipment for railway automation facilities, which is aimed at increasing the reliability of the RATS operation and the effectiveness of assessing the forecasting of the technical condition of the RATS.

Key words: *control systems, technical diagnostics and monitoring systems, technical maintenance, railway automation, information system.*