

УДК 656.259.12 : 656.256.3

В. В. МЕЛЕШКО – заступник начальника Департаменту автоматики, телемеханіки та зв'язку, ПАТ Укрзалізниця, [soyuz@mail.ru](mailto:soyuz@mail.ru)

## ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ СИСТЕМ ЧИСЛОВОГО КОДОВОГО АВТОБЛОКУВАННЯ

### Вступ

У сучасних умовах роботи залізничного транспорту України, для яких характерна його конкуренція з іншими видами транспорту, очевидною є необхідність підвищення конкурентоспроможності та ефективності роботи залізниць, розвитку їх транзитного та експортного потенціалу, пропускної спроможності, збільшення швидкості руху, покращення якості обслуговування тощо. Ефективність перевізного процесу напряму пов'язана з надійністю пристроїв керування рухом поїздів та організацією їх технічного обслуговування. Основним напрямком підвищення ефективності обслуговування систем сигналізації та блокування є розробка автоматичних і автоматизованих систем контролю та керування [1, 7]. Значна кількість відмов систем сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) припадає на рейкові кола та систему числового кодового автоблокування, якою обладнано більше половини магістральних колій в Україні. Складність розробки пристроїв контролю та діагностування системи числового кодового автоблокування (ЧК АБ) пов'язана з їх автономністю та розміщенням апаратури на значних відстанях вздовж перегону.

### Мета

Метою роботи є визначення основних напрямків розробки сучасної автоматизованої системи діагностування пристроїв ЧК АБ на основі аналітичного огляду існуючих та перспективних засобів технічного контролю систем, а також ефективності впровадження неперервного діагностування технічного стану пристроїв на перегоні.

### Огляд систем диспетчерського контролю

Система частотного диспетчерського контролю (ЧДК) використовується на залізницях України з 1966 року та набула великого поширення.

Система дозволила поїзному диспетчеру візуально контролювати показання станційних світлофорів і рух поїздів на ділянці, а черговим по станції – рух поїздів на перегонах. Одночасно з її допомогою забезпечується дистанційне диспетчерське керування другорядними транспортними об'єктами, такими як прилади зв'язку та освітлення посадкових платформ, роз'єднувачі високовольтних ліній і т.д., а також автоматичний контроль стану найбільш відповідальних елементів перегінних пристроїв АБ і переїзної сигналізації [2].

У системі ЧДК передбачена трирівнева система контролю. Інформація від сигнальних і переїзних установок автоблокування й автоматичної переїзної сигналізації (нижній рівень) безперервно надходить на проміжні станції (середній рівень). Після обробки вона передається на центральний пост поїзному диспетчеру й диспетчеру ШЧ (верхній рівень).

Як датчик зайнятості блок-дільниць і станційних колій у системі ЧДК використовуються контакти колійних реле. При числовому кодовому автоблокуванні колійне реле працює в імпульсному режимі, тому в систему диспетчерського контролю включаються контакти сигнального реле Ж, яке залежить від колійного реле і перебуває під струмом, якщо блокдільниця вільна й у знеструмленому – якщо зайнята. Коли

блок-дільниця вільна, у лінію посилається сигнал тональної частоти, який сприймається відповідним приймачем на станції. Спрацьовує реле на його виході, контакти якого включають індикацію на табло в чергового по проміжній станції. Інформація про стан поїздів передається з перегонів на прилеглі станції по лінії подвійного зниження напруги від камертонних генераторів (ГК), що розміщуються в шафах автоблокування, і вузькосмугових приймачів, встановлених на станціях.

Частотні сигнали на проміжних станціях після ввідного щитка посилаються широкосмуговим підсилювачем УПДК-2 і надходять на входи восьми приймачів – ПК5-1...ПК5-8. Кожен приймач має два вузькосмугових підсилювачі із швидкодіючими реєструвальними реле, контакти яких керують режимами увімкнення ламп табло чергового по станції (ДСП) і підключені до входів розподільника РДК-2. Кожен вузькосмуговий підсилювач має один двоконтурний камертонний фільтр типу ПФ1-1...ПФ1-16. Передача інформації на центральний пост здійснюється циклічно за допомогою 32-тактного розподільника типу РДК-2, лінійного генератора однієї з модифікацій (ГЛЗ-1...ГЛЗ-15), блока керування роботою розподільника типу БУР, блока передачі інформації типу БПІ [7].

Прилади ЧДК також забезпечують безперервний контроль справності апаратури перегінних і переїзних пристроїв СЦБ. У разі виникнення пошкодження генератор диспетчерського контролю посилає в лінію кодований сигнал, що сприймається на одній з прилеглих станцій.

Відповідна лампа на табло в чергового починає блимати в такт з кодом, що передається, загоряючись в інтервалах і згасаючи в імпульсах.

Розшифровка повідомлень про характер пошкоджень виконується ДСП візуально за режимом горіння контрольних ламп табло.

Система ЧДК часто використовується на залізницях України, але в її роботі можна виділити низку суттєвих недоліків. До

них можна віднести застарілу елементну базу, що потребує ретельного контролю, точної настройки та періодичного ремонту. Обсяг діагностичних даних, який можна отримати за допомогою цієї системи, є недостатнім для повного аналізу стану пристроїв автоблокування. Також сприйняття інформації, що надається системою ЧДК, є досидить незручним процесом, що потребує додаткових знань від електромеханіка та не гарантує її однозначного розшифрування, а як наслідок можливі помилки під час аналізу діагностичної інформації, що призводить до зайвих втрат у часі в ході пошуку та усунення несправностей. Система здатна передавати лише дискретну інформацію про стан обмеженої кількості об'єктів діагностування, що звужує можливості аналізу стану пристроїв автоблокування та зменшує вірогідність прийняття правильного рішення про необхідність ремонту. До того ж спорадичний принцип передачі інформації не забезпечує достатньої швидкості роботи системи, що стає особливо важливим, враховуючи сучасну тенденцію до збільшення швидкості руху потягів.

У результаті виконаного аналізу можна зробити висновок, що система частотного диспетчерського контролю не є системою технічного діагностування в сучасному розумінні цього терміну та не здатна якісно виконувати свої функції в умовах подальшого розвитку швидкісного руху.

Тому вважаємо, що подальший розвиток цієї системи в завданні діагностування пристроїв автоблокування не є раціональним. Необхідно шукати нові підходи до процесу збору та передачі діагностичної інформації, знаходити засоби, що дозволяють аналізувати не лише дискретні, а й неперервні параметри сигнальної установки, вносити функції автоматичного аналізу та прийняття попереднього рішення.

Аналіз роботи системи автоматизованого диспетчерського контролю. Більш сучасною, з позиції обладнання, що використовується, та обсягу діагностичних функцій, порівняно із системою ЧДК є автома-

тизована система диспетчерського контролю (АСДК), яка є апаратно-програмним комплексом, що забезпечує диспетчерський контроль стану окремих вузлів та пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку, поїзних пересувань, вільності та зайнятості приймально-відправних колій, рейкових кіл та блок-дільниць перегону, стану переїздів, вхідних і вихідних світлофорів на станції та інші функції [4]. Система АСДК виконує збір, обробку та передачу у власну мережу цифрової та аналогової інформації з пристроїв СЦБ на станціях та перегонах, виявлення їх передвідмовних станів та реєстрацію відмов у режимі реального часу.

Система технічного діагностування та моніторингу АСДК являю собою багаторівневу інформаційну мережу. Технічні та програмні засоби нижнього рівня призначені для збору, первинної обробки інформації про стан пристроїв на станціях та перегонах, а також її концентрації на лінійних пунктах системи, що розташовані на постах електричної централізації. Вони складаються з електричних датчиків стану контрольованих технічних засобів і контролерів диспетчерського контролю.

Апаратно-програмні засоби верхнього рівня являють собою автоматизовані робочі місця (АРМ), для оперативного та технічного персоналу, а також локальні обчислювальні мережі на станціях та центральних постах. На цьому рівні виконується приймання та маршрутизація потоків інформації від контролерів диспетчерського контролю, її обробка та виведення на відповідне АРМ мережі АСДК. Також на цьому рівні здійснюється її зв'язок із зовнішніми обчислювальними системами, зокрема автоматизованою системою оперативного керування (АСОУП), та автоматизованою системою служби СЦБ.

Як канал зв'язку використовуються фізичні волоконно-оптичні лінії зв'язку.

Керування системою та відображення діагностичної інформації виконується за допомогою автоматизованих робочих місць відповідних працівників. Кожне АРМ реа-

лізує певні загальносистемні функції, такі як: графічне відображення на екрані монітора у вигляді мнемосхеми інформації про реальний стан пристроїв СЦБ, ведення системних протоколів, протоколів роботи пристроїв СЦБ та дій персоналу, стан зв'язку між елементами системи, відображення інформації в разі виникнення позаштатних ситуацій, налаштування та коректування системних параметрів [9, 10].

АРМ кожного конкретного типу користувачів має певні особливості, що пов'язані з характером роботи користувача та доповнюються характерними програмними засобами та підсистемами.

Отже, можна зробити висновки, що система АСДК являє собою сучасну багатофункціональну систему діагностики та моніторингу, відповідає всім вимогам до систем такого класу та виконує різноманітні функції, пов'язані з автоматизацією керування рухом поїздів та збором, збереженням та відображенням діагностичної інформації, яка використовується під час прийняття рішень відповідними працівниками.

Однак водночас у системі АСДК можна виділити низку недоліків, до яких слід віднести недостатньо повний збір інформації про стан пристроїв автоблокування, малу кількість аналогової інформації, що не дозволяє визначити всі можливі варіанти відмов в системах автоблокування. Відсутність ґрунтового автоматичного аналізу діагностичної інформації не дає змоги визначити місце та тип відмов у роботі пристроїв СЦБ та перекладає завдання аналізу на інженерний та експлуатаційно-технічний персонал дистанції сигналізації та зв'язку.

Систему АСДК можна брати за основу під час розробки нових систем технічної діагностики пристроїв автоблокування, враховуючи виявлені її недоліки.

Огляд роботи апаратно-програмного комплексу диспетчерського контролю. Апаратнопрограмний комплекс диспетчерського контролю (АПК-ДК) призначений для централізованого контролю, діагностики технічного стану автоблокування, а та-

кож організації керування рухом поїздів у рамках диспетчерського кола [11].

На відміну від вищеназваних систем, у АПК-ДК широко використовуються засоби сучасної обчислювальної техніки, що дозволило значно розширити функціональні можливості системи в завданнях як реєстрації стану об'єктів діагностування, так і аналізу та прогнозування стану апаратури сигнальних установок. Це значний крок у переході від планово-профілактичного методу обслуговування пристроїв автоблокування, який загальноприйнятий на залізницях України, до обслуговування за фактичним станом об'єктів контролю.

Таким чином, система АПК-ДК виконує такі головні функції: оперативне знімання інформації про стан блок-дільниць перегону, рейкових кіл, світлофорів та інших засобів автоматики й передавання її на лінійні пункти системи, що розташовані на станціях; передача інформації для її використання поїзним диспетчером, диспетчером ШЧ та іншими відповідальними працівниками як на рівні відділення залізниці, так і на рівні управління відповідних служб.

Діагностичні функції системи виражені в можливостях логічного визначення хибної вільності блок-дільниці та попарного зближення потягів, аналізу роботи пристроїв, виявлення їх передвідмовного стану, оптимізації пошуку та усунення відмови, можливості архівації та відновлення подій, а також ведення обліку ресурсу пристроїв за їх фактичним напрацюванням [5, 8].

Структура системи АПК-ДК включає три підсистеми, що реалізовані з використанням програмованих контролерів, промислових комп'ютерів та спеціального програмного забезпечення, а також каналів зв'язку між ними, що дозволяє організувати обчислювальну мережу та автоматизовані робочі місця користувачів.

На нижньому рівні виконується збирання, перетворення та концентрація інформації про стан перегінних та станційних пристроїв СЦБ.

Вона відображається на АРМ чергового по станції та чергового електромеханіка, а також передається на другий рівень системи та на АРМ поїзного диспетчера та диспетчера ШЧ.

Інформацію про стан перегінних пристроїв отримують за допомогою автоматики контролю сигнальних точок (АКСТ), що виконана на базі спеціалізованих контролерів. Найбільше поширення має блок АКСТ-СЧМ, який являє собою генератор частоти, що формує циклічні восьмиімпульсні частотні посилення в лінію зв'язку відповідно до стану контрольованих об'єктів.

При восьми вихідних імпульсах завдяки маніпуляції за тривалістю імпульсів та інтервалів виникає можливість контролювати стан семи дискретних і двох порогових датчиків. Інформація про стан станційних пристроїв вводиться в систему за допомогою програмованих індустріальних контролерів ПИК-10 та ПИК-120.

Зібрана інформація далі надходить до підсистеми середнього рівня двома послідовними лініями типу потокова петля або конвертором RS-485 [6, 12].

Підсистема середнього рівня складається з концентраторів лінійного поста, які збирають інформацію від підсистеми нижнього рівня, та забезпечують її обробку, зберігання, архівацію та передачу іншим концентраторам центрального поста. Концентратори, що виконані на базі промислових комп'ютерів, об'єднуються в мережу передачі даних, яка забезпечує обмін інформацією з підсистемою верхнього рівня.

Верхній рівень системи складається з інформаційного та програмного забезпечення верхнього рівня, яке дозволяє реалізувати виконання спеціальних технологічних функцій та організувати різноманітні види АРМ відповідальних працівників: поїзного диспетчера, диспетчера ШЧ, диспетчера залізничного вузла, оператора обліку вагонів та інших, а також забезпечує обмін інформацією з іншими інформаційними системами та АРМ працівників рівня управління залізниці та відповідних служб.

З усього вищепереліченого можна зробити висновок, що система АПК-ДК є сучасним комплексом технічної діагностики та моніторингу роботи пристроїв СЦБ, що виконує широкий спектр завдань, які висуваються до сучасних систем діагностики. Завдяки модульній структурі системи весь комплекс програмного забезпечення є більш гнучким щодо можливості додавання нових завдань, без зміни всього комплексу. Використання АПК-ДК дозволяє модернізувати процес керування рухом поїздів, автоматизувати велику кількість рутинної роботи з обслуговування пристроїв автоблокування, пришвидшити процес пошуку несправностей та зменшити їх загальну кількість за рахунок виявлення передвідмовних ситуацій.

З урахуванням усіх названих переваг цієї системи в ній все ж таки можна виявити деякі недоліки, серед яких: недостатня кількість вимірювальних параметрів сигнальної установки автоблокування, що не дає можливості повністю автоматизувати роботу з перевірки параметрів системи, також відсутній вибір діагностичної інформації за її якістю, не повною мірою виконані функції прогнозування стану апаратури автоблокування.

Таким чином, систему АПК-ДК можна використати як основу для подальших розробок систем діагностування пристроїв автоблокування, враховуючи вказані недоліки.

Аналіз роботи системи технічної діагностики пристроїв автоблокування та автоматичної переїзної сигналізації. Система технічної діагностики пристроїв автоблокування та автоматичної переїзної сигналізації (СДТС-АПС) призначена для автоматизації функції контролю та діагностування стану сигнальних точок числового кодового автоблокування та автоматичної переїзної сигналізації [12].

Основні стратегічні завдання, що виконує система СДТС-АПС, це: збір і первинна обробка інформації для систем віддаленого моніторингу технічного стану сигнальної

точки автоблокування, підвищення надійності функціонування системи автоблокування за рахунок прогнозування технічного стану пристроїв залізничної автоматики та оперативного виявлення факту та причини відмови, впровадження технологій обслуговування з мінімальною кількістю персоналу, завдяки автоматичному виконанню графіка роботи з обслуговування сигнальної точки, заміна генераторів і станційного обладнання ЧДК.

Система СДТС-АПС побудована за ієрархічним принципом та включає лінійні пункти діагностування, що поділяються на станційний та перегінний рівні, і центральний пост діагностування і моніторингу. Перегінний рівень містить лінійне перегінне обладнання, а саме функціональні контролери типу КДСТ-ДС, за допомогою яких здійснюють збирання дискретної інформації про стан пристроїв сигнальної установки, вимірювання часових характеристик кодової апаратури. Напругу в контрольних точках вимірює контролер типу КДСТ-АС, за якістю електроживлення на основному та резервному фідерах стежить контролер КДСТ-ФД. Взаємозв'язана робота цих контролерів дозволяє виявляти передвідмовні стани апаратури й відхилення параметрів від встановлених норм, формує передачу діагностичної інформації на станційний рівень по лінії ДСН або виділеній фізичній лінії зі швидкістю 9 600 Бод.

Інформація від усіх сигнальних установок надходить на концентратор КДСТ СВ, який увімкнений у локальну мережу з інтерфейсом RS-485 з лінійним концентратором інформації ЛКИ, який керує лампами на пульст-табло чергового по станції та автоматизованого робочого місця електромеханіка.

Діагностична інформація зберігається та відображається на АРМ електромеханіка у вигляді мнемосхем, таблиць та графіків. Далі діагностична інформація про стан сигнальних установок та результати вимірювань передається на вищий рівень центрального поста діагностики та моніторингу.

Час доставки інформації від перегінного обладнання до АРМ електромеханіка становить не більше 5 с. Для аналізу відмов передбачене програмне забезпечення для протоколювання передвідмовних і відмовних станів відповідно до необхідних параметрів [7, 3].

Проаналізована система має великі функціональні можливості та можливості з діагностування стану пристроїв автоблокування та автоматичної переїзної сигналізації, використовує сучасну елементну базу та використовується як основний функціональний вузол для центрів діагностування та моніторингу.

Попри це процеси аналізу та відображення діагностичної інформації все-таки потребують удосконалення.

### Результати

На основі аналізу існуючих та перспективних засобів технічного контролю систем числового кодового автоблокування визначено, що основним недоліком існуючих систем є недостатня кількість контрольованих параметрів, зокрема це стосується рейкових кіл. Обмеженість інформації, яка передається на станцію, суттєво зменшує ефективність контролю, що зводиться практично тільки до працездатності пристроїв.

Збільшення параметрів (дискретних та аналогових), що контролюються та передаються на станцію, суттєво ускладнює та збільшує вартість системи. Розв'язати цю суперечність можливо через розробку централізовано-розподіленої системи з розміщенням АРМ електромеханіка на станції і локальних контролерів на сигнальних точках [13, 14].

З урахуванням неповної інформації, що передається на центральний комп'ютер, великої кількості випадкових факторів, що діють на рейкові кола та на систему ЧК АБ в цілому, а також розмитості критеріїв працездатного стану окремих вузлів ЧК АБ система має включати інтелектуальну підт-

римку прийняття рішення в умовах неповної інформації та нечітких умов.

Наукова новизна та практична значимість

У результаті аналізу виявлено, що існуючі засоби технічного контролю автоблокування не можуть надати повну оцінку стану перегінних пристроїв сигналізації та блокування, запропоновано критерії до розробки нових систем технічного діагностування зі збільшеною кількістю діагностичної інформації та її автоматичним аналізом.

Результати аналізу можуть бути використані на практиці для вибору засобу технічного контролю пристроїв автоблокування, а також для подальшої розробки систем діагностування автоблокування, що дозволяє здійснити поступовий перехід від планово-профілактичної моделі обслуговування до обслуговування за фактичним станом контрольованих пристроїв.

### Висновки

Існуючі засоби технічного контролю пристроїв автоблокування не можуть надати повної інформації про стан пристроїв ЧК АБ. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки нових діагностичних комплексів з урахуванням розширення обсягу діагностичної інформації та впровадженням функцій її автоматичного аналізу з метою автоматичного встановлення ситуаційного діагнозу стану пристроїв ЧК АБ та, в разі виникнення відмови, автоматичної локалізації її причини.

### Бібліографічний список

1. Биргер, И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М. : Машиностроение, 1978. – 240 с.
2. Бойник, А. Б. Диагностирование устройств автоматики и агрегатных единиц / под ред. А. Б. Бойника и др. – Х. : ЧП Изд-во «Новое слово», 2008. – 304 с.
3. Бондаренко, Б. М. Повышение безопасности движения поездов путем усовершенствования процесса диагностики приборов железнодорожной автоматики /

- Б. М. Бондаренко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2012. – Вип. 42. – С. 7-11.
4. Газов, О. К. Системы диспетчерской централизации / О. К. Газов, В. А. Кононов, А. Б. Никитин. – М. : Маршрут, 2002. – 407 с.
  5. Дмитренко, И. Е. Техническая диагностика и автоконтроль систем железнодорожной автоматики и телемеханики / И. Е. Дмитренко. – М. : Транспорт, 1986. – 144 с.
  6. Дунаев, Д. В. Анализ отказов и методы контроля рельсовых цепей / Д. В. Дунаев, И. О. Романцев, В. И. Гаврилюк // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2010. – Вип. 32. – С. 212-217.
  7. Протопов, О. В. Система диагностики технических средств автоблокировки и переездной сигнализации / О. В. Протопов, А. Б. Мозжевилов // Автоматика, связь и информатика. – 2008. – № 12. – С. 5-8.
  8. Сапожников, В. В. Основы технической диагностики / В. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников. – М. : Маршрут, 2004. – 318 с.
  9. Сапожников, Вл. В. Системы диспетчерской централизации / под ред. Вл. В. Сапожникова. – М. : Маршрут, 2002. – 407 с.
  10. Сфарбаков, А. М. Основы технической диагностики / А. М. Сфарбаков, А. В. Лукьянов, С. В. Пахомов. – Иркутск : Изд-во ИрГУПС, 2006. – 216 с.
  11. Федорчук, А. Е. Новые информационные технологии: автоматизация технического диагностирования и мониторинга устройств ЖАТ / А. Е. Федорчук, А. А. Сепетий, В. Н. Иванченко. – Ростов : Изд-во РостГУПС, 2008. – 443 с.
  12. Шаблин, А. Н. Центр технической диагностики и мониторинга на Октябрьской дороге / А. Н. Шаблин, Г. Ф. Наносов, П. А. Капуста // Автоматика, связь и информатика. – 2007. – № 5. – С. 23-25.
  13. Mascardi, V. Monitoring and diagnosis railway signaling / V. Mascardi, D. Briola, M. Martelli // Intern. Workshop on Computational Intelligence in Security for Information Systems. – Genova : University of Genova, 2008. – P. 23-31.
  14. Zoetewij, P. Automated fault diagnosis in embedded systems / P. Zoetewij, J. Pietersma, R. Abreu // Proc. of the 2nd IEEE Intern. Conf. on Secure Systems Integration and Reliability Improvement. – Yokohama : IEEE, 2008. – P. 103-110.

**Ключові слова:** числове кодове автоблокування, системи технічного діагностування, централізовано-розподілений принцип обробки діагностичних даних.

**Ключевые слова:** числовая кодовая автоблокировка, системы технического диагностирования, централизованно-распределенный принцип обработки диагностических данных.

**Keywords:** digital code autoblock system, system of technical diagnostics, centralized-distributed principle of diagnostic data processing.

**Рецензенти:**  
д.т.н., проф. А. Б. Бойнік,  
д.т.н., проф. А. М. Муха.

Надійшла до редколегії 13.02.2017.  
Прийнята до друку 28.02.2017.