

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ НОВИХ ПРИСТРОЇВ БЕЗПЕКИ РУХУ

Представив д-р техн. наук, професор А.П. Фалендиш

Постановка проблеми. Аналіз причин порушень безпеки руху показує, що їх значна кількість обумовлена недостатньо високим рівнем професіоналізму і низькою технологічною дисципліною персоналу, що безпосередньо бере участь у перевізному процесі. Підвищення безпеки руху поїздів є пріоритетним напрямком розвитку залізничного транспорту значної частини рухомого складу. У галузі і компанії багато що робилося і робиться для підтримки належного рівня надійності технічних засобів і безпеки руху поїздів.

Однак до теперішнього часу вичерпані практично всі можливості системи управління безпекою щодо подальшого розвитку і розширення функціональності. Тому досягнення мети, забезпечення гарантованої (нормативної) безпеки при мінімальному обсязі ресурсів вимагає застосування нових принципів, методів і засобів переходу до нового цільового стану системи управління безпекою перевезень.

Мета статті. Визначити основні переваги нових пристроїв безпеки руху поїздів та приклади їх застосування, переваги нових комплексів.

Матеріали та результати досліджень. «Програма підвищення безпеки руху» поїздів почала реалізовуватися з 1 березня 2011 року. Суть модернізації – заміна приладів безпеки, які виробили свій ресурс. Замість них встановлюються надійні, виконані на сучасній елементній базі прилади. Наприклад, застосовується автоматична локомотивна сигналізація неперервного типу АЛС, основні елементи якої – підсилювач і дешифратор, побудовані на

кодових реле. У радіоелектроніці реле і його контакти – найненадійніший вузол. Сьогодні як основний пристрій безпеки на всіх типах локомотивів і МВРС на ділянках залізниць з автономною та електричною тягою постійного й змінного струму, обладнаних колійними пристроями АЛС, АЛС-ЕН, замість АЛС застосовується КЛУБ-У. Схемотехнічні рішення в пристрої реалізовані на базі мікропроцесорної техніки із застосуванням сучасних мікроконтролерів, кількість реле зведено до мінімуму. Надійність експлуатації системи набагато вище. Функція колишня – прийняття підлогових сигналів АЛС, їх декодування, відображення сигналів підлогового світлофора на локомотивному світлофорі БЛЛ-У для локомотивної бригади. Застосування мікропроцесорів, мікроконтролерів при виробництві системи безпеки КЛУБ-У збільшує функціональність пристрою за рахунок програмного забезпечення. Зараз у КЛУБ-У застосовується сьомий пакет програмного забезпечення. У 2012 році його змінить оновлений восьмий пакет – зараз іде його обкатка і налагодження. Пристрій КЛУБ-У реєструє більше показань, ніж швидкостемір – до 256 параметрів, які надходять в енергонезалежну пам'ять касети реєстрації. У результаті більш точно вимірюється фактична швидкість руху. Машиніст вставляє касету реєстрації, і вся інформація про поїзду записується в енергонезалежний модуль. Ці дані зв'язуються з електронною картою машиніста в єдину інформаційну систему. КЛУБ-У формує допустиму швидкість руху, враховуючи конструктивні особливості локомотива і показання

колійного світлофора. Швидкість руху контролюється так, що можна точно розрахувати кілька варіантів гальмування. Функція контролю за пильністю машиніста дозволяє знизити ймовірність помилок людського чинника. Виключається мимовільний рух, неможливість руху при відключеному ЕПК і вимкненій системі безпеки руху, приймання сигналів режимів роботи «поїзної» або «маневрової» від органів управління локомотива.

Можливості КЛУБ-У із самодіагностики.

Система повідомляє про модулі і блоки, що вийшли з ладу, під час ремонту, що знижує час на техобслуговування і пошук несправностей. Ще один пункт модернізації – установлення систем автоматичного управління гальмуванням поїзда САУТ-ЦМ/485. При необхідності роботи у вантажопасажи́рському варіанті алгоритм задається перемиканням тумблера. САУТ-ЦМ/485 інформує про резерв швидкості в кожній точці шляху – різницю допустимої і фактичної швидкостей, довжину блок-ділянки, точку прицільної зупинки біля вихідного світлофора. У результаті підвищується безпека руху.

Безпека руху – важливий показник стійкої й успішної роботи локомотивного господарства залізниць. Тому керівництво галузі приділяє постійну увагу вдосконаленню приладів безпеки. При цьому перед розробниками пристроїв даного призначення ставиться завдання передати частину функцій контролю безпеки руху від машиніста автоматиці, знизивши тим самим вплив людського чинника. За останні двадцять років у цій галузі було запропоновано чимало інноваційних рішень, завдяки яким були визначені найбільш затребувані функції приладів, що забезпечують безпеку руху. Найбільшу ефективність показали: використання радіоканалу для обміну інформацією між локомотивом і підлоговою частиною інфраструктури,

зчитування інформації з точкових підлогових датчиків, широке застосування супутникової навігації, безперервний контроль працездатності машиніста, взаємодія з іншими мікропроцесорними системами на борту тягової одиниці. Упровадження таких систем, як КЛУБ-У, САУТ-ЦМ і ТСКБМ, на певному етапі виправдало себе. Це дозволило поліпшити ситуацію з попередженням проїздів заборонних сигналів. Досвід експлуатації показав, що кожна система має свої переваги. Однак найбільш ефективно використання згаданих приладів безпеки в комплексі, коли пристрої функціонально доповнюють один одного в єдиному процесі забезпечення безпеки руху поїзда.

Фахівці ПКБ ЦТ розробили комплексні проекти модернізації, за якими локомотиви оснащуються приладами безпеки в ході заводських ремонтів. Однак таке «механічне» об'єднання на одному локомотиві різних систем має не тільки позитивні сторони, але й певні недоліки. Кабіна машиніста виявилася перевантаженою дублюючими один одного інформаційними блоками і пристроями, а машиніст, замість контролю безпеки руху поїзда, змушений у результаті стежити за роботою самих приладів. У частині реєстрації і розшифрування поїзних параметрів склалася ситуація, коли є два, а то й три джерела даних. При цьому прочитана з них інформація може відрізнитися. Незважаючи на комп'ютерну обробку, збільшилися обсяги операцій, пов'язаних з розшифруванням даних про поїздку, була потрібна особлива підготовка фахівців, що обслуговують системи дешифрації. Отже, впровадження нових приладів безпеки не полегшило, а ускладнило життя експлуатаційних депо. Спроби вирішити всі перелічені проблеми починалися, але далі одиночних зразків справа не пішла, а висока вартість цих розробок практично виключала їх масове впровадження.

Таким чином, передумовою для створення комплексу БЛОК стала потреба в системі, яка реалізовувала б усі функції забезпечення безпеки в єдиній оптимальній конструкції. При цьому її вартість повинна бути дешевше комплексу КЛУБ-У, САУТ-ЦМ/485 і ТСКБМ.

Результати приймальної комісії стали підставою для прийняття рішення оснащувати комплексом БЛОК нові електровози серій 2ЕС6, 2ЕС10 і ЕП20, а також тепловози серії 2ТЕ25А.

Структура, принцип роботи комплексу. Комплекс БЛОК являє собою модульну структуру, елементи якої відповідають за реалізацію функцій комплексу, а також забезпечують взаємодію із системами управління локомотива в єдиному процесі ведення поїзда. Функціональні елементи комплексу з'єднані між собою внутрішнім CAN-інтерфейсом. Комплекс здійснює контроль безпеки руху при веденні поїзда, у тому числі при обслуговуванні локомотива машиністом в одну особу.

Складові елементи комплексу БЛОК. Ще на етапі розроблення комплексу були закладені можливості інтеграції його з мікропроцесорними системами управління та діагностики локомотива. При цьому для реалізації функцій на локомотиві використовуються як нові, так і раніше розроблені технічні рішення, які добре зарекомендували себе в експлуатації. Основні складові бортового устаткування комплексу БЛОК:

- системна шафа СШ (рисунок);
- локомотивний блок індикації та блок індикації помічника машиніста;
- блок реєстрації БР і касета реєстрації КР;
- універсальний блок приймання сигналів АЛС-ТКС;
- мовний інформатор;
- блок зв'язку з датчиками швидкості БС-ДПС;
- приймальна котушка сигналів з рейкового кола КПРС;
- приймач сигналу ТСКБМ.



Рис. Системна шафа комплексу блок

До устаткування, використовуваного в роботі комплексу БЛОК, належать: електропневматичний клапан ЕПК, блок контролю несанкціонованого відключення

ЕПК ключем КОН, колійні датчики швидкості ДПС, антенне обладнання локомотива. Призначення основних складових комплексу БЛОК. Програмно-

обчислювальне ядро комплексу компактно розміщене у системній шафі. Ця шафа реалізує функції обробки даних про значення супутникової навігаційної системи, організацію радіообміну інформацією по каналах 160 МГц, «Tetra», GSM, GSM-R, параметри працездатності машиніста, а також контроль та організацію режиму обміну даними з іншими пристроями за допомогою внутрішнього CAN і додаткового цифрового інтерфейсу RS-485. У системній шафі розміщуються високочастотне обладнання, апаратура управління і модулі електроживлення. Високочастотне обладнання складається з модулів «Tetra» і GSM/GSM-R, радіомодему 160 МГц, що забезпечують двосторонній обмін інформацією та командами між стаціонарним (диспетчерським) пунктом і рухомих складом по цифровому радіоканалу на частотах 160 МГц «Tetra», GSM. При цьому для підключення поїзної радіостанції в системній шафі передбачений дуплексний фільтр.

Апаратура управління включає в себе:

- двоканальний модуль центральної обробки інформації, який контролює працездатність на підставі даних, отриманих від інших модулів по внутрішньому і зовнішньому CAN-інтерфейсах, задає остаточні значення допустимої і цільової швидкостей руху, необхідність проведення періодичної або одноразової перевірки пильності з урахуванням фізіологічного стану машиніста, формує дані для управління ЕПК і КОН, інформацію універсальному комплексу гальмівного обладнання локомотива для службового гальмування, мікропроцесорної системи управління локомотива, а також дані для їх порівняння модулем схеми безпеки, виконує апаратне порівняння повідомлень по двох каналах;

- модуль супутникової навігаційної системи та електронної карти, який приймає й обробляє дані з використанням Глобальної навігаційної супутникової

системи (ГЛОНАСС) спільно з уже застосовуваною «Global Positioning System» (GPS) від поєднаної антени «Tetra» / GSM / GSM-R / СНС, визначає залізничну координату локомотива та інші параметри руху (допустиму і цільову швидкості), тип і назву залізничного об'єкта, що знаходиться попереду руху поїзда, відстань до нього;

- модуль-шлюз CAN, який призначений для узгодження взаємодії комплексу БЛОК з мікропроцесорними системами управління локомотивом;

- модуль обчислювача системи автоматичного керування локомотива НД-САУТ, функції якого – розрахунок програмних швидкостей і прицільного гальмування, видачі команд на розбір тяги і гальмування, контроль швидкості з урахуванням поточних обмежень;

- модуль контролера телемеханічної системи контролю неспання машиніста ТСКБМ-К, який здійснює обробку інформації про фізіологічні параметри машиніста, який формує у внутрішній CAN-інтерфейс інформацію про необхідність додаткової перевірки працездатності машиніста шляхом натискання на спеціальну рукоятку пильності;

- фільтри зовнішніх ланцюгів, які виконують функцію фільтрації вхідних сигналів.

Блок джерела електроживлення, також наявний в системній шафі, призначений для перетворення нестабілізованої напруги первинної (бортової) мережі електроживлення постійного струму з номінальними значеннями 35-150 В (у залежності від типу локомотива) в стабілізовану напругу постійного струму з номінальним значенням 50 В.

Крім системної шафи, встановленої в кузові локомотива, інша апаратура комплексу розміщується також у кузові або в кабіні машиніста. Наявний у кабіні на пульті машиніста блок індикації, що являє собою рідкокристалічний дисплей,

призначений для індикації поїзної інформації: відображення сигналів світлофорів, поточного часу, часу руху за графіком, фактичної швидкості, допустимої швидкості, рекомендованої швидкості, цільової швидкості, прискорення, режиму роботи (поїзної, маневрової, подвійною тягою), частоти каналу АЛС або роботи каналу АЛС-ЕП.

Крім того, рідкокристалічний дисплей відображає залізничні координати, назви об'єктів, що знаходяться попереду, і відстані до них, дані про тиски, а також інформує про режим запису на касету реєстрації, забезпечує індикацію попередньої світлової сигналізації та перевірки пильності.

Блок реєстрації БР здійснює приймання повідомлень з внутрішнього CAN-інтерфейсу і їх запису на касету реєстрації. Локомотивний блок індикації помічника БІЛ-ПОМ відображає сигнали світлофорів. Блок узгодження сигналів колійних датчиків швидкості БС-ДПС забезпечує приймання даних від колійних датчиків швидкості ДПС, контроль працездатності датчиків, первинну обробку сигналів з гальванічною розв'язкою від бортової мережі, обчислює і формує вектор фактичної швидкості, прискорення і фактичної швидкості руху поїзда. Блок БС-ДПС також зберігає дані про поїзні характеристики в незалежній пам'яті. Блок універсального приймача АЛС-ТКС призначений для приймання безперервних рейкових каналів АЛС, АЛС-ЕН, колійних генераторів САУТ. Даний блок формує у внутрішній CAN-інтерфейс і додатковий цифровий інтерфейс RS-485 інформацію від приймальних котушок про поточні показання АЛС і даних, отриманих від підлогових пристроїв САУТ. Блок приймача підсистеми контролю неспання машиніста ТСКБМ-П здійснює приймання по радіоканалу від переносної частини ТСКБМ даних про фізіологічні параметри машиніста і передає їх по CAN-інтерфейсу. Приймальні котушки КПРС призначені для

роботи у двох діапазонах частот. Перший діапазон частот (НЧ) – сигнали рейкових кіл АЛС, другий діапазон (ВЧ) - сигнали колійних пристроїв САУТ. Суміщена антена радіоканалу «Tetra» / GSM / GSM-R / СНС призначена для роботи з локомотивними радіостанціями, а також у складі систем визначення місцезнаходження рухомого складу на базі стандартів GPS / ГЛОНАСС. Антена радіоканалу 160 МГц призначена для роботи на рухомих об'єктах залізничного транспорту в діапазоні частот 160 МГц. Пульст мовної інформації використовується для відтворення мовних повідомлень.

Переваги комплексу БЛОК. У комплексі БЛОК уперше конструктивно реалізований принцип об'єднання функціональних елементів у загальну систему з раціональним розміщенням інтелектуальних мікропроцесорних компонентів у загальному корпусі. Конструкція вийшла досить компактною і зручною для обслуговування. Так, контролер ТСКБМ-К, який займав простір у кабіні машиніста, або апаратура обробки інформації САУТ, яка розташовувалася у вигляді окремого блока в кузові локомотива, у комплексі БЛОК реалізовані у вигляді модулів системної шафи. Передбачені широкі можливості реконфігурації і взаємозамінності окремих елементів. Наприклад, при виході з ладу блока індикації системи управління блок БІЛ відображає інформацію як комплексу БЛОК, так і системи управління локомотивом. Значна увага при створенні комплексу БЛОК була приділена вдосконаленню алгоритмів роботи при забезпеченні безпеки ведення поїзда. Виключені випадки невинного застосування автостопного гальмування, яке замінене службовим. Доопрацьовані з урахуванням додаткових параметрів алгоритми визначення максимально допустимої швидкості, аналіз функціонального стану машиніста здійснюється з урахуванням його дій з

управління локомотивом. Ведеться вдосконалення єдиної бази даних колійних об'єктів для забезпечення оптимальної роботи локомотивної електроніки.

Наступним позитивним моментом, який забезпечується впровадженням комплексу БЛОК, є організація реєстрації всієї необхідної інформації про поїздку на єдиному носії. У найближчій перспективі в ролі такого носія буде застосовуватися безконтактний картридж комплексу КИО-САУТ, розроблений фахівцями ТОВ «НВО САУТ» в 2010 р. Варто відзначити, що на перспективних електропоїздах «Desiro Rus», створюваних у рамках спільного російсько-німецького проекту для обслуговування Олімпіади-2014, як система забезпечення безпеки буде застосований комплекс БЛОК. У сучасних умовах одним з визначальних чинників є питання вартості. Незважаючи на інноваційну складову, значне розширення функціональних можливостей і істотний заділ на перспективу розвитку, розробниками комплексу БЛОК були виконані жорсткі умови, поставлені керівництвом ВАТ «РЖД» в частині вартості нової системи.

Ціна локомотивокомплекту в даний момент не перевищує сумарної вартості обладнання КЛУБ-У, САУТ-ЦМ і ТСКБМ. При цьому продовжується робота, спрямована на зниження вартості шляхом оптимізації елементної бази, подальшого раціонального поліпшення конструкції, пошуку нових рішень. У цих умовах БЛОК та його модифікації мають усі шанси стати найближчим часом базовим комплексом для оснащення всіх видів тягового рухомого складу.

Висновки. Повинні бути вирішені завдання, що вимагають доопрацювання програмного забезпечення та часткової апаратної адаптації БЛОК без модернізації колійного й станційного обладнання або доопрацювання програмного забезпечення стаціонарного обладнання при використанні зонних мереж передачі даних по радіоканалу.

Вирішення даного завдання дозволить скоротити виникнення несправностей апаратури і, як наслідок, збоїв у шляху проходження. Збільшення обсягу реєстрованої під час руху інформації.

Список літератури

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 37 с.
2. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки [Текст]. – К., 2009. – 300 с.

Ключові слова: рухомий склад, елементи, комплексний блок, системна шафа, цифровий інтерфейс.

Анотації

У локомотивному господарстві стан безпеки також оцінюється числом випадків браку, з яких виділяють проїзди заборонних сигналів. Це найбільш грубі порушення, що допускаються локомотивними бригадами. Їх наслідками є катастрофи й аварії, що супроводжуються великим матеріальним збитком, а деколи і людськими жертвами. Забезпечення безпеки значною мірою залежить від надійності машиніста в системі людина-машина, де машиною є сучасний локомотив.

В локомотивном хозяйстве состояние безопасности также оценивается числом случаев брака, из которых выделяют проезды запрещающих сигналов. Это наиболее грубые нарушения, допускаемые локомотивными бригадами. Их последствиями являются крушения и аварии, сопровождающиеся большим материальным ущербом, а порой и человеческими жертвами. Обеспечение безопасности в значительной степени зависит от надежности машиниста в системе человек-машина, где машиной является современный локомотив.

In a locomotive economy the state of safety is also estimated the number of cases of marriage, from which select passages of inhibiting signals. It is the most gross violations, assumed locomotive brigades, their consequences are shipwrecks and failures, attended with a great financial damage, and at times and by human victims. Providing of safety largely depends on reliability of machinist in the system man-machine, where a machine is a modern locomotive.