

УДК 656.216.2:625.096

О. М. ВОЗНЯК – старший викладач каф. «Транспортні технології», Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, науковий співробітник відділу залізнично-транспортних досліджень Львівського НДІ судових експертиз, ovozom0@gmail.com, ORCID 0000-0002-7163-9026

МЕТОДИ, ЗАХОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДАХ

Стан безпеки на залізничних переїздах як в Україні, так і в інших країнах, залежить не тільки від технічного оснащення переїзду, а й від культури поведінки усіх учасників руху. Організація руху переїздами повинна забезпечувати максимальний захист учасників руху від потрапляння в ДТП, мінімальні затримки транспортних засобів і максимальну зручність пересування водіїв, машиністів і пасажирів транспортних засобів через переїзд.

Вітчизняний і зарубіжний досвід свідчить [1, 2, 5, 6, 7, 16], що для того щоб повністю запобігти зіткненням залізничного та автодорожнього транспорту потрібно виключити можливість їх перетину на одному рівні, тобто закривати залізничні переїзди і будувати замість них дворівневі розв'язки між автомобільними дорогами та залізницями. Для підвищення рівня безпеки руху в багатьох країнах ця стратегія реалізовується, однак це потребує значних фінансових витрат, які для більшості переїздів із малими та середніми розмірами руху поїздів і автотранспорту не є економічно доцільними. Тому, навіть у країнах із високим розвитком економіки, залишається в експлуатації (і тривалий час іще залишатиметься) значна кількість залізничних переїздів.

Серйозною проблемою безпеки транспорту є нерегульовані переїзди, а також наявність переїздів у горловинах станцій, що створює напругу в русі автотранспорту при перетині ділянки з інтенсивним рухом поїздів і значно підвищує аварійну небезпеку, що потребує термінових заходів.

Недотримання нормативів щодо кількості експлуатованих переїздів на залізнич-

них коліях (знаходження більше одного переїзду на ділянці протяжністю 5 км за наявності об'їзду) є також однією з причини ДТП на залізничних переїздах. Для закриття переїзду необхідне узгодження з органами місцевого самоврядування, які часто не зацікавлені в цьому.

Розвиток транспортної та житлової інфраструктури міст і селищ, що відбувався без координації із залізницями, також призвів до появи проблемних місць перетину транспортних потоків з об'єктами залізничної інфраструктури. Особливо це стосується переїздів, які характеризуються інтенсивним рухом пасажирських автобусів.

Також слід звернути увагу на невідповідність об'єктів залізничної інфраструктури (вокзали, переїзди) сучасним вимогам ергономіки і сучасним умовам інтенсивної взаємодії транспортних потоків.

Для підвищення безпеки на переїздах поряд із законодавчо-правовими та організаційно-профілактичними заходами широко використовуються різноманітні технічні заходи, методи та рішення. Хоча, будівництво шляхопроводу і є одним із самих надійних способів забезпечення безпеки на перетинаннях залізниці з автомобільною дорогою, все-ж не може повністю гарантувати відсутність ДТП.

Закриття малодіяльних переїздів і переведення транспортних потоків на найближчі до них переїзди або шляхопроводи також не завжди виправдане та можливе. Наприклад, при значній віддаленості переїзду, який закривається, від інших розв'язок суттєво зростає перепробіг автотранспорту, що спричиняє збільшення часу та подорожчан-

ня вартості перевезень. В окремих випадках ліквідація переїзду може спровокувати порушення деякими водіями правил дорожнього руху та перетинання залізничних колій у не встановленому для цього місці, що негативно позначиться на безпеці руху.

Одним із засобів вирішення проблеми є встановлення систем автоматичного блокування доступу автотранспорту на колії. Для забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах залізничниками встановлюються додаткові шлагбауми, вживаються заходи з покращення освітлення, а також триває експериментальне випробування ефективності переїздів з відео-наглядом. Порушення, що фіксуються відеоспостереженням, передаються на опрацювання до ДАІ.

Серед значної кількості технічних рішень щодо пристроїв, які запобігають в'їзду автодорожнього транспортного засобу на закритий переїзд на даний час найбільшого поширення досягли загороджувальні бар'єрні установки (ЗБУ) типу жорсткої механічної перепони. Практика показує, що вони володіють деякими недоліками – зокрема те, що їх застосування можливе тільки на переїздах, де є черговий, який у стані забезпечити надійне функціонування механізмів підймання та опускання металевих плит [22, 25].

До інших важливих технічних заходів забезпечення безпеки відносяться капітальний ремонт переїздів і заміна використовуваних на них технічних засобів. Поряд з капітальним ремонтом, на переїздах також проводяться протиаварійні роботи у господарстві колії.

На залізницях проводяться заходи щодо посилення технічної оснащеності переїздів. До технічних пристроїв, які встановлюються на переїзді, насамперед, слід віднести всі пристрої переїзної автоматики, які призначені забезпечити розв'язання наступного класу завдань (рис. 1):

- подачу на переїзд повідомлення про наближення поїзда та контроль вільного стану переїзду від рухомого складу;

- завчасне сповіщення водіїв про наявність переїзду та небезпеки його заняття транспортним засобом;
- запобігання несанкціонованому виїзду транспортних засобів на переїзд у небезпечній близькості від рухомого складу;
- огороження переїзду з боку залізниці;
- виявлення на переїзді завад для руху поїзда;
- контроль справного стану пристроїв переїзної автоматики.

На даний час на магістральному залізничному транспорті України, в основному, використовуються системи з фіксованою довжиною ділянки наближення, що обумовлено простотою та порівняно низькою вартістю апаратної їх реалізації та алгоритму управління, який використовується в цих системах. Істотним недоліком даного способу сповіщення є відсутність контролю фактичної швидкості та прискорення поїзда, який наближається. Це спричиняє зайву тривалість закриття переїзду, коли швидкість поїзда на ділянці наближення нижча максимальної, чи при її зміні у межах даної ділянки напрямку руху поїзда. Зазначений недолік спричиняє триваліші простоя авто-транспортів перед закритим переїздом, що, у свою чергу, викликає відповідні матеріальні втрати та негативно позначається на безпеці руху, адже надмірно тривалий час закриття переїзду провокує деяких водіїв на порушення правил руху через переїзд.

Дія систем з постійним часом сповіщення базується на реалізації складнішого алгоритму управління, який передбачає постійне вимірювання швидкості поїзда та відстані до переїзду. Сповіщення на переїзд подається таким чином, щоб забезпечити оптимальний, фіксований час закриття переїзду. Дані системи суттєво зменшують час перебування переїзду в закритому стані і ймовірність несанкціонованого виїзду на переїзд транспортного засобу в небезпечній близькості від поїзда, який наближається.

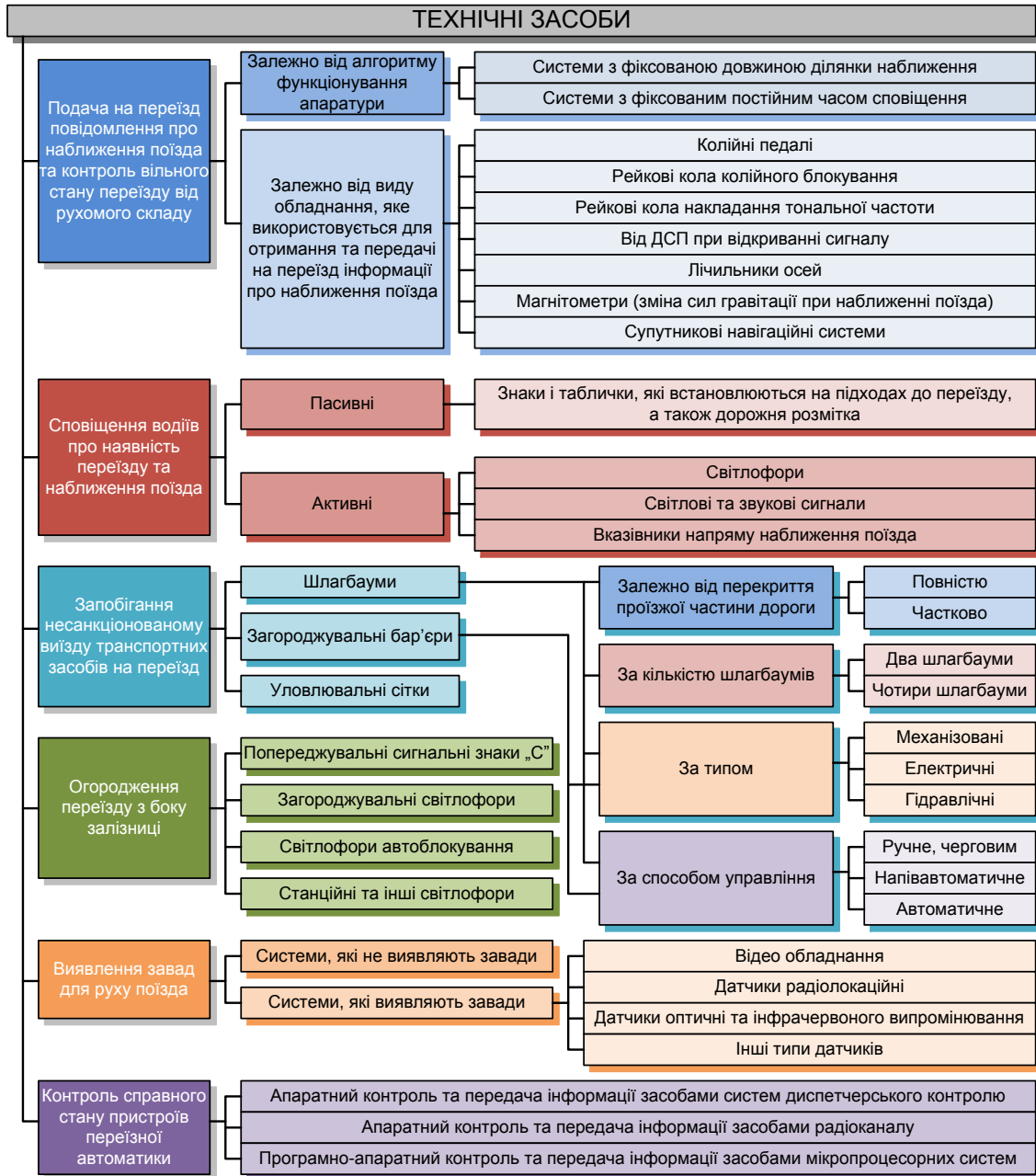


Рис. 1. Класифікація технічних засобів, які використовуються на переїздах

Залежно від виду обладнання, яке використовується для отримання та передачі на переїзд інформації про наближення поїзда, можна виділити системи, які використовують колійні педалі; рейкові кола колійного блокування; рейкові кола накладання тональної частоти; лічильники осей; магнітометри, які реєструють зміну сил гравітації при наближенні поїзда; супутникові навігаційні системи (див. рис. 1).

Колійні педалі розроблялися для залізничних ділянок, які не обладнані автоматичним блокуванням. При установці педаль сигнал на закриття переїзду надходить з моменту впливу поїзда на педаль, яка розташована на початку ділянки наближення до переїзду. Відкриття переїзду здійснюється після одержання сигналу від педаль, встановленої за переїздом на відстані максимально можливої довжини складу.

При розташуванні переїзду на ділянці, обладнаній автоблокуванням, для подачі сповіщення про наближення поїзда та про звільнення переїзду використовують рейкові кола. Сповіщення на переїзд може подаватися за одну або дві блок-ділянки. Для вимикання переїзної сигналізації після проходження поїзда, за переїздом встановлюються ізолюючі стики, які ділять рейкове коло на дві частини.

За рубежем залізничні переїзди, які розташовані на ділянках з інтенсивним рухом поїздів, часто управляються з постів електричної централізації найближчих станцій або з постів диспетчерської централізації. Однак такі системи досить дорогі та не ефективні на малодіяльних залізничних ділянках. Крім того, даний принцип управління переїзною автоматикою не забезпечує постійного для всіх типів складів оптимального часу сповіщення до переїзду.

На залізницях України, при розташуванні переїзду в межах або поблизу станції, сповіщення на переїзд узгоджується з роботою станційної автоматики та залежить від категорії маршруту прямування поїзда станцією та місця розташування переїзду відносно станційних сигналів. У випадку невідповідності розрахункового часу сповіщення його фактичному значенню відкриття сигналу або подача сповіщення на переїзд затримується відносно один одного, що забезпечується спеціальними схемними рішеннями.

На даний час при проектуванні нових і модернізації діючих пристроїв автоматичної переїзної сигналізації на одноколійних і двоколійних ділянках з кодовим блокуванням, передбачається використання тональних рейкових кіл [3, 4, 8, 10, 11, 13, 20, 21, 23]. Дані кола накладаються на рейкові кола автоблокування та використовуються для подачі сповіщення на переїзд і контролю проходження поїзда. Завдяки застосуванню рейкових кіл накладання позбуваються ізолюючих стиків на переїзді, а отже, уникають відмов у роботі пристроїв автоблокування, які зумовлені сходом даних

стиків. Іншою перевагою рейкових кіл накладання є відмова від використання ненадійних пристроїв, які забезпечують затримку подачі сповіщення на переїзд, при перевищенні блок-ділянкою розрахункової довжини ділянки наближення. Використання рейкових кіл накладання дозволило також вирішити завдання забезпечення безпеки у випадку зупинки чи зміні напрямку руху поїзда після проходження переїзду.

Незважаючи на дуже широке поширення, використання для управління переїзною сигналізацією кодових рейкових кіл автоблокування та тональних рейкових кіл накладання, вони володіють рядом недоліків, основними з яких є:

- фіксована довжина ділянки наближення для всіх категорій поїздів;
- збереження закритого стану переїзду на увесь час зупинки поїзда в межах рейкового кола ділянки наближення;
- вплив на роботу рейкового кола опору ізоляції рейкових ниток і завад від тягового струму.

З метою усунення зазначених недоліків у пристроях автоматичної переїзної сигналізації можуть використовуватися точкові колійні датчики відліку осей, які знайшли застосування на залізницях Німеччини, Швеції, США, Польщі та ряду інших країн. Використання апаратури відліку осей дозволяє усунути більшість властивих рейковим колам недоліків і будувати системи як з фіксованою довжиною ділянки наближення, так і з фіксованим часом сповіщення про наближення поїзда до переїзду [3, 4, 9, 12, 14, 17, 18, 19, 24]. Можливість визначення кількості осей, які прослідували та напрямку руху поїзда дозволяє фіксувати його зупинку на ділянці наближення, а також відкривати переїзд або відразу після його проходження складом, який рухається у встановленому напрямку, або з перевіркою звільнення всіх ділянок колії по обидва боки від переїзду, які у цьому випадку контролюються датчиками.

У деяких мікроелектронних системах переїзної сигналізації для контролю над рухом поїздів використовуються встановлювані біля рейок магнітометри, які реєструють зміну сил гравітації при наближенні поїзда до переїзду. Прикладом може служити система безпеки залізничного переїзду, розроблена компанією Union Pacific. Використання магнітометрів забезпечує можливість визначення швидкості та напрямку руху поїзда, а отже, збереження постійного часу сповіщення, незалежно від типу рухомого складу, що особливо ефективно на ділянках зі значною інтенсивністю руху автотранспорту.

У ряді закордонних систем для передачі сповіщення на переїзд про наближення поїзда використовується радіоканал та принцип організації управління, який передбачає передачу сигналу з переїзду до поїзда та від поїзда до переїзду.

Одним з перспективних способів визначення оптимального моменту подачі сигналу на закриття переїзду, є використання навігаційного обладнання. Сьогодні в усьому світі при визначенні координат і швидкості об'єктів, які рухаються застосовуються супутникові навігаційні системи. З їхньою допомогою на сучасному рівні вирішуються різноманітні завдання щодо організації управління транспортним парком. Прикладом може служити система LOTUS, яка використовується у Франції для визначення за допомогою бортового приймача GPS місця розташування високошвидкісних поїздів. Забезпечувана навігаційними системами точність обчислення координат і швидкості поїзда дозволяє застосовувати дані системи для контролю наближення поїзда та звільнення ним залізничного переїзду. Отже, використання супутникової навігації забезпечує можливість створення високоефективних систем переїзної сигналізації з постійним часом сповіщення. Завадою у використанні даних систем на залізничному транспорті є досить висока вартість апаратури, а також залежність від надійності роботи супутникової навігаційної системи.

Тому ці системи переїзної сигналізації поки розглядаються як перспективні.

Для сповіщення водіїв про наявність на автодорозі переїзду та наближення до нього поїзда, у безпосередній близькості від залізничних переїздів, уздовж автомобільної дороги встановлюються різні технічні засоби. Усі призначені для сповіщення водіїв засоби можна класифікувати на пасивні та активні (див. рис. 1).

Пасивні засоби використовуються, щоб привернути увагу водіїв до місця розташування переїзду та дати їм можливість знизити швидкість і виконати інші необхідні дії. Дані засоби містять, встановлювані безпосередньо біля переїзду знаки «Одноколійна залізниця» чи «Багатокілісна залізниця», а також, розташовані на певній, обумовленій інструкцією, відстані від переїзду попереджувальні знаки «Залізничний переїзд без шлагбаума» чи «Залізничний переїзд із шлагбаумом».

Активні засоби покликані сигналізувати про наближення поїзда до залізничного переїзду та зайняття його рухомим складом, а також запобігти виїзду транспорту на залізничні колії при зайнятому переїзді або наявному повідомленні про наближення поїзда. У якості активних використовуються пристрої переїзної автоматики, які забезпечують подачу оптичних і акустичних сигналів. Для подачі оптичних сигналів з кожного боку переїзду встановлюються спеціальні переїзні світлофори. На переїздах без чергового працівника світлофори доповнюються місячно-білим миготливим вогнем, який сигналізує при вільному стані переїзду про справність і увімкнений стан переїзної сигналізації.

У якості акустичних сигналів на переїздах переважно використовуються електричні дзвінки. Дані дзвінки встановлюються на щоглах переїзних світлофорів і вмикаються одночасно з оптичними сигналами. У ряді випадків у якості додаткових засобів забезпечення безпеки може передбачатися установка на переїздах сирен автомобільного типу чи інших звукових пристроїв. В

окремих системах переїзної автоматики передбачена подача звукових сигналів різної тональної частоти для поїздів протилежного напрямку, а також можливість програмної зміни періодичності миготіння і яскравості оптичних сигналів залежно від використовуваних джерел світла.

З метою запобігання несанкціонованого виїзду транспортних засобів на залізничні колії при зайнятому поїздом переїзді або ділянці наближення, переїзди обладнуються шлагбаумами, загороджувальними бар'єрами та уловлювальними сітками (див. рис. 1). На переїздах із черговим працівником можуть установлюватися механізовані, напівавтоматичні та електричні шлагбауми, які управляються черговим по переїзду. На переїздах без чергового працівника використовуються тільки неавтоматичні шлагбауми. З метою забезпечення повного перекриття автодороги на деяких переїздах установлюються додаткові шлагбауми.

На переїздах з інтенсивним рухом, а також швидкісним рухом поїздів можуть застосовуватися загороджувальні бар'єрні установки (ЗБУ) від несанкціонованого виїзду транспортних засобів [22, 25]. Зазначимо, що перші системи, призначені для перекриття проїжджої частини дороги, з'явилися ще в 40-х роках 20 століття. Однак на залізниці подібні системи поширилися тільки після розробки ЗБУ.

За рубежом проводяться роботи з використання для огороження переїзду, замість бар'єрів або шлагбаумів, спеціальних подушок і особливих уловлювальних сіток. Дані сітки або загородження опускаються у спеціальному зводі воріт при закритті переїзду, запобігаючи несанкціонованому виїзду транспортних засобів на залізничні колії. Однак вартість таких пристроїв сьогодні становить близько 0,5 млн. доларів.

Для огороження переїзду зі сторони залізниці (див. рис. 1) із правого боку за ходом руху поїзда встановлюються постійні, попереджувальні знаки «С», які вимагають подачі свистка машиністом поїзда, що наближається до переїзду. На переїздах із

черговим працівником з боку залізниці влаштовують загороджувальну світлофорну сигналізацію.

Задачі виявлення завад на переїзді та сповіщення про це машиніста поїзда, який наближається до переїзду, також покладаються на встановлювані на переїзді спеціальні технічні засоби (див. рис. 1). Потреба у контролі залізничних переїздів обумовлена наявними випадками наїзду поїздів на автотransпорт, який з певних причин зупинився на переїзді або виїхав на переїзд при заборонному сигналі світлофора та не встиг звільнити його до вступу поїзда. Такі технічні засоби, у ряді випадків, застосовуються як для виявлення завад на переїзді так і для фіксації номерів автотransпортних засобів, які допускають виїзд на переїзд при заборонному сигналі світлофора.

Для виявлення завад у межах залізничного переїзду може застосовуватися телевізійна та радіолокаційна апаратура, а також оптичні датчики та датчики інфрачервоного випромінювання тощо. Наприклад, у системі PAI PL Level Crossing Obstacle Detector (розроблена компанією General Electric Transportation Systems Global Signaling) для виявлення завад використовуються радіолокаційні пристрої, які фіксують знаходження на переїзді об'єкта розміром від велосипеда до автопоїзда. У системі, яка експлуатується на Японських залізницях, для автоматичного виявлення усіх об'єктів, які перегороджують шлях поїзду, використовується промінь світла, який просвічує переїзд протягом 6 с від моменту повного його закриття. В інтелектуальній системі Rail Crossing Guard контроль вільного стану переїзду від автотransпорту здійснюється за допомогою кількох відеокамер. У всіх системах машиністові поїзда, який наближається до залізничного переїзду, постійно виводиться інформація про вільний або зайнятий стан переїзду, яка відображається за допомогою спеціальної індикації. У випадку неприйняття машиністом при виявленні завади заходів щодо зупинки поїзда перед переїздом, передбачається застосування ек-

стреного гальмування. У Росії також розроблена система телевізійного контролю залізничних переїздів, яка забезпечує на відстані 2 км від переїзду передачу на локомотив зображення ситуації, яка склалася на даний час у межах переїзду. Така ж система використовується на ряді залізничних переїздів Японії, яка забезпечує відтворення на моніторі в кабіні машиніста обстановки на переїзді на відстані в 1,3 км.

Однією з систем, яка забезпечує контроль процесу перетину меж залізничного переїзду автодорожніми транспортними засобами є система, запропонована Італійською компанією Метмес.

Дана система при наближенні поїздів засобами інфрачервоних лазерних датчиків здійснює автоматичне виявлення завад на залізничних переїздах та запобігає аваріям. Виявлення здійснюється одним або кількома блоками датчиків, залежно від розміру залізничного переїзду.

Блок управління шляхом зондування збирає інформацію із переїзду і генерує сигнали залежно від розмірів мінімальної завади. Він здатний інтегруватися у традиційну систему переїзної автоматики у тому числі і з автоматичними чи півавтоматичними шлагбаумами, а також може узгоджуватися із новітніми електронними системами засобами безпечних інтерфейсів.

Переваги та вигоди, які притаманні даній системі: простота установки та адаптації до області контролю; кількість одиниць зондування в установці набагато нижча у порівнянні з іншими технологічними рішеннями, наприклад, системами радіолокаційного моніторингу; простота конфігурації для конкретної геометрії переїзду; простота конфігурації порогів сигналізації залежно від розмірів чи об'ємів об'єктів контролю; відсутність хибних спрацьовувань, коли потрібно визначення дрібних об'єктів та людей, які лежать на рейках; надійна робота в суворих погодних умовах (дощ, сніг і туман); система може бути доповнена візуальною перевіркою стану території.

У розробленій у Нідерландах системі ADOB, на переїзді встановлюється спеціальні сканери, які самостійно управляють загороджувальними світлофорами. Пристрої виявлення завад на переїзді та фіксації номерів автотранспорту розробляються також і для магістрального залізничного транспорту України, однак дані пристрої поки не знайшли широкого використання.

Організація контролю працездатності встановлених на переїзді пристроїв залізничної автоматики (див. рис. 1) також є дуже важливою задачею з точки зору забезпечення необхідного рівня безпеки. Найчастіше задача вирішується системою диспетчерського контролю. З таких систем диспетчерського контролю на залізницях України найпоширенішою є система ЧДК, яка ще перебуває в експлуатації, але вже не проектується, а також системи АСДК, АПК ДК, які прийшли їй на зміну.

У деяких випадках для передачі сигналів про справний стан переїзної автоматики використовується радіозв'язок. Такий принцип контролю застосовується, наприклад, на коліях промислових підприємств залізничного транспорту. При побудові системи використовується радіально-вузлова архітектура, яка передбачає зв'язок кожного з контрольованих переїздів із центральним постом (ЦП) засобами радіоканалу. При опитуванні пристроїв переїзної автоматики використовується принцип запит-відповідь із кодовим поділом каналів контрольованих переїздів. У випадку справного стану контрольованих пристроїв, переїзд відповідає на запит ЦП шляхом надсилання радіоімпульсу. При виникненні відмови в роботі переїзної автоматики, радіоімпульси на ЦП не передаються.

У мікропроцесорних системах переїзної автоматики, які на даний час усе ширше застосовуються у зарубіжних системах, використовується програмно-апаратний спосіб контролю справного стану відповідних пристроїв. Наприклад, для контролю працездатного стану уніфікованої мікропроцесорної сигналізації EBUT, яка експлуату-

ється в Німеччині, використовується спеціальний сервісний прилад. За допомогою даного приладу з пам'яті МП системи зчитується необхідна інформація, яка дозволяє відновити та проаналізувати всі події, які мали місце на переїзді та роботу пристроїв автоматики. Фірмою Scheldt & Bachmann також розроблена повністю сумісна із сервісним приладом діагностична система IDIS, яка забезпечує неперервне приймання використовуваної для прийняття рішень інформації від колійних датчиків.

У розробленій компанією GTS (Global Signaling) системі діагностичного контролю стану багатьох переїздів забезпечується можливість одержання обслуговуючим персоналом усієї необхідної інформації про ситуацію та функціонування відповідних пристроїв на кожному з переїздів. Передача інформації здійснюється засобами мережі Інтернет у реальному масштабі часу.

Головною відмінною рисою більшості закордонних систем переїздної сигналізації від тих, які застосовуються на теренах України, є збереження постійного часу сповіщення для різних типів залізничних складів і широке використання мікроелектронних пристроїв та мікропроцесорної техніки [3, 4, 5, 11, 12, 15, 17]. У багатьох закордонних системах передбачається централізоване управління при децентралізованому розміщенні виконавчої апаратури. Умови безпеки реалізуються на рівні функціональних блоків, завдяки чому система легко адаптується до різних виконавчих пристроїв. Методологію побудови сучасних закордонних систем переїздної сигналізації можна простежити на прикладі розробленої для Державних залізниць Данії системи BUES 2000. Задачі, які рішення цієї системою розподілені між окремими модулями, основними з яких є:

- центральний модуль (забезпечує управління системою та контроль над її функціонуванням);
- колійний модуль (збирає необхідну інформацію про рух поїздів та їх стан);

- модуль управління світлофорами та автоматичними шлагбаумами (за командою центрального модуля реалізує різні програми, які задають часову послідовність функціонування виконавчих елементів);
- модуль діагностики (контролює справний стан апаратури системи).

До складу кожного модуля входить мікроконтролер. Взаємодія між окремими модулями здійснюється за допомогою двох системних шин, що підвищує експлуатаційну готовність системи та забезпечує постійну діагностику її працездатності. Використання в системі відкритої архітектури та модульного компонування, дозволяє легко адаптувати її для переїздів з різною топографією та іншими особливостями. При адаптації системи кількість компонентів, які входять до її складу збільшується пропорційно до вимог, що суттєво знижує витрати на облаштування кожного переїзду.

Іншим прикладом широкого використання мікропроцесорної техніки та сучасних комп'ютерних технологій при побудові систем переїздної автоматики може служити система RBUT. Дана система розроблена фірмою Pintsch Bamag (Німеччина) замість системи EBUT, яка експлуатується на даний час і побудована з використанням сигнальних реле. Особливістю системи RBUT є застосування для організації зв'язку між усіма модулями, що входять до її складу, трьох незалежних каналів і трьох центральних процесорів. Кожен процесор здійснює двосторонній обмін даними одним з каналів, використовуючи два інших для приймання інформації. Такий принцип побудови забезпечує високу надійність і безпеку роботи системи, оскільки при несправностях одного з каналів система продовжує виконувати свої функції, а при несправності двох – переходить у режим захисної відмови. Периферійні пристрої використовують двоканальну структуру, переходячи в режим захисної відмови при виході з ладу одного з каналів. У цій системі також чітко

прослідковується реалізація умов безпеки на рівні функціональних модулів, кожен з яких пов'язаний з відповідним типом кінцевих пристроїв. Модульний принцип побудови RBUT також дозволяє формувати конфігурацію системи відповідно до особливостей конкретного переїзду.

Розглядаючи відмінні риси побудови закордонних систем переїзної автоматики, не можна не згадати про систему радіоуправління залізничним переїздом VK-FFB. Функціонування VK-FFB забезпечує інтелектуальна система FFB, яка встановлюється на поїзді, а також розглянута вище система переїзної сигналізації BUES 2000 та комутаційні мережі GSM. Дана система дозволяє, використовуючи передану з переїзду інформацію, ідентифікувати положення поїзда на дільниці та, у потрібний час, подати з поїзда сигнал на закриття переїзду. Перевагою цієї системи є збереження постійного часу сповіщення при скороченні часу заняття радіоканалу до 2 с. Останнє досягається шляхом проведення на поїзді розрахунків моменту вступу у зв'язок з пристроями переїзної автоматики з урахуванням відстані до переїзду, швидкості поїзда і його гальмівних характеристик.

Для забезпечення безпеки руху на переїздах за рубежом так само широко застосовуються сучасні матеріали, різні технічні методи та пристрої.

Усі наведені вище приклади наочно свідчать про значне різноманіття і особливу значимість технічних заходів, методів і рішень для зниження кількості ДТП на залізничних переїздах. Враховуючи це можна зробити такі висновки:

- розв'язання проблеми аварійності вимагає концентрації зусиль спеціалістів у сферах залізничного, автомобільного та дорожнього господарств, громадських організацій, правоохоронних органів у напрямку підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу та проведення просвітницької роботи з метою покращення дорожньої дисципліни

водіїв автодорожніх транспортних засобів;

- успіх також залежить від активної позиції науки у вирішенні проблем щодо розробки та впровадження технічних засобів і методів у галузі інфраструктури (сучасних методів контролю та обладнання переїздів, підвищення надійності існуючих технічних засобів) з метою запобігання аварій на переїздах. Робота в цьому напрямку повинна також враховувати умови експлуатації залізничних переїздів, зокрема такі, як підвищення інтенсивності руху транспортних засобів на конкретних ділянках як автомобільних доріг так і залізничних колій;
- серйозну увагу необхідно приділити вивченню і практичному застосуванню вітчизняного та зарубіжного досвідів, що стосуються безаварійної експлуатації залізничних переїздів;
- також необхідно проводити роботу щодо встановлення ключових причин та пошуку можливих рішень, які пов'язані з людським фактором і сприяють створенню небезпечних умов на переїздах.

Шляхи вирішення проблеми підвищення безпеки на залізничних переїздах розглядаються також у Положенні галузевої програми Укрзалізниці з підвищення безпеки руху на залізничних переїздах на 2011-2015 роки. Основні з них [7]:

- будівництво за маршрутами руху швидкісних поїздів нових шляхопроводів, замість існуючих переїздів. Особливо в найбільш густонаселених місцях, де спостерігається масове перетинання автомобільних потоків із залізницями;
- впровадження технологій, які зроблять повністю неможливим проїзд автотранспорту на переїзд при за-

боронному показанні дорожнього світлофора;

- перекриття проїжджої частини переїздів за допомогою чотирьох шлагбаумів;
- посилення взаємодії Укрзалізниці з підрозділами ДАІ щодо контролю за дотриманням правил дорожнього руху на переїздах;
- розробка та поширення програм навчальних курсів для дітей про правила безпеки на залізницях.

Таким чином, для забезпечення підвищення безпеки руху на залізничних переїздах потрібно комплексно використовувати ряд організаційних, навчальних та технічних заходів, запроваджувати нові та модернізувати існуючі пристрої.

Бібліографічний список

1. CENELEC EN 50129: Railway Application – Safety-related Electronic Systems for Signaling. 2000.
2. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст] / В. Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
3. Бойник, А. Б. Перспективные системы автоблокировки на железнодорожном транспорте. – Харьков: ХарГАЗТ, 2000. – 25 с.
4. Бойник, А. Б. Современные системы автоматической блокировки [Текст] / А. Б. Бойник, Г. В. Коваленко, Р. В. Макаренко // Заліз. трансп. України. – 2001. – № 5. – С. 14–19.
5. Бойнік, А. Б. Теоретичні основи ефективної експлуатації систем керування загороджувальними пристроями. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук Харків – 2003.
6. Варбанец, Н. Г. Повышение безопасности движения в местах пересечения железнодорожного и автомобильного транспортных потоков [Текст] / Н. Г. Варбанец // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – 2009. – № 3. – С. 30–32.
7. Галузева програма забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах на 2011–2015 роки. [Текст]. – Київ: Укрзалізниця. – 2010 р.
8. Дмитриев, В. С. Системы автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты [Текст] / В. С. Дмитриев, В. А. Минин – М.: Транспорт, 1992. – С. 182.
9. Кириленко, А. Г. Счетчики осей в системах железнодорожной автоматики и телемеханики: Учебное пособие [Текст] / А. Г. Кириленко, А. В. Груша. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003.
10. Кулик, П. Д. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание и устранение неисправностей, повышение эксплуатационной надежности [Текст] / П. Д. Кулик, И. С. Ивакин, А. А. Удовиков – К: Издательский дом «Мануфактура», 2004. – 288 с.
11. Леушин, В. Б. Ограждающие устройства на железнодорожных переездах: Конспект лекций по дисциплине «Автоматика и телемеханика на перегонах» для студентов специальности 210700 дневной и заочной форм обучения [Текст] / В. Б. Леушин – Самара: СамГАПС, 2004. – 48 с.
12. Микропроцессорная автоматическая переездная сигнализация (МП АПС). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rwa.com.ua/resheniya/promyishlennyiy-zheleznodorozhnyiy-transport/mpaps.html>
13. Перегонные системы автоматики: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта [Текст] / под ред. В. Ю. Виноградовой. – М.: Маршрут, 2005. – 292 с.
14. Применение аппаратуры ЭССО для контроля свободности путевых участков методом счета осей: Методические указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на

- железнодорожном транспорте И–283–01. – СПб.: МПС; ГУП Гипротрансигнальсвязь. – 2001. – С. 42.
15. Самсонкин, В. Н. Роль компьютерной техники в системе обеспечения безопасности движения [Текст] / В. Н. Самсонкин, В. И. Моисеенко // Залізн. трансп. України. – 2001. – № 2. – С. 45–46.
16. Самсонкін, В. Н. Безпека руху поїздів на залізничному транспорті: Навчальний посібник [Текст] / В. Н. Самсонкін, А. Б. Бойнік, О. Й. Соколов – К.: КУЕТТ, 2004. – 170 с.
17. Система автоматической переездной сигнализации на базе счета осей подвижного состава (АПС САТЭП). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.satep.com.ua/index.php?item=3&id=26>
18. Система контроля свободности участков пути методом счета осей (ЭССО): Руководство по эксплуатации РЭ00204–9809. – Екатеринбург: Научно-производственный центр Промэлектроника УрГУПС, 2000.
19. Теег Г. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: Учеб. пособие для вузов [Текст] / под ред. Г. Теега, С. Власенка. – М.: Интекст, 2010 г. – 488 с.
20. Типовые материалы для проектирования 410003 – ТМП. Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования АБТЦ-2000. Альбомы 1, 2, 4, 5. – СПб.: ГУП ГТСС, 2000.
21. Типовые материалы для проектирования 410407 – ТМП. Схемы переездной сигнализации для переездов, расположенных на перегонах при любых средствах сигнализации и связи АПС-04 / Утв. ОАО «РЖД» письмом ЦШТех – 11/25 от 31.01.2006 / Альбомы 1, 2, 3, 4. – СПб.: ГУП ГТСС, 2004.
22. Устройство заграждения переезда // Экспресс – информация. «Безопасность движения». Выпуск 4. – М.: ЦНИИТЭИ МПС, 1996 г.
23. Федоров, Н. Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями: Учебное пособие [Текст] / Н. Е. Федоров – Самара: СамГАПС, 2004. – 132 с.
24. Федоров, Н. Е. Релейные и микроэлектронные системы интервального регулирования движения поездов: учебное пособие для студентов специальности «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» [Текст] / Н. Е. Федоров. М-во тр-та РФ, Федер. агентство жел.-дор. тр-та, Самарск. гос. акад. путей сообщ. В 2 ч. Ч. 1. – Самара: СамГАПС, 2006. – 167 с.
25. Чех, Н. П. «Барьер - Автомат» - Устройство заграждения переезда [Текст] / Н. П. Чех, В. Ф. Скубак, О. И. Цысь, В. А. Лавров // Экспресс – информация, ж. «Путь и путевое хозяйство». Выпуск 4. – Москва, ЦНИИТЭИ МПС, 1997 г. – С. 1-7

Ключові слова: автоматика і телемеханіка, залізничний переїзд, безпека руху, стан аварійності.

Ключевые слова: автоматика и телемеханика, железнодорожный переезд, безопасность движения, состояние аварийности.

Keywords: automatics and telemechanics, level crossing, traffic safety, condition of accidents.

Рецензенти:

д.т.н., проф. А. М. Афанасов,
д.т.н., проф. А. Б. Бойнік.

Надійшла до редколегії 20.05.2015.

Прийнята до друку 08.06.2015.