

TRANSPORT

**АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ РУСІ
АВТОТРАНСПОРТУ ЧЕРЕЗ ЗАЛІЗНИЧНІ
ПЕРЕЇЗДИ**^{1,2}к. т. н. *Возняк Олег Михайлович,*²магістр *Джус Олег Володимирович*

Україна, Львів,

¹Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, кафедра «Транспортні технології»;²Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз**ARTICLE INFO**

Received 30 December 2017

Accepted 20 January 2018

Published 10 February 2018

KEYWORDSautomatics and telemechanic,
level crossing,
traffic safety,
condition of accidents,
vehicle control.**ABSTRACT**

Railway crossings are areas of increased danger for traffic both by railways and by highways. Therefore, the state of the safety of movement on the crossings constantly requires new approaches and solutions. The best solution to the problem is to build cross-sections at different levels, but this is not always appropriate both from a technical and an economic point of view. The article considers the state of accidents on railway crossings in Ukraine. The problems that contribute to the emergence of dangerous situations on level crossings are highlighted. Among the reasons is too long waiting time for drivers of road vehicles to open a railway crossing. There are also suggested ways to increase the level of safety by using the landing areas with a fixed time of notification, as well as the fact that the length of the closed state of the railway crossing is tied to the production needs and is minimized.

© 2018 The Authors.

Одним з основних завдань, яке виникає при експлуатації залізничного транспорту, було, є і залишатиметься забезпечення безпеки руху поїздів на станціях та перегонах. З цією метою все більша увага приділяється створенню надійних систем залізничної автоматики і телемеханіки, вдосконаленню їх технічного обслуговування та діагностики. Ці системи, в першу чергу, забезпечують безпеку руху поїздів та визначають рівень автоматизації різноманітних технологічних процесів на транспорті.

При дослідженні залізнично-транспортних пригод, пов'язаних із зіткненнями транспортних засобів, часто виникають завдання, які вимагають проведення досліджень систем інтервального регулювання рухом поїздів.

Досвід виконання досліджень реальних залізнично-транспортних пригод дозволяє стверджувати, що найнебезпечнішими з точки зору забезпечення безпеки руху є місця перетину залізничних колій із автомобільними дорогами – залізничні переїзди. Вони, незважаючи на те, що є зонами підвищеної небезпеки для руху як залізничними коліями, так і автомобільними дорогами, до цих пір залишаються вкрай необхідними на мережі залізниць України. Влаштування замість них розв'язок на різних рівнях вимагає значних капітальних затрат. Тому будівництво

шляхопроводів проводиться обмежено і, у першу чергу, на лініях із особливо високою інтенсивністю залізничного та автомобільного руху, на міських магістралях, а також на лініях із високошвидкісним рухом поїздів. При порівняно незначних та середніх розмірах руху заміна переїздів перетинами на різних рівнях переважно не може бути доцільною, насамперед з економічної точки зору, тому переїзди ще тривалий час залишатимуться спорудами на залізничній колії і, у цьому випадку, особливого значення набуває забезпечення на них вимог безпеки руху. Ці вимоги реалізуються системами автоматичної переїздної сигналізації, яка нерозривно пов'язана із пристроями інтервального регулювання рухом поїздів на перегонах та відповідними технічними засобами на станціях.

В таблиці 1 наведено стан аварійності на залізничних переїздах УЗ за період з 2010 по 2015 роки за даними (Мусієнко, Ходаковський, Ребриков, & Крот, 2012) (Гержод, Горбаха, Коськовецький, Міков, & Саламатнікова, 2013) (Горбаха, Коськовецький, Міков, Саламатнікова, & Сулищяка, 2014) та ін.

Реальний стан у сфері забезпечення безпеки руху на переїздах постійно вимагає нових підходів та рішень, адже статистика показує, що на залізничних переїздах відбувається біля 4,5 % від загальної кількості

ДТП на мережі автодоріг, однак їх наслідки значно важчі (як людські, так і матеріальні втрати). У середньому, на залізничних переїздах, з летальним наслідком кожна четверта ДТП, коли на мережі автодоріг 1 загиблий на 30 ДТП (Возняк О. М., Стан безпеки на залізничних переїздах, 2014).

Таблиця 1. Стан аварійності на залізничних переїздах УЗ

Параметр	Роки					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ТЗ збито поїздом	91	65	75	85	57	67
ТЗ в'їхав вб'їк поїзду	10	15	14	9	10	6
Всього ДТП	101	80	89	94	67	73
Загинуло осіб	73	14	12	23	9	12
Травмовано осіб	46	22	38	27	34	32
Всього постраждалих	119	36	50	50	43	44

Незважаючи на те, що в області дослідження та проектування технічних засобів управління та забезпечення безпеки на залізничних переїздах накопичений значний досвід, пристрої та системи реалізації безпеки на залізничних переїздах, в основному, базуються на використанні дискретної інформації про наближення поїзда до переїзду з ділянки наближення, що завчасно передбачає значні простой автотранспортних засобів, а це негативно відбивається на екологічній ситуації в зоні переїздів, на психологічному стані водіїв автотранспортних засобів і, як наслідок, часто спричиняє порушення умов безпеки.

Подальші дослідження та розробки систем автоматики і телемеханіки на залізничних переїздах повинні підвищувати ефективність функціонування систем залізничної автоматики і бути спрямовані на (Возняк О. М., Методи, заходи та засоби підвищення безпеки руху на залізничних переїздах, 2015): контроль швидкості наближення поїзда до переїзду, контроль перешкод у зоні переїзду, автоматичне передавання на локомотив інформації про стан переїзду, дистанційне управління пристроями, які знаходяться на переїзді черговими найближчих станцій, поїзним диспетчером, а також машиністом локомотива, який наближається до переїзду.

З метою підвищення надійності функціонування та зниження експлуатаційних витрат, нові пристрої автоматичної переїздної сигналізації повинні конструюватись на мікроелектронній та мікропроцесорній базі, бути уніфікованими для будь-яких видів тяги.

Ці пристрої повинні забезпечувати можливість їх впровадження із поетапним розширенням функцій відповідно до змін в умовах їх експлуатації.

Основними технічними засобами, які забезпечують безпеку функціонування залізничних транспортних перетинів є: автоматична світлофорна сигналізація, автоматичні шлагбауми, неавтоматичні шлагбауми із ручним механічним чи електричним приводами, захисні бар'єрні установки, оповіщувальна сигналізація. Ці пристрої постійно вдосконалюються, адже надійна їх робота дає змогу забезпечити безпеку руху як автомобільного так і залізничного транспортів, ритмічність процесу перевезень, запобігти аваріям та катастрофам. Облаштування регульованого залізничного переїзду наведено на рис. 1, а на рис. 2 – залізничного переїзду без чергового працівника.



Рис. 1. Регульований залізничний переїзд



Рис. 2. Залізничний переїзд без чергового працівника

На даний час ситуація із забезпеченням безпеки функціонування транспортних перетинів залишається вкрай гострою. Методи побудови систем управління та

забезпечення безпеки залізничних переїздів функціонують, використовуючи тільки інформацію про стан рейкових ліній ділянки наближення. Довжина цієї ділянки залежить від часу сповіщення та швидкості руху поїзда і може сягати 2000 та більше метрів. При довжинах ділянки наближення 1500 – 2000 м та можливій швидкості руху поїзда 10 – 15 км/год., час очікування перед закритим переїздом сягає 8–12 хв., що спричиняє нервозність водіїв автодорожніх транспортних засобів і, як наслідок, порушення ними вимог безпеки на переїздах: об'їзд закритого шлагбауму, проїзд на червоний сигнал переїзного світлофору безпосередньо перед поїздом.

У зв'язку з викладеним, є актуальними і постійно проводяться дослідження та розробки пристроїв контролю координати та швидкості поїзда, який наближається до залізничного переїзду, а також самих систем управління залізничною переїзною сигналізацією із розширеними функціональними можливостями. Розробка та дослідження зазначених пристроїв сприяє підвищенню безпеки, покращенню екологічної ситуації, а також мінімізації часу простою автотранспорту в зоні переїздів і, як наслідок, покращення психофізичного стану водіїв автотранспорту.

Актуальність розробки методів аналізу координат залізничної рухомої одиниці у межах рейкового кола, координати пошкодження рейкових кіл, особливо на одноколієних ділянках обумовлена потребами підвищення якості технічного обслуговування та часу виявлення і ремонту пошкоджень для людей, які експлуатують та обслуговують залізничні рейкові кола та забезпечення експертної практики сучасними методичними розробками при виконанні залізнично-транспортних експертиз, що пов'язані з зіткненнями рухомого складу, наїздами на перешкоди та людей.

На даний час ситуація із забезпеченням безпеки функціонування транспортних перетинів залишається вкрай гострою. Згідно статистичних даних, на залізничних переїздах мережі залізниць України, у середньому, щорічно у 125 дорожньо-транспортних пригодах гине біля 35 осіб. Кількість аварій на 100 переїздів в Україні залишається високою у порівнянні із їх кількістю на переїздах країн з розвиненими залізничними мережами. Однак, навіть і у цих країнах проблема підвищення безпеки на залізничних переїздах настільки актуальна, що з 20 січня 2014 року регулярно, три рази у рік у Швейцарії, в Женевському офісі Об'єднаних

націй (UNOG), представниками країн-членів UNECE (Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй), а також країн – не членів UNECE – Австралії, Індії, Нової Зеландії, Республіки Південної Африки проводяться сесії групи експертів UNECE з безпеки на залізничних переїздах (Expert Group on Safety at Level Crossings). До участі у сесіях також запрошуються представники міжнародного співтовариства залізниць (UIC), Європейської залізничної асоціації (ERA), різні науковці та незалежні дослідники. На сесії виносяться питання заходів та засобів підвищення безпеки на залізничних переїздах у світі. Зокрема, на одній із таких сесій, окреслені основні напрямки подальших досліджень та розробок у цьому напрямі, які повинні бути спрямовані на: контроль швидкості наближення поїзда до переїзду, контроль перешкод у зоні переїзду, автоматичне передавання на локомотив інформації про стан переїзду, дистанційне управління пристроями, які знаходяться на переїзді. Розробка та удосконалення зазначених пристроїв як в Україні, так і у інших державах сприятиме підвищенню безпеки на залізничних переїздах, покращенню екологічної ситуації, а також мінімізації часу простою автотранспорту у зоні переїздів.

Таким чином, проблема підвищення безпеки на залізничних переїздах значно ширша, аніж тільки забезпечення безпеки руху, тому її потрібно розглядати як комплексну проблему забезпечення ефективності взаємного функціонування як залізничного так і автомобільного транспорту у масштабах всієї країни. Тому задача із розробки та вдосконалення методів та засобів контролю за рухомими одиницями (як залізничними так і автодорожніми) у межах залізничних переїздів на даний час є надзвичайно необхідною та актуальною.

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:

- 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 простої автотранспорту перед закритим переїздом, що, у свою чергу, викликає відповідні матеріальні збитки 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.

У реальних системах залізничної автоматики, залежно від розміщення залізничного переїзду на перегоні відносно світлофорів автоблокування, у ділянку наближення входять рейкові кола однієї або двох блок-ділянок. Якщо відстань від переїзду до найближчого (у сторону поїзда, який наближається) світлофора автоблокування не менша за розрахункову довжину ділянки наближення, то до складу останньої входить тільки одне рейкове коло. Коли віддалі від переїзду до найближчого світлофора автоблокування менша за розрахункову довжину ділянки наближення, то до її складу входять два рейкових кола (дві блок-ділянки назустріч поїзду). У цьому випадку, для забезпечення розрахункового часу закриття переїзду забезпечується затримка у часі на спрацювання пристроїв огороження залізничного переїзду.

Величина ділянки наближення до переїзду залежить від довжини переїзду та максимальної швидкості руху поїзда ділянкою і може досягати 2500 метрів. При фактичних швидкостях руху поїзда ділянкою наближення, які менші за максимальні (розрахункові) час очікування автотранспортних засобів перед закритим залізничним переїздом значно збільшується. На рис. 3 наведено графіки залежності часу очікування автотранспорту перед закритим переїздом при різних довжинах ділянки наближення L від фактичної швидкості руху поїздів ділянкою наближення V за різних максимально допустимих швидкостях на ділянці $V_{\max}$.

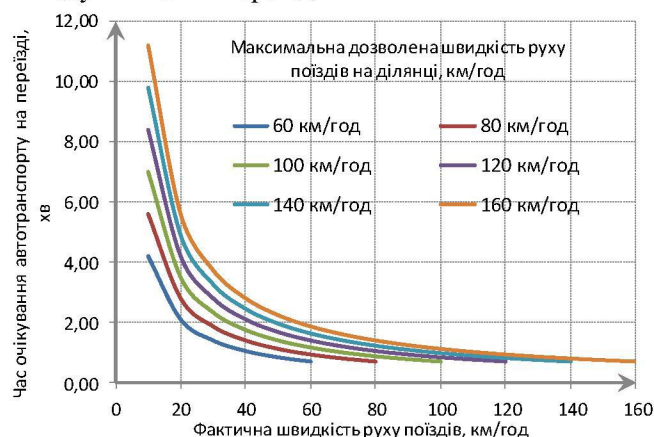


Рис. 3. Залежність часу очікування автотранспорту від фактичної швидкості руху поїздів ділянкою наближення

З графіків випливає, що при русі поїзда $V = 10$ км/год (при $V_{\max} = 60$ км/год) час ділянкою наближення із фактичною швидкістю очікування становить 4,3 хв., а на ділянці

наближення, якою дозволена максимальна швидкість руху 140 км/год., час очікування сягає 10 хв.

Якщо врахувати, що деякі автомобілі, характеристики яких враховуються при обчисленні ділянки наближення до залізничного переїзду не мають можливості розвинути швидкість 8 км/год. (ця швидкість руху автотранспорту приймається при обчисленні ділянки наближення), то довжини ділянок наближення повинні бути збільшені (при швидкості автомобіля через переїзд 5 км/год., довжина ділянки наближення повинна бути збільшена у 1,36 рази). Однак, такий підхід збільшуватиме час очікування автомобілів перед залізничним переїздом. Тому інший шлях у вирішенні цієї проблеми полягає у застосуванні додаткових табло, які інформуватимуть водіїв автотранспортних засобів, які переїзду не мають можливості розвинути швидкість 8 км/год., а також довгоскладових і тихохідних про час, який залишився до увімкнення переїзної сигналізації. Дані твердження розглянуті та обґрунтовані у роботах, які виконувалися раніше, зокрема у (Возняк & Гаврилюк, Забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах : Монографія, 2016).

Оскільки на залізницях діапазон швидкостей руху поїздів значний (особливо, на сучасному етапі при впровадженні швидкісного руху пасажирських поїздів) і кількість поїздів, які рухаються із малою швидкістю становить значну частину, то додаткові простої автотранспорту перед закритими переїздами великі. Необхідно також враховувати те, що надлишково тривалий закритий стан переїзду до вступу на нього поїзда спричиняє різке зниження безпеки руху, оскільки у водіїв автотранспорту виникають сумніви щодо справного стану пристроїв огороження.

Також необхідно наголосити, що від людини-оператора (чергового по станції, поїзного чи маневрового диспетчера, чергового по переїзду тощо) залежно від того, на кого покладені обов'язки з організації руху поїздів на ділянці де розташований залізничний переїзд, залежить наскільки досконало буде організована робота з використанням переїзду. Ця посадова особа, дотримуючись пунктів нормативних

документів зобов'язана забезпечити задоволення потреб, щодо перевезення пасажирів та вантажів при безумовному забезпеченні безпеки руху, збереженні вантажів, які перевозяться, ефективно використовуючи технічні засоби. На станціях мережі залізниць існує практика виконання маневрової роботи з використанням загороджувальних світлофорів (маршрутних, маневрових) з включенням на переїзді загородження. Кількість перекривань руху через переїзд неможливо зменшити чи скоротити, однак необхідно зробити так, щоб тривалість перекриття, в певній конкретній ситуації, залежала від виробничої потреби і була зведена до мінімуму.

Із наведеного випливає, що задача підвищення безпеки та ефективності функціонування систем залізничної автоматики на залізничних переїздах була є і залишатиметься актуальною.

Особливо в умовах, коли залізнична рухома одиниця зупиняється на ділянці наближення до залізничного переїзду. У цьому випадку автодорожні транспортні засоби увесь цей тривалий час повинні також стояти перед закритим залізничним переїздом. Таку ситуацію можна спостерігати на значній кількості залізничних переїздів, зокрема таких, які знаходяться в межах станційних колій чи населених пунктів. Як приклад можна навести залізничний переїзд по вул. Шевченка у м. Львів, чи три залізничних переїзди, які розміщуються один за одним на одній залізничній вітці у межах населеного пункту с.м.т. Брюховичі Шевченківського району міста Львова (вул. Незалежності України, вул. Ясна та вул. Курортна).

Правду кажуть, що потрібно «берегти час, оскільки його за гроші не купиш». Це говорить про те, що необхідно так організувати роботу працівників залізниці і пристроїв, які їм підконтрольні, щоб максимально скоротити час простою (затримки) руху в межах залізничного переїзду. Дане питання і питання забезпечення безпеки руху пропонуємо досліджувати детальніше, а результати навести в наступних роботах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Expert Group on Safety at Level Crossings. (без дати). Отримано 15 12 2015 р., з UNECE: http://www.unece.org/trans/roadsafe/eg_level_crossings.html
2. Бойник, А. Б. (2001). Безопасность на переездах магистрального железнодорожного транспорта (история и анализ). *Залізнич. транспорт України*(2), 29–32.
3. Болжеларський, Я. В., Возняк, О. М., & Куйбіда, А. С. (2012). Аналіз прийнятої методики розрахунку часу сповіщення та ділянки наближення залізничних переїздів. *Залізничний транспорт України*(6), 3–7.
4. Вернера, І. Є. (Ред.). (2017). Україна у цифрах у 2016 році. Статистичний збірник (Державна служба статистики вид.). К.: Державна служба статистики.
5. Возняк, О. М. (2012). Системи залізничної автоматики і телемеханіки як об'єкт судової залізнично-транспортної експертизи. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні тенденції розвитку судової експертизи», (сс. 197–200). Сімферополь.
6. Возняк, О. М. (2014). Стан безпеки на залізничних переїздах. Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті(8), 57–62.
7. Возняк, О. М. (2015). Методи, заходи та засоби підвищення безпеки руху на залізничних переїздах. Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті(9), 65–75.
8. Возняк, О. М. (2015). Оцінка стану безпеки руху на залізничних переїздах. Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті(10), 69–76.
9. Возняк, О. М. (2017). Підвищення ефективності контролю рухомих одиниць у системах безпеки на залізничних переїздах : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. Дніпро: Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна.
10. Возняк, О. М., & Болжеларський, Я. В. (10.10.2014 р. 06.03.2014 р. 19 р.). патент №UA №93502 МПК B68L 29/00; G08G 1/16. Патент.
11. Возняк, О. М., & Гаврилюк, В. І. (2016). Забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах : Монографія. (В. І. Гаврилюка, Ред.) Д.: Вид-во ДНУЗТ.
12. Гержд, Ю., Горбаха, М., Коськовецький, В., Міков, Д., & Саламатнікова, Д. (2013). Аналіз стану безпеки руху, польотів, судноплавства в Україні за 2012 рік (Департамент безпеки і Міністерства інфраструктури України вид.). К.: Міністерство інфраструктури України.
13. Горбаха, М., Коськовецький, В., Міков, Д., Саламатнікова, Д., & Сулицька, І. (2014). Аналіз стану безпеки руху на автомобільному (загального користування, відомчому), міському електричному та залізничному транспорті, польотів на авіаційному транспорті, судноплавства на морському та річковому транспорті в Україні за 2013 рік (Департамент безпеки Міністерства інфраструктури України вид.). К.: Міністерство інфраструктури України.
14. Мусієнко, О., Ходаковський, О., Ребриков, С., & Крот, В. (2012). Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2011 році (Державна адміністрація залізничного транспорту України вид.). К.: Головне Управління Безпеки руху і екології.
15. Самсонкін, В. Н., Бойник, А. Б., & Соколов, О. Й. (2005). Безпека руху поїздів на залізничному транспорті. К.: КУЕТТ.