

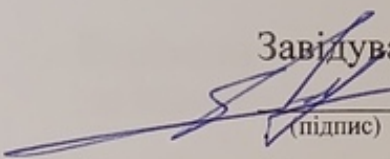
Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Комп'ютерні технології і системи»

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТ

 /Володимир ГАВРИЛЮК/

(підпис)

Дата

10.01.2025р

Пояснювальна записка

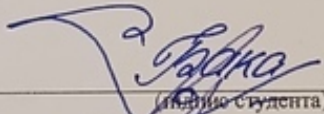
до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Розробка мікропроцесорної підсистеми контролю габаритів на залізничному транспорті»

за освітньою програмою: «Автоматика та автоматизація на транспорті»

зі спеціальності: «174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

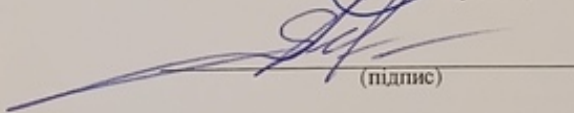
Виконав: студент
групи «АТ2321»


(підпис студента)

/Богдан БАКА/

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

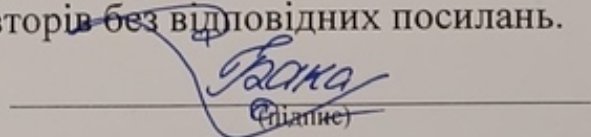

(підпис)

/проф. Володимир ГАВРИЛЮК/

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2025 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty «Computer technologies and systems»
Department «Automatics and Telecommunication»

Explanatory Note
to Master's Thesis

on the topic: «Development of a microprocessor subsystem for the control of
dimensions in railway transport»
according to educational curriculum «Automatics and Automation on transport»
in the Speciality: «174Automation, computer-integrated technologies and robotics»

Done by the student of the group AT2321:

/Bohdan BAKA/

Scientific Supervisor:

/Volodymyr GAVRYLUK/

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Комп'ютерні технології і системи»

Кафедра: «Автоматика та телекомунікації»

Рівень вищої освіти: магістр

Освітня програма: «Автоматика та автоматизація на транспорті»

Спеціальність: «174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
студенту Бака Богдану Олеговичу

1. Тема роботи: «Розробка мікропроцесорної підсистеми контролю габаритів на залізничному транспорті»

Керівник роботи: Гаврилюк Володимир Ілліч, професор
затверджені наказом № 1369 від 05.11.2024

2. Строк подання студентом роботи: 15.01.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Контрольно габаритний пристрій
контактної дії на ділянці віддалення станції

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналіз транспортних подій на залізницях України пов'язаних з порушенням габаритів рухомими одиницями

4.2 Вибір датчиків для контролю габариту рухомого складу безконтактними методами

4.3 Розробка технічних засобів для автоматичного контролю порушення габаритів наближення безконтактними методами

4.4 Розробка методів ув'язки системи контролю габариту з іншими системами автоматичного контролю рухомого складу

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

20 слайдів для презентації

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз транспортних подій на залізницях України пов'язаних з порушенням габаритів рухомими одиницями	18.11.24	30%
2	Вибір датчиків для контролю габариту рухомого складу безконтактними методами	18.11.24	30%
3	Розробка технічних засобів для автоматичного контролю порушення габаритів наближення безконтактними методами	16.12.24	60%
4	Розробка методів ув'язки системи контролю габариту з іншими системами автоматичного контролю рухомого складу	6.01.25	100%
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.25	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	22.01.25	

Студент

(підпис)

БогданБАКА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

проф. Володимир ГАВРИЛЮК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

79с., 13 рис., 8 табл., 11 джерел.

Ключові слова: контрольно габаритні пристрої, датчики, контроль та діагностування, габарит наближення, авто щеплення, транспортні події.

Метою роботи є розробка способів та технічних засобів автоматичного контролю габаритів рухомого складу на залізничному транспорті.

У першому розділі роботи розглянута та проаналізована статистика відмов на залізничному транспорті за певний період, а також проаналізовані транспортні події на залізницях України пов'язані з порушенням габаритів. Виконана постановка задач та мети роботи, визначені об'єкт та предмет дослідження.

У другому розділі роботи розглянуті типи датчиків які використовуються для контролю об'єктів та параметрів в залізничній автоматиці та оброні датчики руху для системи контролю габариту що розробляється.

У третьому розділі роботи спроектовано безконтактну систему контролю габариту рухомого складу, створено структурну та принципову схеми, наведено алгоритм роботи системи. Розглянуті питання об'єднання даної системи з системою контролю авто щеплення вагонів.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНИХ ПОДІЙ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ ПОВ'ЯЗАНИХ З ПОРУШЕННЯМ ГАБАРИТІВ	9
1.1 Пропозиції щодо забезпечення контролю габаритів на залізничному транспорті.....	9
1.2 Інформація про стан безпеки руху у регіональній філії «Придніпровська залізниця» за підсумками роботи листопада та 11 місяців 2024 року у порівнянні з аналогічними періодами 2023 року.....	10
1.3 Випадки транспортних подій (інцидентів) через порушення габаритів на залізничному транспорті України	18
1.3.1 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Львівська залізниця» АТ «Укрзалізниця».....	21
1.3.2 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця»	23
1.3.3 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Південно-Західна залізниця» АТ «Укрзалізниця».....	25
1.3.4 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця»	28
1.3.5 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Донецька залізниця» АТ «Укрзалізниця»	30
1.3.6 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Придніпровська залізниця» АТ «Укрзалізниця».....	31
1.3.7 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Центр з будівництва та ремонту колії» АТ «Укрзалізниця»	33
1.4 Постановка задачі.....	34
1.5 Висновки до першого розділу.....	35
2 ВИБІР ДАТЧИКІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ КОНТРОЛЬНО-ГАБАРИТНОГО ПРИСТРОЮ	36
2.1. Класифікація датчиків в залізничній автоматичі	36

2.2 Вибір типу датчиків руху	42
2.3 Висновки до другого розділу	60
3 РОЗРОБКА КОНТРОЛЬНО-ГАБАРИТНОГО ПРИСТРОЮ НА СУЧАСНІЙ ЕЛЕМЕНТНІЙ БАЗІ.....	61
3.1 Вимоги ПТЕ до габаритів наближення споруд і принцип роботи контрольно - габаритного пристрою	61
3.2 Структурна схема контрольно-габаритного пристрою зі схемою автоматичної фіксації результатів.....	66
3.3 Принцип роботи КГП.....	66
3.4 Принцип роботи системи САКМА	71
3.5 Розширення функціональних можливостей КГП по контролю автозчеплення	74
3.6 Висновки до третього розділу	77
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	79

ВСТУП

Сучасна залізнична інфраструктура потребує високого рівня безпеки та ефективності перевезень, що значною мірою залежить від надійності систем контролю габаритів рухомого складу. Оскільки порушення габаритних норм може призвести до серйозних аварій, необхідно забезпечити точний моніторинг габаритів на всіх етапах експлуатації транспорту. Одним із ключових напрямів вирішення цієї проблеми є розробка мікропроцесорних систем, здатних автоматично контролювати габарити поїздів і вантажів у реальному часі.

Метою цієї магістерської дипломної роботи є створення мікропроцесорної підсистеми контролю габаритів на залізничному транспорті. Запропонована підсистема передбачає використання сучасних мікроконтролерів, датчиків та алгоритмів обробки даних для забезпечення максимальної точності вимірювань і мінімізації людського фактора в процесі контролю. Це дозволить підвищити рівень безпеки руху, знизити експлуатаційні витрати і покращити загальну ефективність залізничного транспорту.

У роботі будуть розглянуті основні етапи розробки підсистеми, починаючи від вибору компонентів і закінчуючи тестуванням готової моделі в умовах, близьких до реальних.

1 АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНИХ ПОДІЙ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ ПОВ'ЯЗАНИХ З ПОРУШЕННЯМ ГАБАРИТІВ

1.1 Пропозиції щодо забезпечення контролю габаритів на залізничному транспорті

В процесі перевезення вантажів по території України залізничний транспорт відіграє головну роль. При цьому в зв'язку з збільшенням перевезень військового призначення, та збільшення кількості нестандартних та негабаритних вантажів виникає необхідність в розробці додаткової системи контролю габариту, адже при неправильному розміщенні вантажу або його поганому закріпленні відбувається порушення габариту наближення через виступаючий з рухомого складу вантаж. Це може призвести до дуже сильних наслідків які відобразяться в пошкодженні як вантажу так і різних пристроїв та будівель залізничної інфраструктури.

На даний момент для контролю габаритності вантажів в основному використовується система контактної дії. В цій системі на виходах зі станцій або сортувальних гірок, а також на підходах до тунелів встановлюються габаритні ворота з натягнутої жили мідного дроту, яка по контуру повторює габарит наближення. Якщо якийсь вантаж неправильно розміщений на вагонах рухомого складу і виходить за межі габариту то при слідуванні через таку рамку мідний провід обривається, чим і фіксується порушення габариту наближення.

Недоліком такої системи є те, що вона складна в обслуговуванні, так як потрібно контролювати механічну конструкцію натягування дроту і в разі спрацювання даного пристрою, тобто порушення габариту, на його відновлення йде доволі багато часу, в зв'язку з тим що електромеханіку необхідно прослідувати до місця порушення та заново натягнути мідний дріт. Також до недоліків можна віднести фіксацію тільки самого факту порушення габариту, без конкретного визначення з якого боку габарит порушено і на якому саме вагоні.

Пропонується створити безконтактну систему контролю габариту. Для цього можна використати цілий ряд різноманітних сучасних фотоелектричних датчиків різних типів. В розробленому вимірювальному комплексі пропонується застосувати фотоелектричний датчик M18 PHOTOELECTRIK DC, пару випромінювач та приймач, яка дозволяє фіксувати порушення габариту за рахунок переривання лазерного променя. До переваг саме цього датчика треба віднести швидкість його спрацювання яка дозволяє виконувати перевірку рухомого складу без зменшення швидкості. Такі датчики дадуть змогу фіксувати крім самого порушення ще й бік поїзда з якого габарит порушується. Якщо дані датчики доповнити диференційними позиційними датчиками ДПД-01 системи АСДК-Б то з'являється можливість рахування осей вагонів, що дає змогу визначити ще й точне місце порушення габариту з точністю до вагону. Також перевагою запропонованого варіанту контролю габариту є те, що відсутня необхідність відновлення працездатності системи після фіксації порушення габариту, так як тут це фіксується безконтактно лазерним променем. Для обробки інформації від колійних датчиків та від фотоелектричних датчиків пропонується розробити автоматичний комплекс на базі мікро контролера, який буде запускати перевірку порушення габариту рухомим складом кожного разу коли до даної системи буде наближатись поїзд.

Результати перевірки по провідному каналу пропонується вносити автоматично в систему диспетчерської централізації для оповіщення проїзного диспетчера та машиніста поїзда про порушення габариту наближення.

1.2 Інформація про стан безпеки руху у регіональній філії «Придніпровська залізниця» за підсумками роботи листопада та 11 місяців 2024 року у порівнянні з аналогічними періодами 2023 року

За підсумками роботи листопада 2024 року, у порівнянні з аналогічним періодом минулого року, загальна кількість транспортних подій зменшилась

на 7 випадків (з 12 до 5). Так, протягом листопада 2024 року було допущено 5 транспортних подій, з них: 2 інциденти та 3 аварії через травмування сторонніх осіб залізничним транспортом (таблиця 1.2.1).

У 2023 році за цей період було допущено 12 транспортних подій, з них: 1 аварія з вини працівників філії, 6 інцидентів, 1 аварія через травмування працівників філії залізничним транспортом та 4 аварії через травмування сторонніх осіб залізничним транспортом (табл. 1.2.1).

Таблиця 1.2.1 – Стан безпеки руху за листопад 2024 року у порівнянні з аналогічним періодом минулого року

Служба	Стан безпеки руху за листопад										Баланс				
	2024					2023									
	Кат	Аварії		Інц	Σ	Кат	Аварії		Інц	Σ	Кат	Аварії		Інц	Σ
по госп		травм	по госп				травм	по госп				травм			
РЦУП				0					0	0	0	0	0	0	
Д				0				1	1	0	0	0	-1	-1	
Т			1	1		1		3	4	0	-1	0	-2	-3	
В				0				1	1	0	0	0	-1	-1	
П				0			1	1	2	0	0	-1	-1	-2	
Ш				0					0	0	0	0	0	0	
Е			1	1					0	0	0	0	1	1	
НРП				0					0	0	0	0	0	0	
Інші			3	3			4		4	0	0	-1	0	-1	
З вини працівників філії	0	0	0	2	2	0	1	1	6	8	0	0	-1	-4	
Філія	0	0	3	2	5	0	1	5	6	12	0	-1	-2	-4	

Випадки транспортних подій,

які допущені з вини працівників філії у листопаді 2024 року

Інцидент (Т), 12.11.2024, 14:25, на перегоні Кудашівка – Милорадівка було допущено затримки пасажирського поїзда № 127 та приміського поїзда № 6027 більш ніж на одну годину. Причина – зупинка вантажного поїзда № 1751 через спрацювання швидкодіючого вимикача БВП-5 електровоза ВЛ11М5 № 469, що стало можливим через виплавляння 6-ти шунтів з електричних щіток типу ЕГ-61 А 3-го щіткотримача 4-го ТЕД секції Б, що призвело до електричної дуги в режимі тяги та короткого замикання на

остов тягового двигуна. Виникнення цих несправностей після тривалого часу експлуатації електричних щіток на локомотиві (21780 км), а не у найкоротший термін після їх установа, вказує на невідповідність дотримання технологічного процесу закріплення дроту в щітці при його зачистці в тіло щітки з використанням конопаточного порошка та заливанні заливною композицією.

Затримано поїзди: № 1751 на 1 год. 53 хв., № 127 на 1 год. 43 хв., № 6027 на 1 год. 02 хв., № 1701 на 52 хв., № 2902 на 1 год. 23 хв., № 2224 на 44 хв. Матеріальні збитки не нанесено.

За результатами розгляду направлені на позачергову перевірку знань працівники локомотивного депо Нижньодніпровськ-Вузол (машиніст Халабуда та помічник машиніста Гармаш).

Інцидент (Е), 14.11.2024, 05:25, на перегоні Письменна – Улянівка було допущено затримку приміського поїзда № 6833 більш ніж на одну годину. Причина – руйнування клинового затискача типу КС-035 через застарілу тріщину з послідувачим потраплянням тросу анкерування вусовика марки ПБСМ-70 на пристрій компенсації контактних проводів та на контактні проводи, що призвело до шунтування врізних ізоляторів анкерної гілки контактних проводів і як наслідок, через відсутність заземлення анкерної опори № 447 перегону Улянівка – Письменна, відбулось перегорання анкерної відтяжки, хомути кріплення консолі і контактних проводів з послідувачим потраплянням в габарит рухомого складу й на тягову рейку.

Затримано поїзди: № 6833 на 1 год. 17 хв., № 2308 на 47 хв., № 6104 на 37 хв., № 6141 на 12 хв., № 6145 на 8 хв., № 6110 на 21 хв. Матеріальні збитки не нанесено.

За результатами розгляду притягнуті до дисциплінарної відповідальності та направлені на позачергову перевірку знань працівники дистанції електропостачання Нижньодніпровськ-Вузол (начальник ЕЧК Плевако та енергодиспетчер Гопка); притягнуті до дисциплінарної відповідальності чергові по залізничній станції Чаплине - Вороний та Карасьов; направлена на

позачергову перевірку знань чергова по залізничній станції Улянівка - Вокобойник; направлено лист до Центру управління рухом щодо визначення міри відповідальності диспетчера поїзного Дніпровського центру управління рухом Сорокіна.

У листопаді 2024 року випадків ДТП на залізничних переїздах та коліях поза переїздами не допущено. У листопаді 2023 року стався 1 випадок ДТП на залізничному переїзді. Постраждалих немає. Вини працівників філії немає.

У листопаді 2024 року та за аналогічний період 2023 року сталося по 1 випадку ДТП за участю відомчого автотранспортного засобу регіональної філії. Випадки сталися з вини працівників філії.

У листопаді 2024 року допущено 1 випадок порушення водієм відомчого автотранспорту Правил дорожнього руху (Ш – 1 випадок), за який сплачено штраф на суму 170,0 грн. У листопаді 2023 року сталося 5 випадків порушень водіями відомчого автотранспорту Правил дорожнього руху та законів України, за які сплачено штрафи на загальну суму 1275,0 грн.

За підсумками роботи 11 місяців 2024 року, у порівнянні з аналогічним періодом 2023 року, загальна кількість транспортних подій зменшилась на 17 випадків (з 65 до 48).

Так, за 11 місяців 2024 року на регіональній філії було допущено 48 транспортних подій, з них: 4 аварії з вини працівників філії, 3 аварії через травмування (загибель) працівників філії залізничним транспортом (2 особи загинуло та 1 особа отримала травму), 15 інцидентів та 26 аварій через травмування сторонніх осіб залізничним транспортом (таблиця 1.2.2).

У 2023 році за цей період було допущено 65 транспортних подій, з них: 5 аварій з вини працівників філії, 1 аварія через травмування 2 працівників філії залізничним транспортом, 29 інцидентів та 30 аварій через травмування сторонніх осіб залізничним транспортом (табл. 1.2.2).

Таблиця 1.2.2 – Стан безпеки руху за 11 місяців 2024 року у порівнянні з аналогічним періодом минулого року

Служба, ДН	Стан безпеки руху за 11 місяців									Баланс					
	2024					2023									
	Кат	Аварії		Інц	Σ	Кат	Аварії		Інц	Σ	Кат	Аварії		Інц	Σ
по госп		травм	по госп				травм	по госп				травм			
РЦУП				0					0	0	0	0	0	0	
Д		2	2	1	5		2	2	4	0	0	2	-1	1	
Т		1		10	11		1		13	14	0	0	0	-3	
В				1	1				4	4	0	0	0	-3	
П		1	1		2		1	1	2	4	0	0	0	-2	
Ш					0				1	1	0	0	0	-1	
Е				3	3		1		5	6	0	-1	0	-2	
НРП					0				2	2	0	0	0	-2	
Інші			26		26			30		30	0	0	-4	-4	
З вини працівників в філії	0	4	3	15	22	0	5	1	29	35	0	-1	2	-14	
Філія	0	4	29	15	48	0	5	31	29	65	0	-1	-2	-14	

Збільшення випадків транспортних подій за 11 місяців 2024 року допущено по господарству роботи станцій – з 4 до 5 транспортних подій (з 0 до 2 випадків аварій через травмування працівників філії залізничним транспортом).

За 11 місяців 2024 року, внаслідок травмування рухомим складом, загинуло 19 чоловік (2 працівника регіональної філії та 17 сторонніх осіб). За аналогічний період 2023 року загинула 21 стороння особа.

За 11 місяців 2024 року внаслідок 9 транспортних подій були допущені збитки на суму 255 668,05 грн, на цей час відшкодовано 65,76% (168 115,64 грн), які зазначені у таблиці 1.2.3.

Таблиця 1.2.3 – Інформація про відшкодування збитків

Служба	Нанесено, грн.	Відшкодовано, грн	Відсоток, %	Залишок, грн
Д	60 569,22	40 993,55	67,68	19 575,67
Т	158 840,32	90 863,58	57,20	67 976,74
П	29 699,66	29 699,66	100,0	0,00
Е	6 558,85	6 558,85	100,0	0,00
РАЗОМ:	255 668,05	168 115,64	65,76	87 552,41

Не повністю відшкодовані збитки по транспортним подіям:

Аварія Т, 09.05.2024 на станції Дніпро-Головний, сума нарахованих збитків становила 67 467,22 грн, відшкодовано 54,85 %, або 37 007,80 грн (в т.ч непрямий збиток – 20 201,04 грн та частина прямого збитку – 16 806,76 грн), залишок (прямий збиток) – 30 459,42 грн.

Прямий матеріальний збиток у розмірі 47 266,18 грн відшкодовують причетні працівники згідно із наданими ними заявами у наступних долях:

- 80% від загальної суми збитку ТЧМ-8 Стретович (загальна сума збитку за ним – 37 812,94 грн, відшкодовано – 7 353,52 грн);

- 20% від загальної суми збитку 9 453,24 грн причетні працівники станції Дніпро-Головний у рівних долях (50% складач поїздів станції Дніпро-Головний Шевченко (загальна сума збитку за ним – 4 726,62 грн, відшкодовано – 100%) та 50 % ДСПЦ поста МВ-2 станції Дніпро-Головний Алексеєнко (загальна сума збитку – 4 726,62 грн, відшкодовано – 100%).

Інцидент Т, 08.09.2024 на перегоні П'ятихатки – Ерастівка, сума нарахованих збитків становила 22 330,24 грн, відшкодовано 25,5 %, або 5 693,32 грн (прямий матеріальний збиток), залишок - 16 636,92 грн (непрямий матеріальний збиток, який віднесений за експлуатаційними витратами ТЧ-1 Нижньодніпровськ-Вузол, очікування ремонту локомотива).

Інцидент Т, 21.09.2024 на станції П'ятихатки–Стикова, сума нарахованих збитків становила 69 042,86 грн, відшкодовано 69,76 %, або 48 162,46 грн (в т.ч непрямий збиток – 14 777,56 грн та частина прямого збитку – 33 384,90 грн), залишок (прямий збиток) – 20 880,40 грн.

Прямий матеріальний збиток у розмірі 54 265,30 грн відшкодовують у рівних долях (по 50%) згідно із наданими заявами:

- ТЧМ-8 Асауленко (загальна сума збитку за ним – 27 132,65 грн, відшкодовано – 11 007,40 грн),

- помічник машиніста Кондрашов (загальна сума збитку за ним – 27 132,65 грн, відшкодовано – 22 377,50 грн).

Аварія Д, 03.10.2024 по станції Кривий Ріг-Сортувальний, сума нарахованих збитків становила 28 843,34 грн., відшкодовано – 9 267,67 грн (32,13%), залишок 19 575,67 грн (в т.ч. прямий збиток – 2 237,02 грн та непрямий збиток – 17 338,65 грн).

Непрямий матеріальний збиток у розмірі 17 338,65 грн віднесено на рахунок витрат іншої операційної діяльності регіональної філії «Придніпровська залізниця».

Прямий матеріальний збиток у розмірі 11 504,69 грн будуть відшкодовувати причетні працівники згідно із наданими ними заявами у наступних долях:

- 70%, або 8 053,29 грн керівники станції Кривий Ріг-Сортувальний у рівних долях (заступник начальника станції Хмарський Я.В., та в.о. головного інженера станції Топчій І.В. відшкодували збитки по 2 684,43 грн (у повному обсязі), в.о. заступника начальника станції Лівіцька Г.В. із суми загального збитку 2 684,43 грн вже відшкодувала 447,41 грн, оплата буде щомісячною до травня 2025 року);

- 30%, або 3 451,40 грн причетні працівники структурного підрозділу «Дніпровський головний матеріально-технічний склад» у рівних долях (заступник начальника складу Косухін та майстер дільниці з переробки металобрухту Касянюк по 575,24 грн, електрозварювальники Грудністий та Іванов, акумуляторники Тупіков та Марцин по 575,23 грн). Збитки відшкодовано у листопаді 2024 року у повному обсязі.

Протягом 12 місяців 2023 року у 20 транспортних подіях нанесені збитки на суму 302 878,11 грн, відшкодовано 100%.

На регіональній філії за 11 місяців 2024 року не допущено аварійних ситуацій під час перевезення небезпечних вантажів, за цей період 2023 року було допущено 5 аварійних ситуацій.

За 11 місяців 2024 року допущено 6 випадків ДТП на залізничних переїздах та коліях поза переїздами, при цьому було смертельно травмовані 2 особи. Вини працівників філії немає. За аналогічний період 2023 року

допущено 5 випадків ДТП на переїздах, при цьому була травмована 1 особа. Вини працівників філії немає.

За 11 місяців 2024 року допущено 4 випадки ДТП за участю автотранспортних засобів регіональної філії (по одному ПЧ-14 і ШЧ-11 та 2 по станції Кривий Ріг-Головний), при цьому 3 випадки ДТП (1 – ШЧ-11 і 2 – станція Кривий Ріг-Головний) допущено з вини працівників філії. За аналогічний період 2023 року сталося 5 випадків ДТП за участю автотранспортних засобів регіональної філії (РПЧ-3, ПЧ-7, ТЧ-1, ПЧ-13, ЕЧ-6), при цьому 3 випадки (РПЧ-3, ПЧ-7 та ЕЧ-6) – з вини працівників філії.

За 11 місяців 2024 року водіями відомчого автотранспорту допущено 17 випадків порушень Правил дорожнього руху та законів України на загальну суму – 39 270,00 грн, за які сплачені штрафи на загальну суму 20 400,00 грн. Керівництвом ТЧ-8 направлено позовну заяву до Київського окружного суду щодо оскарження штрафу на 17 000 грн. Розгляд судової справи триває. За 11 місяців 2023 року допущено також 17 випадків порушень ПДР, за які сплачені штрафи у розмірі 37 020,00 грн.

Впродовж 11 місяців 2024 року на регіональній філії допущено 54 випадки незаконних втручань (згідно класифікатора), у минулому році – 46 випадків. Внаслідок незаконних втручань за 11 місяців 2024 року регіональній філії нанесено матеріальний збиток на суму 22 870 562,67 грн, за аналогічний період 2023 року – 16 352 533,22 грн.

Показник відношення транспортних подій до одного мільйону поїздо-кілометрів зменшився з 4,1686 до 2,9008 од., а показник відношення транспортних подій до одного мільйону приведених тонно-кілометрів зменшився з 0,0068 до 0,0043 од. (табл. 1.2.4).

Таблиця 1.2.4 – Показники співвідношення кількості транспортних подій

Період	За листопад		За 11 місяців	
	2024	2023	2024	2023
Кількість транспортних подій	5	12	48	65
Млн. поїздо-км	1 450 252	1 456 422	16 547 327	15 592 891
Показник	3,4477	8,2394	2,9008	4,1686
Млн. привед. ткм	937,51	925,16	11 286,76	9 618,28
Показник	0,0053	0,0130	0,0043	0,0068

1.3 Випадки транспортних подій (інцидентів) через порушення габаритів на залізничному транспорті України

Порушення габаритів на залізничному транспорті є серйозним фактором ризику, який може спричинити небезпечні ситуації. До найбільш поширених випадків належать: **неправильне завантаження вантажів** – порушення правил розподілу вантажу або його перевищення встановлених розмірів, що може призвести до пошкодження інфраструктури, зіткнення з елементами колій чи об'єктами на маршруті; **перевезення нестандартних вантажів безпогодження** – транспортування великогабаритних вантажів без відповідної підготовки маршруту та технічних засобів; **недотримання габаритних норм на вокзалах** – перебування людей чи техніки у небезпечній близькості до рухомого складу.

Наслідки порушень габаритів: аварійні ситуації(зіткнення поїздів із перешкодами на шляху; пошкодження рухомого складу та інфраструктури), **загроза життю і здоров'ю людей**(травмування працівників залізниці або пасажирів; можливі летальні випадки у разі серйозних аварій), **фінансові втрати**(витрати на ремонт обладнання та інфраструктури; збитки через затримки перевезень), **екологічні ризики**(у випадку пошкодження вагонів із небезпечними вантажами можливе забруднення навколишнього середовища).

З 1995 року по 2024 рік на регіональних філіях «Придніпровська залізниця», «Донецька залізниця», «Південна залізниця», «Одеська залізниця», «Південно-Західна залізниця» та «Львівська залізниця»

АТ «Укрзалізниця» було допущено 57 транспортних подій пов'язаних з порушенням габариту рухомого складу, з них: 22 серйозних інцидентів через розвалювання вантажу під час руху (табл. 1.3.1), 30 інцидентів через порушення правил розміщення вантажу з затримкою поїзда на 2 години (табл. 1.3.2), 4 інциденти через вихід вантажу за встановлені габарити навантаження (табл. 1.3.3) та 1 інцидент затримки поїзду через порушення технічних умов навантаження – 2 години і більше.

Таблиця 1.3.1 – Кількість випадків серйозних інцидентів через розвалювання вантажу під час руху

№	Початок	Філія	Дирекція	Лін. підприємство	Г.	Вид тр. події	Місце транспортної події	Збитки
1	05.11.2015	Півд	ДН-3 Суми	ДС-Суми	М	Сер. інциденти	БРОВАРИ	
2	21.09.2014	П-Зах	ДН-3 Жмеринк	Інша транспортна под	М	Сер. інциденти	БОГДАНІВЦІ	347179,66
3	05.10.2012	Дон		ВЧД-Ясинувата	В	Сер. інциденти	ПОЧАЙНА	27512,46
4	20.06.2011	Одеса	ДН-1 Одеса	КМС-128-Вапнярка	П	Сер. інциденти	Мардарівка-Перехрестове	44364,77
5	13.05.2011	Львів	ДН-5 Ужгород	ДНМ-5 Ужгород	М	Сер. інциденти	МИРОПІЛЬ	
6	03.08.2008	Львів	ДН-5 Ужгород	МЧД Чоп	М	Сер. інциденти	Усятове - Одеса-Застава І	
7	08.11.2006	П-Зах	ДН-2 Козятин	ДС-Славута ІІ	М	Сер. інциденти	МИРОПІЛЬ	1009,20
8	21.09.2001	П-Зах	ДН-5 Конотоп	РСП-5-Київ	П	Сер. інциденти	Вирівка - Конотоп	
9	01.04.2000	П-Зах	ДН-1 Київ	ДС-Переяславська	М	Сер. інциденти	Барабой-Кароліна-Бугаз	
10	21.06.1999	П-Зах	ДН-3 Жмеринк	РЗП Первомайськ-на-	М	Сер. інциденти		
11	19.05.1999	Одеса	ДН-3 Знам'янк	РЗП Первомайськ-на-	Ін	Сер. інциденти	ШАРІВКА	-1,00
12	31.01.1999	Одеса			П	Сер. інциденти	ІНГУЛ (РЗД)	396,00
13	08.05.1998	П-Зах	ДН-2 Козятин	МЧУ-2-Козятин	М	Сер. інциденти	Біла-Церква-Роток	
14	18.06.1997	П-Зах	ДН-2 Козятин		Ін	Сер. інциденти	Сорочий Брід-Фастів І	
15	07.09.1996	П-Зах	ДН-1 Київ		Ін	Сер. інциденти	ПОЧАЙНА	
16	09.07.1996	П-Зах	ДН-2 Козятин		М	Сер. інциденти	ПОЛОННЕ	
17	04.12.1995	П-Зах	ДН-5 Конотоп		М	Сер. інциденти	Крути-Плиски	
18	26.08.1995	Дон		ДС-Комунарськ (Алче	М	Сер. інциденти	ДЕБАЛЬЦЕВЕ-СОРТУВА	
19	22.05.1995	П-Зах	ДН-5 Конотоп	ДС-Конотоп	М	Сер. інциденти	Плиски-Черемушки	
20	17.05.1995	Дон		ДС-Часів Яр	М	Сер. інциденти	ЯСИНУВАТА	
21	01.05.1995	Одеса			Д	Сер. інциденти	ПОБЕРЕЖЖЯ	
22	06.04.1995	Дон		ДС-Донецьк-Північни	М	Сер. інциденти		

Усього збитків: 420461,09

Таблиця 1.3.2 – Кількість випадків інцидентів через порушення правил розміщення вантажу з затримкою поїзда на 2 години

№	Початок	Філія	Дирекція	Лін. підприємство	Г.	Вид тр. події	Місце транспортної події	Збитки
1	14.08.2017	Львів	Івано-Франків	ДНМ-4 Івано-Франків	М	Інциденти	КОРЖІВЦІ	
2	06.08.2017	Дон	ДН-2 Лиман	ДС-Попасна	М	Інциденти	МЕЧЕТНА	
3	29.11.2016	Придн	ДН-2 Кривий Ріг	ДС-Роковата	М	Інциденти	ТИМКОВЕ	
4	23.08.2016	Одеса	ДН-4 Херсон	ДС-Брилівка	М	Інциденти	РАЙГОРОД	
5	29.03.2016	Одеса	ДН-4 Херсон	Інша транспортна под	М	Інциденти	РАЙГОРОД	
6	17.03.2016	Дон	ДН-2 Лиман	ДС-Костянтинівка	М	Інциденти	МИРОНІВКА	
7	05.02.2016	Придн	ДН-1 Дніпро	ДС-Новомосковськ-Д	М	Інциденти	ТИМКОВЕ	
8	04.02.2016	Придн	ДН-1 Дніпро	ДС-Орлівщина	М	Інциденти	ТИМКОВЕ	
9	17.01.2016	Львів	ДН-1 Львів	ДНМ-1 Львів	М	Інциденти	СЛАВУТА І	
10	16.10.2015	Одеса	ДН-4 Херсон	Інша транспортна под	М	Інциденти	КРИВИЙ РІГ-ГОЛОВНИЙ	1385,79
11	13.08.2015	Придн	ДН-1 Дніпро	ДС-Новомосковськ-Д	М	Інциденти	ТИМКОВЕ	
12	06.06.2015	Дон		ДС-Маріуполь-Сорт.	М	Інциденти	КРИВИЙ РІГ	867,78
13	16.12.2014	Дон		ДС-Краснодон	М	Інциденти	Покровськ	
14	07.12.2014	П-Зах	ДН-2 Козятин	ДНМ-2-Козятин	М	Інциденти	ПОДІЛЬСЬК	
15	30.08.2014	П-Зах	ДН-3 Жмеринк	ДС-Жмеринка	М	Інциденти	КРИЖОПЛЬ	
16	21.08.2014	Придн	ДН-3 Запоріжжя	ДС-Запоріжжя-Ліве	М	Інциденти	Любашівка-Врадівка	
17	15.08.2014	Львів	ДН-1 Львів	ДНМ-1 Львів	М	Інциденти	СЛОБІДКА	
18	08.08.2014	Одеса	ДН-4 Херсон	Інша транспортна под	М	Інциденти	ГУЛЯЙПОЛЕ	
19	29.09.2013	П-Зах	ДН-5 Конотоп	ДНМ-5-Конотоп	М	Інциденти	СЛОБІДКААбомелікове-С.	
20	30.06.2013	ПідУЗ		Рава-Руський ШПЗ Ц	П	Інциденти	ПОДІЛЬСЬК	
21	19.03.2013	Придн	ДН-2 Кривий Ріг	Ін Втручання	Ін	Інциденти	НІКОПОЛЬ	
22	24.02.2013	П-Зах	ДН-3 Жмеринк	ДС-Гуменці	М	Інциденти	ПОДІЛЬСЬК	
23	23.02.2013	П-Зах	ДН-3 Жмеринк	ДС-Гуменці	М	Інциденти	ПОДІЛЬСЬК	
24	21.01.2013	Придн	ДН-1 Дніпро	РЗП-39 Верхівцеве	П	Інциденти	ПЛОДОРОДНЕ	
25	21.10.2012	П-Зах	ДН-3 Жмеринк	ДС-Наркевичі	М	Інциденти	КРИЖОПЛЬ	
26	21.09.2012	Одеса	ДН-1 Одеса	РЗП Первомайськ-на-	П	Інциденти	КАПТАНІВКА	
27	05.09.2012	П-Зах	ДН-4 Коростень	ДС-Коростень	М	Інциденти	ПОДІЛЬСЬК	
28	13.06.2012	Придн	ДН-3 Запоріжжя	ДС-Запоріжжя-Ліве	М	Інциденти	ТИМКОВЕ	
29	12.05.2012	Львів	ДН-2 Тернопіль	ТКРМ3 (Тернопіль)	П	Інциденти	ВАПНЯРКА	
30	03.09.2011	Одеса	ДН-3 Знам'янк	ДС-Помічна	М	Інциденти	РОЗДІЛЬНА-СОРИТУВАЛЬ	
Усього збитків:								2253,57

Таблиця 1.3.3 – Кількість випадків інцидентів через вихід вантажу за встановлені габарити навантаження

№	Початок	Філія	Дирекція	Лін. підприємство	Г.	Вид тр. події	Місце транспортної події	Збитки
1	13.12.2021	ПідУЗ		ЦБРК	Ін	Інциденти	Боршлагівка-Почайна	4870,42
2	25.11.2019	П-Зах	ДН-2 Козятин	ДНМ-2-Козятин	М	Інциденти	ПОДІЛЬСЬК	
3	28.09.2018	Придн	ДН-3 Запоріжжя	КМС-273-Запоріжжя-	П	Інциденти	Нікопольбуд-Пост 93 км	
4	25.06.2018	П-Зах	ДН-1 Київ	ДНМ-1-Київ	М	Інциденти	Трипілля- Дніпровське-Озе	
Усього збитків:								4870,42

1.3.1 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Львівська залізниця» АТ «Укрзалізниця»

Інцидент 15.08.2014 року

Класифікація: порушення правил розміщення та кріплення вантажу, які не спричинили вихід вантажу за встановлені габарити навантаження, але призвели до затримки поїзда на дві години і більше.

Передумова: незадовільний контроль з боку працівників ПКО за виконанням вантажовідправниками правил навантаження на станціях відправлення і станом вантажу при прийманні станціями поїздів з інших залізниць.

Причина: порушення габариту навантаження через помилки працівників комерційного господарства.

Опис: 14.08.2014 року 01:28 - 10:40. Станція Слобідка. При комерційному огляді поїзда №2949 з негабаритним вантажем Н1200 (2ЕЛ15 №014 ТЧ-2 Котовськ, ТЧМ-2 Бойко М.Б. 2647 т, 224 осі, індекс 3300-762-4100) приймальником поїздів Паном М.А. у 15-му з голови поїзда вагоні №44738276 (вантаж - трейлер, станція навантаження Шкло-Старжиська Льв., станція призначення Ізюм Півд.) виявлено зміщення вантажу у лівий за напрямком руху бік на 300 мм. Причина: порушення вантажовідправником п.п.5.1, 5,3, 5.8, рис.15.41 «Настанови по перевезенням військ залізничним транспортом, морським, річним та повітряним транспортом», затвердженого наказом МО СРСР від 06.06.1983 №18, що не було виявлено при комерційному огляді під час приймання вантажу до перевезення. Поїзд №2949 затримано на 08 год. 20 хв. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

Інцидент 17.01.2016 року

Класифікація: порушення правил розміщення та кріплення вантажу, які не спричинили вихід вантажу за встановлені габарити навантаження, але призвели до затримки поїзда на дві години і більше.

Причини: порушення працівниками комерційного господарства умов розміщення та кріплення техніки на гусеничному ході на відкритому рухомому складі.

Опис: 17.01.2016 року 13.14-18.40 станції Славута-1, на 4-й колії зупинено поїзд з військовою технікою №2848 ВЛ80 №545 ТЧМ-3 Велічко, через порушення ТУ навантаження у 45-му хвостовому вагоні, де з правого борту платформи №44923555 повисла частина гусиниці військової машини МТ-ЛБ про що чергова по переїзду 174 км перегону Цвітоха-Славута Тищук (ПЧ-18) заявила ДСП станції Кривин. Зі станції Шепетівка надано локомотив ЧМЕ-3 №6879 ТЧМ-6 Гаврилюк, вагон відчеплений на 16 колію для закріплення машини МТ-ЛБ краном на автомобільному ході, який надіслано з в/ч Цвітоха. Після виправлення вагон причеплений у хвіст поїзда. Затримка поїзда склала +5год. 26хв. Інші поїзди не затримані. Станція навантаження - Добросин Льв. (3724), призначення - Ясна Заря Одс. (4196). Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

Інцидент 14.08.2017 року

Класифікація: порушення правил розміщення та кріплення вантажу, які не спричинили вихід вантажу за встановлені габарити навантаження, але призвели до затримки поїзда на дві години і більше.

Причина: порушення працівниками комерційного господарства умов розміщення та кріплення лісоматеріалів на відкритому рухомому складі.

Опис: 14.08.17 року, 19.50-22.30 станція Коржівці (Південно-західна залізниця) поїзд №2756 (3700-129-3300) 44 ум., 2431/3334 т, 160 осей, локомотив ВЛ80т №1178 приписки ТЧ-3 Козятин, ТЧМ-5 Тернопіль Серета. Черговий по переїзду Войцехівський при зустрічі поїзда в вагоні №60479847 виявив порушення габариту (вантаж дрова). Поїзд зупинився по станції Коржівці о 19 год. 50 хв. та в 20 год. 07 хв. ТЧМ Серета заявив викидку вагона. В 20 год. 14 хв. зі станції Богданівці відправився диспетчерський локомотив М62 №1546 прибув на станцію Коржівці в 20 год. 32 хв.,

відчеплено вагон №60479847 вагою 50 т. вантаж дрова, станція навантаження Болехов (3873), станція призначення Іллічівськ (4021). Поїзд відправився о 22 год. 30 хв. Затримка поїзда 2 год. 40 хв. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

1.3.2 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця»

Інцидент 23.08.2016 року

Класифікація: порушення правил розміщення та кріплення вантажу, які не спричинили вихід вантажу за встановлені габарити навантаження, але призвели до затримки поїзда на дві години і більше.

Опис: 23.08.2016 року, 13:18 - 15:29. Станція Райгород. Поїзд №2825Н (0020) (ВЛ80т №1413 ТЧ-7 Знам'янка, ТЧМ-7 Ярошенко Д.М., 2364 т, 128 осей) зупинився на колії №І. через спрацювання пристрою КГУ. Під час огляду складу поїзда локомотивною бригадою виявлено зсув додатково нарощеної обв'язки кузова для розміщення майна на автомобільному причепі завантаженому на 27-му з голови поїзда вагоні - платформі №94743036, яка порушила бокову зону габариту справа по напрямку руху. Для організації усунення комерційної несправності на підставі наказу №94 в.о. ДН-2 Лещенка І.А. о 13:32 для заземлення після зняття напруги в контактній мережі було направлено бригаду ЕЧК-3 Шевченківської дистанції електропостачання (ЕЧ-2) під керівництвом ЕЧКСМ-3 Забіяки Л.О., яка прибула о 14:28 на станцію Райгород автотранспортом. Наказом ДНЦ 2 Козир Т.В. №567 о 14:35 було знято напругу в контактній мережі колії №І. О 15:00 комерційну несправність усунуто. Наказом ДНЦ-2 Козир Т.В. №571 о 15:03 напругу в контактну мережу колії №І подано. Поїзд №2825Н відправлено із станції Райгород о 15:29. Станція навантаження Брилевка Од. зал., призначенням на станцію Чернігів-Північний Півд.- Зах. зал. Затримано поїзди: №2825Н на 2 год. 11 хв., №1601 на 46 хв., №6505 сполученням

Знам'янка - ім. Т.Шевченка на 20 хв. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

Інцидент 16.10.2015 року

Класифікація: порушення правил розміщення та кріплення вантажу, які не спричинили вихід вантажу за встановлені габарити навантаження, але призвели до затримки поїзда на дві години і більше.

Причини: інші порушення умов розміщення та кріплення вантажів на відкритому рухомому складі працівниками комерційного господарства.

Опис: 16.10.2015 року, 12:05 - 14:43. Дільниця Мусіївна - Кривий Ріг-Головний. При прослідкуванні поїздом №1442Н (ВЛ8 №273 ТЧ-1 Нижньодніпровськ-Вузол, ТЧМ-2 Кривий Ріг Бойченко П.В., 1861 т, 184 вісі, Н-0200, станція формування Ясна Зоря, призначення - Чапліне Принд.) станції Мусіївка на пульт-табло чергового по станції виникла індикація несправності світлофора "ЧМ1". При огляді стану пристроїв виявлено пошкодження верхньої головки трьохзначного карликового світлофора "ЧМ1". Поїзд зупинено для огляду. При огляді локомотивною бригадою у 30 та 31 з голови поїзда вагонах №№44904548, 44951952 з правого за напрямком руху боку поїзда виявлено незакріплені у відкритому положення борта платформ з виходом їх у негабарит. Після усунення несправності поїзд відправлено з перегону. Після відправлення зі станції Кривий Ріг - Західний ОРВ виявлено пошкодження верхньої головки карликового світлофора "ЧМІІ". Причина: вихід у негабарит напіввідкритих і незафіксованих у відкритому положення бортів платформ №№44904548, 44951952, що під час руху поїзда призвело до пошкодження світлофорів на станціях Мусіївна та Кривий Ріг-Західний. Поїзд №1442 затримано на 02 год. 38 хв. Збитки залізниці склали 1385,79 грн. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

1.3.3 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Південно-Західна залізниця» АТ «Укрзалізниця»

Серйозний інцидент 21.09.2014 року

Класифікація: розвалювання вантажу під час руху з порушенням встановлених габаритів навантаження.

Причини: інші технічні несправності у комерційному господарстві.

Опис: 21.09.14 23.55 - 03.35 22.09.14 року ст. Богданівці поїзд №3130 (3700-381-3300) 4001 т, 60 вагонів, 240 осей ВЛ80К-218 ТЧМ-5 Гречани. Погодін при прослідкуванні станції було збито вихідний світлофор Ч2 через знаходження за габаритом військової техніки в вагоні №44904969 (10 з голови). В 00.10 при подальшому прямуванні поїзда №3130 та схрещенні з поїздом №2741, вага 1195 т, 55 вагонів, 220 осей, ВЛ80К-459 ТЧМ-1 Львів-Захід Щур на 1201 км пк1 перегону Богданівці - Коржівці пошкоджено електровоз та збито контактну опору №126 парної колії, відбулося зняття напруги в контактній мережі парної/непарної колії перегону, отримав порізи обличчя помічник машиніста Поворотник А.В. поїзда №2741. О 01.05 поїзду №2741 зі ст. Богданівці було надано допоміжний локомотив з прибуттям на станцію 02.06. Після подачі напруги на непарну колію перегону Богданівці - Коржівці, встановлено двобічне автоблокування для пропуску поїздів. О 3.35 відкрито рух поїздів по парній колії перегону Богданівці - Коржівці.

Військова техніка навантажувалася по ст. Ярмолинці Південно-Західної залізниці, призначенням ст. Чугуєв Південної, по ст. Гречани поповнювалася до поїзда №3130. Затримано поїзди: №144 Івано-Франківськ - Київ +3.05; №458 Рахів - Київ +2.37; №26 Львів - Одеса +2.31; №750 Тернопіль - Київ +2.25; №82 Ужгород - Київ +2.25; №770 Кам'янець - Под. - Київ +1.29; №118 Чернівці - Київ +1.40; №50 Трускавець - Київ + 2.11; №60 Софія - Москва +0.46; №41 Дніпропетровськ - Трускавець +1.32; №49 Київ - Трускавець +1.21; №59 Москва - Софія +1.15; №25 Одеса - Львов +1.13; №143 Київ - Івано-Франківськ +1.06; №107 Одеса - Ужгород +0.14.

Вільне переміщення ствола та башти самохідної установки 2С1, яка була розміщена на платформі №44904969, відбулося з вини військовослужбовців військової частини А-1877 через несправність пристрою кріплення ствола та башти. Збитки залізниці склали 347 179,66 грн. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

Інцидент 11.02.2021 року

Класифікація: порушення технічних умов навантаження, які не призвели до виходу вантажу за встановлені габарити або до понаднормового виходу його кінців чи від середини вагона (зчепу) у повздовжньому напрямку, але призвели до затримки поїзда на 2 год. і більше.

Передумова: низький рівень знань працівників ПКО.

Причини: порушення працівниками комерційного господарства умов розміщення та кріплення техніки на колісному ході на відкритому рухомому складі.

Опис: 11.02.21 року, 10 год. 45 хв. Поїзд №4402 індекс (0001 412 4542) ВЛ-80т №706 (ТЧ-3 Козятин) ТЧМ-3 Надзьон Р.П., помічник машиніста Олексюк В.В., вага – 1723 т., 172 осі, ст. формування поїзду Добросин Льв., станція призначення - Чаплине Прдн. По заявці чергової по переїзду 174 км Ніколайчук (ПЧ-18), у 5 і 6 вагонах з хвоста поїзда №44987014-44738805 (зчеп) зміщення вантажу (колісної техніки) в бік непарної колії. Застосувавши службове гальмування машиніст зупинив поїзд біля вхідного сигналу Ч станції Славута. Помічником машиніста поїзда сумісно з начальником ешелону було виявлено в хвостовій частині поїзда зміщення техніки на платформі №44987014 на 460 мм в поперечному відношенні вліво. Вантаж закріплений військовими для подальшого прийому поїзда на станції Славута для остаточного укріплення техніки. О 12 год. 05 хв. поїзд №4402 відправився на станції Славута. О 12 год. 34 хв. поїзд №4402 прибув на 6-колію станції Славута. О 13.00 наказом ДН-2 №87 на Славуту-1 автотранспортом направлена аварійно-польова бригада ВП -Шепетівка. О

14.41 вантаж встановлено на платформу, закріплений додатково від поперечного здвигу, застосовано 8 дерев'яних брусків розмірами 150x150x480 мм. О 14.55 з Шепетівки на Славута-1 п.4401 відправлений локомотив, о 15.03 прибув на ст.Славута-1 під поїзд №4402. О 16.12 п.4402 з локомотивом ВЛ-80 №606 ТЧМ-6 Киян, наданий зі ст. Шепетівка відправлений із загальною затримкою від графіка руху на 5 год. 27 хв. По впливу затримано поїзд №1501 на +13 хв.

Зсув допущено через: відрив повздовжнього упорного бруса з правої сторони відповідно руху поїзда; невірною закріплення вантажовідправником повздовжнього упорного бруса по внутрішній частині між колісного простору колісного блоку кожної сторони тралу; вантажовідправник використав нестандартний дерев'яний брус розміром 100x140x4070 мм, які прибиті цвяхами 10шт. (6x200мм) при нормі цвяхів 16шт. для бруса 100x100x2500мм.

Причина: порушення вантажовідправником ВЧ А1376 станції Добросин регіональної філії «Львівська залізниця» «Настанови по перевезенням військ залізничним транспортом, морським, річним та повітряним транспортом», введеного в дію наказом МО СРСР від 6 червня 1987 року № 180, відсутня схема розміщення та порядку закріплення вантажу для 3-х- вісного колісного тралу; вантажовідправник завантажив та закріпив 3-х-вісний трал по схемі 2-х-вісного тралу довгобазного автопоїзду типу ТЗ-30 (рис.15.41 «Настанови»); в порушення вимог пункту 9.1. Додаток 15 до ст.53 «Настанови» вантажовідправник не розробив непередбачені схеми розміщення та кріплення вантажу, які відсутні у дійсних технічних умовах «Настанови». Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

1.3.4 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця»

Серйозний інцидент 05.11.2015 року

Класифікація: розвалювання вантажу під час руху з порушенням встановлених габаритів навантаження.

Причина: порушення працівниками вимог посадових інструкцій, нормативних актів, інструкцій та наказів з безпеки руху.

Опис: 05.11.15 року о 06.27 ст. Бровари п.№2191 ВЛ80-705 ТЧМ-11 Кваско. За повідомленням пасажирів ДСП ст. Бровари Яченко в 22 вагоні №67388777 вантаж пиловочник, здвиг колоди з провисанням на автозчепку. Станція навантаження Суми, ст. призначення Рожище. О 7.01 несправність усунуто працівниками ст. Бровари.

Службовим розслідуванням серйозного інциденту встановлено, що 05 листопада 2015 року на колії №4 станції Бровари у поїзді №2191 під управлінням машиніста локомотивного депо ТЧ-11 Конотоп Кваско А.А. у 22-му з голови по ходу руху вагоні №67388777 (відправка 43194935 Суми Півд. - Рожище Льв., вантаж пиловник, відправник ДП «Сумський лісгосп» було виявлено вихід колоди з крайнього штабеля з провисанням над автозчепом вагона зі сторони ст. Бобрик (розміщення колоди відносно верхнього обв'язочного бруса вагона та автозчепу в момент виявлення, колода нахилена під кутом 60 градусів, опираючись внутрішньою (нижньою) поверхнею на верхній обв'язочний брус вагона на відстані 1 м від внутрішнього (верхнього) торця колоди, а зовнішньою (верхньою) поверхнею впирається в крайню ув'язку штабеля на відстані 0,3 м від внутрішнього (верхнього) торця колоди, зовнішній (нижній) торець колоди знаходиться на висоті 0,4 м над віссю автозчепів вагонів №67388777 та №95115044).

Комерційна несправність загрожувала безпеці і подальший рух вагона №67388777 міг призвести до більш тяжких наслідків.

Дана комерційна несправність не призвела до пошкоджень пристроїв, споруд, рухомого складу та не викликала перебоїв в русі поїздів по суміжним коліям.

Згідно даних перевізного документа, внесених відправником ДП «Сумський лісгосп», вантаж розміщено і закріплено згідно п.п. 1.1-1.3, 1.5, 1.6, 2.1.1-2.1.2, 2.1.6, 2.1.7 Глави 2 та п. 9.22 Глави 1 додатка 3 до СМГС, фактично, при комісійному огляді вагона №67388777 виявлені порушення технічних умов навантаження та кріплення вантажу, а саме:

- відповідно до п.1.2 Глави 2 додатку 3 до СМГС, при розміщенні лісоматеріалів з нахилом в середину вагона, між штабелями знизу допускається технологічний зазор, який фактично був відсутній, що свідчить про відсутність потовщених підкладок та як наслідок відсутність відповідного нахилу;

- п.1.3 Глави 2 додатку 3 до СМГС - в сформованому штабелі, кожний окремий сортимент (колода) повинен бути обжатий сусідніми сортиментами або засобами кріплення, колоди в шапці повинні бути укладені симетрично поздовжній осі вагона, що по факту вантажовідправником не виконано;

- не виконано вимоги п.2.1.2 Глави 2 додатку 3 до СМГС, який зазначений в перевізному документі, щодо наявності підкладок та прокладок. Підкладки та прокладки відсутні у вагоні взагалі;

- шапка сформована з порушеннями вимог п. 2.1.6 Глави 2 додатку 3 до СМГС, так як у вагоні відсутні подовжені прокладки, також, круглі лісоматеріали в першому ярусі "шапки" повинні бути укладені без зазорів між колодами та стійками, фактично між колодами та стійками в окремих місцях маються прокладки у формі клинів;

- в порушення вимог п. 2.1.7 Глави 2 додатку 3 до СМГС, ув'язка шапки проволокою діаметром 6 мм зроблена на відстані від торцевих зрізів менше за 500 мм, окрім того, всі ув'язки шапок 4-х штабелів ослаблені, не обтискають сортименти (колоди).

Причиною виникнення серйозного інциденту з вагоном №67388777, а саме, розвал вантажу, що виявилось у виході колоди з крайнього штабеля з провисанням над автозчепом вагонів №67388777 та № 95115044, стало порушення відправником ДП «Сумський лісгосп» вимог технічних умов розміщення та кріплення вантажів - п.п. 1.2, 1.3, 2.1.2, 2.1.6, 2.1.7 Глави 2 додатку 3 до СМГС. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

1.3.5 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Донецька залізниця» АТ «Укрзалізниця»

Інцидент 06.06.2015 року

Класифікація: порушення правил розміщення та кріплення вантажу, які не спричинили вихід вантажу за встановлені габарити навантаження, але призвели до затримки поїзда на дві години і більше.

Передумова: невиконання працівниками господарства посадових нормативів та обов'язків.

Причина: порушення працівниками комерційного господарства умов розміщення та кріплення металопродукції і металобрухту на відкритому рухомому складі.

Опис: 06.06.2015 року, 16:56- 19:50, ст. Кривий Ріг, п.2715, 212 вісі, ВЛ8-853, машиніст Журавльов (ТЧ-2 Кривий Ріг)

При слідуванні поїзду № 2715 по ст. Кривий Ріг працівниками вагонного господарства було виявлено що у вагоні № 56743461 вихід вантажу над першою колісною парою через злам підлоги. Вантаж метал у рулонах. Станція навантаження Маріуполь-Сортувальний, станція призначення Миколаїв-Вантажний. Вагон № 56743461 був відчеплений від складу поїзда.

Вагон № 56743461: побудований - 143 (МТЗМ) 16.12.1992

КР - 436 (Констянтинівка) 03.10.2003

ДР-464 (ВЧД Волноваха) 14.10.2014

Затримка поїзда № 2715 на 2 годин 54 хв.

Причина: руйнування першого (за напрямком руху) піддону кріплення вантажу (лист холоднокатаний в рулоні) що призвело до перекочування рулону на правий (за напрямком руху) бік кузова вагону № 56743461, прогинання (від місцевого надмірного навантаження) металевого листа підлоги кузова з подальшим його обривом по зварювальним швам та провисанням над першим візком та першою колісною парою вагону № 56743461.

Збитки залізниці склали 867,78 грн. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

1.3.6 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Придніпровська залізниця» АТ «Укрзалізниця»

Інцидент 13.08.2015 року

Класифікація: порушення правил розміщення та кріплення вантажу, які не спричинили вихід вантажу за встановлені габарити навантаження, але призвели до затримки поїзда на дві години і більше.

Передумова: порушення працівниками вимог посадових інструкцій, нормативних актів, інструкцій та наказів з безпеки руху.

Причина: нерівномірне завантаження візків через помилки працівників комерційного господарства

Опис: 13.08.2015 року, 05:30 - 10:12. Станція Тимкове. При прийманні та зважуванні на тензометричних вагонних вагах поїзда №1441 (ВЛ8 №1303 ТЧ-2 Кривий Ріг, ТЧМ-2 Попов О.О., 918 т, 92 осі, у 19-му з голови поїзда вагоні №44928943 (вантаж - інші вантажі (технчне майно - причіпи)), станція навантаження Новомосковськ-Дніпровський Придн., станція призначення Ясна Зоря Од.) виявлено різницю завантаження візків на 25250 кг. Поїзд затриманий на 4 год. 42 хв.

Причина: порушення вантажовідправником пункту 2.11 додатку 15 (статті 53) «Технических условий размещения и закрепления вооружения и военной техники на железнодорожном подвижном составе для перевозки в составе

воинских эшелонов и транспортов» та п.4.3 гл.1 додатку 3 до СМГС, що не було виявлено на станції навантаження при прийманні вантажу до перевезення. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

Інцидент 28.09.2018 року

Класифікація: вихід вантажу за встановлені габарити навантаження або понаднормовий вихід його кінців за кінцеву балку рами вагона чи від середини вагона (зчепу) у повздовжньому напрямку під час руху.

Причина: нерівномірне розміщення вантажу через порушення працівниками колійного господарства технічних умов навантаження чи вивантаження вагонів.

Передумова: порушення працівниками вимог посадових інструкцій, нормативних актів, інструкцій та наказів з безпеки руху.

Опис: 28.09.2018 року, 22:25, перегін п/п 93км - Нікополь, поїзд №8502 КМС №273 (ст. Запоріжжя), ВЛ-11 №134 ТЧ-2 Кривий Ріг, машиніст Бойченко ТЧ-2 Кривий Ріг, вага 902, вісей 88, станція формування Кривий Ріг Західний, станція призначення Запоріжжя. При слідуванні поїзда на 96 км ПК2 спрацював контрольно-габаритний пристрій. Після огляду поїзда по станції Нікополь о 00:23 виявлено, що у вагоні №19092360 на 47 см з лівої сторони, за рухом поїзда, вихід за габарит рухомого складу верхньої частини хрестовинного блоку. Вагон №19092360 відчеплено від поїзда №8502 по станції Нікополь до усунення порушень навантаження. Затримок поїздів немає.

Причина: невиконання відповідальним за навантаження вимог п.7.4.1 та п.7.4.2 Технічних вказівок з транспортування колійної решітки та стрілочних переводів, ЦП-0271, в частині розміщення хрестовинного блоку стрілочного переводу марки 1/11 на похилій апарелі спеціалізованої механізованої платформи типу ППК-2 №19092360 у межах габариту рухомого складу Т, при навантаженні на станції відправлення Кривий Ріг-Західний. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

1.3.7 Випадки транспортних подій на регіональній філії «Центр з будівництва та ремонту колії» АТ «Укрзалізниця»

Інцидент 13.12.2021 року

Класифікація: вихід вантажу за встановлені габарити навантаження або понаднормовий вихід його кінців за кінцеву балку рами вагона чи від середини вагона (зчепу) у повздовжньому напрямку під час руху.

Причина: зміщення вантажу через порушення працівниками колійного господарства технічних умов навантаження чи вивантаження вагонів.

Передумова: недостатній контроль за правильністю навантаження вагонів.

Опис: в добу 11.12.2021 на станції Васильків-1 працівниками КРЗП філії «ЦБРК» (керівник бригади Степанюк Є.С.) проводилось навантаження та закріплення укорочених рейкових плітей на спеціальний рейковозний склад №1 з подальшим відправленням на вихідні дні на станції Київ-Волинський. 13.12.2021 року в 15 год. 15 хв. поїзд №8402 (ВЛ80К №603 ТЧ-3 Козятин, ТЧМ Дарда ТЧ-9 Дарниця, 1331 т, 236 осей, рухомий склад виїхав на місце вивантаження рейкової пліти на 11 км ПК2-6 непарної транзитної колії станії Борщагівка. О 17 год. 17 хв. рухомий склад відправився до станції Почайна. О 17 год. 25 хв. в межах зупиночної платформи Рубижівка 4 км ПК1 парної колії перегону Борщагівка - Почайна рухомий склад зупинився по причині зміщення плітей (689 м та 421 м) із подальшим пошкодженням локомотиву ВЛ-80к №603. Фактично кінці коротких плітей були закріплені на платформі №54 за допомогою 4-ох клем по обидві сторони рейки, які були не докручені та під подошвою рейки була відсутня підкладочна резина. Зміщення плітей відбулося в наслідок невиконання обслуговуючою бригадою рейковозного складу №1 п.2.3. Інструкції ЦП-0082 щодо перевірки закріплення плітей, які залишилися на рухомому складі, після вивантаження рейкової пліти 422 м на станції Борщагівка. По впливу затримано поїзди: №7426 на 2 год. 13 хв., №7330 на 1 год. 50 хв., №7430 на 1 год. 49 хв., №7335

на 1 год. 25 хв., №2232 на 1 год. 20 хв., №7420 на 1 год. 16 хв., №7422 на 1 год. 10 хв., №743 на 45 хв. Збитки залізниці склали 4870,42 грн. Наслідки інциденту зображено у презентаційних матеріалах.

1.4 Постановка задачі

Актуальність роботи. На залізницях України безпека перевезень вантажів та пасажирів завжди стояла на першому місці. Останнім часом, залізничним транспортом виконується значне переміщення негабаритних грузів, в тому числі і військової техніки. Через неправильне розміщення та кріплення таких вантажів регулярно відбуваються випадки порушення габаритів наближення до споруд, що призводить до неприємних наслідків. Пристрої контролю габаритів які експлуатуються на залізницях України на даний час мають ряд недоліків, основним з яких є необхідність відновлювати працездатність пристрою обслуговуючим персоналом після фіксації порушення габариту. Таким чином створення мікропроцесорної сучасної системи з автоматичним контролем яка не потребує додаткових затрат часу на відновлення є задачею актуальною та необхідною.

Метою роботи є розробка способів та технічних засобів автоматичного контролю габаритів рухомого складу на залізничному транспорті.

Завданням роботи є:

- проведення аналізу транспортних подій на залізницях України пов'язаних з порушенням габаритів рухомими одиницями і підтвердити актуальність розробки системи;
- вибір датчиків для контролю габариту рухомого складу безконтактними методами;
- розробка технічних засобів для автоматичного контролю порушення габаритів наближення безконтактними методами;
- розробка методів ув'язки системи контролю габариту з іншими системами автоматичного контролю рухомого складу.

Об'єкт дослідження – процес технічного обслуговування системи контролю габаритів на залізничному транспорті.

Предмет дослідження – функціонування системи контролю габаритів на залізничному транспорті.

1.5 Висновки до першого розділу

Проведено аналіз стану безпеки руху на залізничному транспорті, у тому числі розглянуто випадки порушень габаритів рухомого складу під час перевезення військової техніки та інших вантажів залізничним транспортом АТ «Укрзалізниця». З результатів аналізу робимо висновок, що вдосконалення систем, розроблення нових підсистем контролю габаритів з застосуванням новітніх технологій, є актуальним питанням сучасності залізниці, задля забезпечення безпеки перевізних процесів, попередження та ліквідації негативних наслідків, пов'язаних з порушенням габаритів рухомого складу.

2 ВИБІР ДАТЧИКІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ КОНТРОЛЬНО-ГАБАРИТНОГО ПРИСТРОЮ

2.1. Класифікація датчиків в залізничній автоматичі

В автоматичних пристроях активно застосовується електрична енергія, що має низку переваг у порівнянні з іншими видами енергії. Зокрема, вона дозволяє легко передавати енергію на великі відстані, має можливість акумулювання тощо. Однак більшість процесів на транспорті характеризуються неелектричними величинами, такими як швидкість, переміщення, температура, тиск і інші. Це обумовлює необхідність перетворення цих неелектричних величин в електричні сигнали, які змінюються відповідно до змін неелектричних параметрів. Елементи, що виконують таку функцію, називаються датчиками або перетворювачами.

Електричні датчики, які перетворюють неелектричні вхідні величини в електрорушійну силу або напругу, отримали назву генераторних або активних. Особливістю таких датчиків є те, що вони не потребують зовнішнього джерела живлення.

Прикладом активного датчика є датчик струму ACS712, що працює на основі ефекту Холла (рис. 2.1). Принцип його дії полягає в тому, що якщо провідник зі струмом помістити в магнітне поле, то на його краях виникає електрорушійна сила Холла, спрямована перпендикулярно до напрямку струму та магнітного поля.

Датчики, у яких зміна неелектричної величини супроводжується відповідною зміною певного електричного параметра (індуктивності, ємності, опору), називаються параметричними або пасивними. Вони отримують енергію від зовнішнього джерела живлення.

До датчиків висувається низка вимог, серед яких безперервність і лінійність статичної характеристики, висока чутливість, низька інерційність, висока надійність, мінімальна вартість, компактність та невелика маса.



Рисунок 2.1 – Датчик струму ACS712 (заснований на ефекті Холла)

На залізницях датчики широко використовуються в різних системах, таких як:

- напівавтоматичне і автоматичне блокування (ПАБ, АБ) для контролю зайнятості перегонів і блок-ділянок;
- автоматична локомотивна сигналізація (АЛС), автоматичне регулювання швидкості та автоматичне управління гальмами (САУТ) для отримання даних про швидкість і місцезнаходження поїздів;
- переїзна сигналізація (ПС) та огорожувальні пристрої для повідомлення про наближення поїзда, контролю швидкості руху;
- гіркова автоматизація (ГАЦ, АРС) для визначення швидкості відчепів, керування гальмівними засобами, контролю стрілочних ділянок і вимірювання ваги відчепа;
- системи виявлення перегрітих букс (ПОНАБ), визначення плазунів на колесах для забезпечення нормальних умов експлуатації;
- вагон-лабораторії для вимірювань та контролю.

Ємнісні датчики

Розглядаючи найбільш поширені типи датчиків, ємнісні датчики займають окреме місце. У них вимірювана величина перетворюється у значення ємності безпосередньо або через механічні переміщення. Відомо,

що ємність плоского конденсатора C пропорційна діелектричній проникності середовища ε , площі пластин S і обернено пропорційна відстані між ними δ .

$$C = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \cdot \frac{S}{\delta} \quad (2.1)$$

де ε - відносна діелектрична проникність середовища між обкладинками;
 S - активна площа обкладок; δ - відстань між обкладинками.

Принцип роботи ємнісних датчиків заснований на зміні однієї з величин δ , S , ε . Як правило, такі датчики використовуються у мостових схемах змінного струму або в коливальних контурах високочастотних генераторів. Їх застосовують для вимірювання механічних переміщень (ємнісні мікрометри), рівнів рідин, тиску тощо.

Існує кілька видів ємнісних перетворювачів. Наприклад, перетворювачі, у яких одна з пластин конденсатора може переміщатися відносно іншої, змінюючи відстань δ між ними. Така функція перетворення $C = f(\delta)\varepsilon$ нелінійною, а чутливість зростає при зменшенні δ . Мінімальна відстань δ обмежується напругою пробою конденсатора. Такі перетворювачі найкраще підходять для вимірювання малих переміщень (до 1 мм).

Іншим прикладом є диференційні ємнісні перетворювачі. У них переміщення центральної пластини викликає збільшення ємності одного конденсатора і зменшення іншого. Така конструкція зменшує похибку нелінійності та розширює робочий діапазон переміщень.

Ємнісні перетворювачі також використовують для вимірювання рівня рідини. Ємність між електродами змінюється залежно від рівня рідини, оскільки діелектрична проникність рідини відрізняється від проникності повітря.

Для живлення ємнісних перетворювачів використовують струм високої частоти (до десятків мегагерц). Це дозволяє збільшити потужність вихідного сигналу та зменшити вплив шунтуючих опорів ізоляції. Їх переваги включають простоту конструкції, високу чутливість та малу інерційність. До

недоліків належать вплив зовнішніх електричних полів, паразитних ємностей, температури та вологості.

Індуктивні датчики

Принцип роботи індуктивних перетворювачів заснований на залежності індуктивності або взаємної індуктивності обмоток від положення, розмірів і магнітного стану елементів магнітного ланцюга.

Індуктивність або взаємну індуктивність можна змінювати за рахунок впливу на довжину чи площу перерізу повітряного зазору магнітного ланцюга, змінюючи магнітну проникність або втрати в магнітопроводі.

Індуктивні перетворювачі зі змінною довжиною повітряного зазору характеризуються нелінійною залежністю, схожою на гіперболічну, для переміщень у діапазоні 0,01–10 мм. Перетворювачі зі змінною площею зазору використовуються для вимірювання переміщень до 15–20 мм, а з розімкненим магнітним ланцюгом – для діапазону 1–100 мм.

Диференційні індуктивні перетворювачі стали широко поширеними. У них переміщення рухомого елемента викликає збільшення індуктивності однієї обмотки та зменшення іншої. Це дозволяє точно вимірювати переміщення.

Індукційні перетворювачі використовуються для вимірювання швидкості лінійних і кутових переміщень, наприклад у тахометрах і приладах для аналізу параметрів вібрацій. Їх також використовують у віброметрах та акселерометрах для вимірювання лінійних і кутових прискорень.

Датчики шляху та швидкості

Датчики використовуються, наприклад, у системах автоматичного керування гальмами (САУТ), де їх встановлюють у корпус швидкостеміра на буксі колісної пари. Основним елементом такого датчика є транзисторний автогенератор із задавальним LC-контуром і ротором, виконаним у вигляді сталеві шестерні з 16 зубцями. Коли між базовою і колекторною обмотками

автогенератора вводиться металева пластина, знижується коефіцієнт зворотного зв'язку, що призводить до зриву генерації.

Ротор датчика обертається завдяки з'єднанню з шийкою осі колісної пари. Кожен зубець ротора, обертаючись, виконує функцію металевої пластини. За один оберт колісної пари датчик генерує 16 імпульсів. Таким чином, кількість імпульсів відповідає пройденому шляху, а їх частота – швидкості руху. Пропорційність визначається діаметром колеса.

Інший тип датчика швидкості використовується у системах автоматичного регулювання швидкості в метрополітені та швидкісному транспорті. Основними компонентами такого датчика є два постійних магніти, сердечник і обмотка. Зубчастий ротор, що обертається разом із колісною парою, замикає магнітний потік через свої зубці. У результаті зміни магнітного потоку в обмотці індукується електрорушійна сила (ЕРС), частота якої пропорційна швидкості руху поїзда.

Датчики шляху виконують завдання вимірювання швидкості обертання осі колісної пари за допомогою фотоелектричного перетворення. Вони використовують сигнали переривань світлового потоку щілинної маски, підсилюють їх та формують електричні імпульси.

Датчики контролю проходження поїзда

У контактних датчиках механічне переміщення відображається у зміні стану контактів (замкнутого чи розімкнутого), які керують електричним колом. Такі датчики застосовують у системах автоматичного контролю, сортування деталей за розмірами і сигналізації.

У системах залізничної автоматики поширені контактні датчики, що виконують функцію контролю проходження рухомого складу. Такі датчики називають рейковими педалями. Вони видають електричний сигнал під час спрацьовування контактів, викликаного дією колеса на пружинно-важільний механізм.

Рейкова педаль складається з корпусу, який кріпиться на бетонній основі, контактної схеми з виводами, захисного кожуха і важеля, з'єднаного з віссю. Коли колесо в'їжджає у зону дії педалі, рейка прогинається на 0,8 мм і більше, важіль повертає вісь із коромислом, перемикаючи контакти педалі. Після виходу колеса контакти повертаються у вихідне положення.

Мембранна педаль працює за принципом передачі тиску від прогину рейки через натискний механізм на повітряну камеру під рейкою. Витіснене з камери повітря діє на мембрану, яка з'єднана з контактною схемою.

Контактні датчики використовуються для рахунку осей рухомого складу, але їх ефективність обмежена певними діапазонами навантаження на вісь та швидкості. Вони можуть не фіксувати групи осей або окремі осі за межами цих параметрів.

Магнітоелектронні датчики застосовуються у пристроях для реверсивного рахунку осей у діапазоні швидкостей 0–200 км/год. Вони працюють за принципом, схожим із датчиками шляху та швидкості.

Потенціометричні датчики

Потенціометричні датчики використовуються для перетворення механічних переміщень у зміну опору, напруги або струму. Вони працюють за схемою потенціометра і застосовуються, наприклад, для вимірювання тиску масла на тепловозах.

Реостатні перетворювачі з дротяною обмоткою забезпечують дискретне перетворення механічних переміщень у зміну опору. Похибка дискретизації зменшується зі збільшенням кількості витків обмотки, яких зазвичай не менше 100–200 витків. У реохордних перетворювачах ця похибка усувається, оскільки щітка ковзає вздовж осі дроту.

Оптичні датчики

В оптичних датчиках основними приймальними елементами є фоторезистори, фотодіоди та фототранзистори. Робота фототранзисторів базується на явищі внутрішнього фотоефекту. Поглинання світла в

напівпровідниковому матеріалі призводить до утворення вільних електронів, які під дією прикладеної напруги починають рухатися. У процесі руху вони стикаються з атомами кристалічної решітки, породжуючи додатковий потік вторинних електронів. Освітлення фоторезистора значно збільшує його провідність, що викликає зростання струму I_n у навантажувальному колі. Інтенсивність світла впливає на опір у зворотному напрямку, а базова область у фоторезисторах виконує функцію емітера, схожу на роботу транзистора.

Оптичні датчики застосовуються в системах залізничної автоматики та телемеханіки (СЖАТ) на метрополітені для контролю швидкості поїздів біля зупиночних платформ, у турнікетах та інших системах пасажирської автоматики. На сортувальних гірках ці датчики використовуються для визначення вільності стрілочних ділянок при проходженні вагонів з довгими базами.

Для автоматичного виявлення перегрітих букс рухомого складу (ПОНАБ) застосовують датчики, чутливі до інфрачервоного випромінювання, звані болометрами. Вони перетворюють випромінювання нагрітих букс у електричні сигнали. Приймальні пристрої спрацьовують, коли температура шийок осей перевищує задане значення. У поєднанні з рейковими педалями ПОНАБ контролює наявність нагрітих букс та визначає їхнє місце розташування.

2.2 Вибір типу датчиків руху

Датчик руху – це пристрій, призначений для збирання даних про стан контрольованої області. Він обробляє інформацію про зміну характеристик у досліджуваній зоні, перетворюючи її в сигнал, зручний для подальшого використання.

Основні функції датчиків руху[1]:

- виявлення присутності людини чи руху об'єкту на визначеній території;
- повідомлення про спроби пошкодження вікон, дверей або балконів;

- сигналізація при несанкціонованому проникненні.

Принцип роботи датчиків руху ґрунтується на таких особливостях:

- вони оснащені сенсорами, що реагують на тепло людського тіла, після чого активується система сповіщення;
- при виявленні руху в зоні контролю відбувається замикання силового ланцюга;
- датчики забезпечують безперервний моніторинг у місці встановлення;
- теплове поле змінюється при появі об'єкта достатньої маси;
- датчик реагує тільки на рухомі об'єкти;
- вони можуть керувати електронними приладами – освітленням, технікою, системами безпеки, контролю тощо.

На всіх датчиках руху є можливість налаштування таких параметрів:

- час затримки перед відключенням;
- рівень освітленості для роботи у різний час доби;
- поріг чутливості, що впливає на швидкість спрацьовування.

Серед найпоширеніших типів датчиків руху виділяють[1]:

- ультразвукові (УЗ);
- інфрачервоні (ІЧ);
- мікрохвильові (СВЧ);
- комбіновані;
- контактні;
- лазерні та фотодатчики.

Датчики руху класифікуються за принципом дії. Від цього залежать їх точність, особливості використання та вартість. Кожен вид має свої переваги й недоліки, які впливають на сферу застосування[1].

Інфрачервоні датчики реагують на теплове випромінювання, вловлюючи зміну температури в контрольованій зоні. Вони спрацьовують, коли людина потрапляє у поле їх дії, розпізнаючи тепло людського тіла.

Ультразвукові датчики працюють за допомогою ультразвукових хвиль, які відбиваються від рухомих об'єктів. Вони застосовуються для контролю «сліпих» зон, наприклад, на сходах у житлових приміщеннях.

Мікрохвильові датчики складаються з випромінювача та приймача. Генератор створює сигнал високої частоти, який змінюється при русі людини, що реєструється приймачем. Зміна частоти активує виконавчий пристрій, наприклад, реле[1].

Комбіновані датчики поєднують два типи сенсорів, наприклад, інфрачервоний та ультразвуковий. Таке рішення підвищує точність роботи за рахунок компенсації недоліків одного типу перевагами іншого. Це робить комбіновані датчики популярними серед користувачів[1].

Лазерні та фотодатчики працюють за таким принципом: випромінювач і приймач встановлюються або навпроти один одного, або поруч. У першому випадку датчик спрацьовує, якщо випромінювання перекривається. У другому – відбитий сигнал досягає приймача, що дозволяє використовувати такі датчики для визначення перешкод або сигналізації. а у нашому випадку для контролю габаритів на залізничному транспорті.

Контактні датчики, наприклад геркони, спрацьовують при зміні стану контактів під впливом магнітного поля. Їх встановлюють на двері або вікна для активації світла чи сигналізації при відкриванні[2].

Сьогодні датчики руху застосовуються у багатьох сферах, найбільше – у системах безпеки та освітлення. В охоронних системах використовуються різні типи датчиків залежно від завдань. Інфрачервоні датчики підходять для житлових приміщень завдяки своїй доступності та точності, а мікрохвильові – для великих складських приміщень, де потрібен широкий діапазон покриття.

Для підвищення безпеки використовуються комбіновані датчики, що забезпечують точнішу роботу завдяки поєднанню технологій. Це особливо актуально для зон із високими вимогами до захисту[2].

Інфрачервоний датчик руху

Інфрачервоний датчик руху являє собою електронний пристрій, здатний виявляти зміни інтенсивності теплового випромінювання в межах своєї зони дії. Він реагує на зміну теплових характеристик навколишнього середовища, створених різними об'єктами.

Теплове випромінювання є властивістю всіх об'єктів, а не лише людини. Ця особливість дозволяє датчику визначати присутність будь-якого джерела тепла, що рухається в контрольованій зоні.

При переміщенні об'єкта достатнього розміру та швидкості через робочу зону інфрачервоного датчика відбувається його активація. Датчик передає сигнал на електронну схему керування, яка виконує заздалегідь запрограмовані дії. Це може бути увімкнення освітлення, активація охоронної сигналізації або інші функції, залежно від налаштувань пристрою [1]. Принцип роботи інфрачервоного датчика наведено на рисунку 2.2 [2].

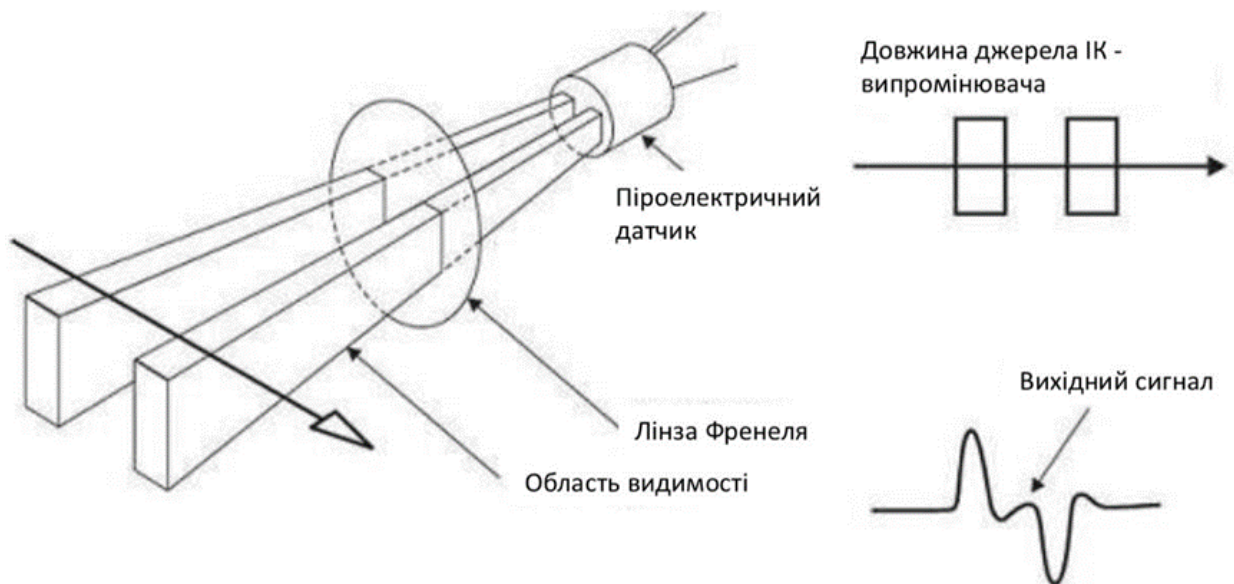


Рисунок 2.2 – Принцип роботи інфрачервоного датчика руху

Інфрачервоні датчики можуть бути використані у різноманітних системах автоматизації – від житлових будинків до виробничих підприємств. Їх сфера застосування не обмежена конкретними галузями.

Конструкція інфрачервоного датчика базується на піроприймачах, що розпізнають інфрачервоне випромінювання, та мультилінзах, які складаються з безлічі маленьких лінз. Кожна мікролінза охоплює свій сегмент робочої зони, а чим більше сегментів у мультилінзі, тим вища чутливість датчика[2].

У сучасних інфрачервоних датчиках використовуються здвоєні піроелементи або навіть дві пари здвоєних елементів. Це дозволяє мінімізувати хибні спрацьовування, включаючи ті, що викликані змінами температурного фону[2].

Використання двох пар здвоєних піроелементів забезпечує практично повне усунення хибних активацій. Такі конструкції впроваджені у найсучасніших моделях інфрачервоних датчиків[2].

Для правильної установки інфрачервоного датчика необхідно дотримуватися певних правил. На датчик не повинні потрапляти прямі потоки світла від ламп чи інших джерел. У зоні контролю не повинно бути перешкод, таких як колони, меблі, люстри або інші предмети. Скляні об'єкти також можуть впливати на роботу, оскільки інфрачервоне випромінювання не проходить через скло, створюючи сліпі зони.

Ключова характеристика інфрачервоного датчика – радіус виявлення об'єкта в русі. Якщо радіус датчика не покриває всю зону приміщення, необхідно встановити кілька пристроїв так, щоб їхні зони перекриття забезпечували повне охоплення[2-3].

Інфрачервоні датчики бувають різних типів. Найпростіші моделі реагують лише на рух, тоді як функціональніші версії можуть, наприклад, керувати освітленням, враховуючи природне світло [2].

Ультразвуковий датчик руху

Ультразвуковий датчик руху широко використовується у різноманітних системах: від охоронних і систем безпеки до автоматизації освітлення. Він працює, використовуючи ультразвукові хвилі, і залишається ефективним за будь-яких погодних умов.

Цей пристрій може бути встановлений як усередині приміщень, так і на відкритому повітрі. Його функціональність базується на аналізі відбиття ультразвукових хвиль від об'єктів у зоні контролю. Основні типи таких датчиків включають настінні внутрішні, настінні зовнішні, стельові та кутові моделі[3].

Ключовою відмінністю між цими видами є спосіб монтажу. Для контролю зовнішнього середовища підходять настінні зовнішні моделі, а для внутрішнього застосування зазвичай використовують стельові або кутові пристрої. Перед вибором датчика важливо заздалегідь визначити місце його встановлення. Принцип роботи ультразвукового датчика відображено на рисунку 2.3 [3].

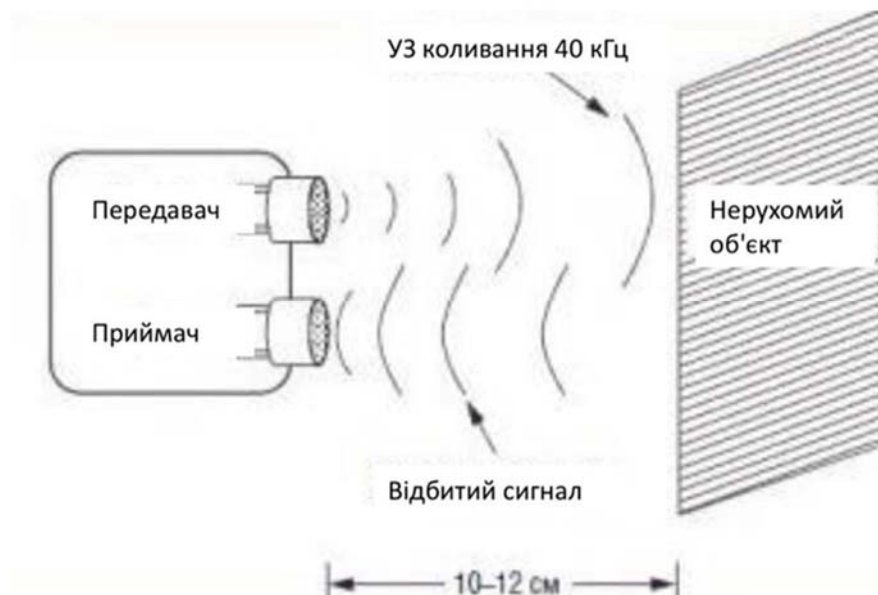


Рисунок 2.3 – Принцип роботи ультразвукового датчика руху

Ультразвукові датчики класифікуються також за конструкцією. Вуличні моделі оснащені захисними корпусами, що захищають прилад від дощу, пилу та механічних пошкоджень. Побутові моделі, встановлювані в приміщеннях, мають менший рівень захисту, оскільки в цьому немає потреби[3].

Конструктивно датчик складається з генератора ультразвукових хвиль із частотою від 20 до 60 кГц і приймача. Хвилі, випромінювані генератором, відбиваються від об'єктів і повертаються до приймача. Зміна параметрів

відбитої хвилі сигналізує про рух, після чого інформація передається на керуючий пристрій[3].

Корпус ультразвукових датчиків виготовляється із високоякісного пластику або металу, залежно від призначення. Для захисту лінз часто використовується міцне гартоване скло, що забезпечує додаткову стійкість до механічних пошкоджень. Монтаж зазвичай виконується за допомогою кронштейнів, які входять до комплекту [4].

Датчик реагує на переміщення, передаючи сигнал на реле, яке можна налаштувати вручну. Це дозволяє визначати час спрацьовування та задавати інші параметри роботи пристрою.

Сучасні бездротові моделі ультразвукових датчиків оснащені автоматикою, яка забезпечує контроль за зоною покриття без необхідності підключення до мережі. Вони працюють автономно, що робить їх зручними для використання в важкодоступних місцях.

Правильне налаштування датчика є надзвичайно важливим. Невірні налаштування можуть призвести до хибних спрацьовувань, наприклад, через пориви вітру чи переміщення тварин. Тому необхідно дотримуватися інструкцій або звертатися до фахівців [4].

При встановленні датчика потрібно уникати розташування в зонах з яскравим освітленням від ламп або інших джерел. Також не допускається наявність перешкод у зоні контролю, таких як великі предмети чи нагрівальні прилади, оскільки це може вплинути на точність роботи датчика [4].

Для вуличного використання важливо заздалегідь скласти план території, щоб уникнути перешкод на шляху дії датчика, таких як дерева, споруди чи надто яскраві джерела світла.

Основні переваги ультразвукових датчиків:

- висока точність;
- функціональність;
- стабільна робота за будь-яких погодних умов;
- економічність;

- комфорт у використанні;
- доступна вартість.

До недоліків можна віднести:

- складність монтажу;
- можливий дискомфорт для домашніх тварин;
- ризик хибних спрацьовувань.

Радіохвильовий датчик руху

Радіохвильові датчики руху активно використовуються в охоронних системах як у приміщеннях, так і на відкритому повітрі. Їх можна монтувати приховано, сховавши в коробках із матеріалів, через які проходять радіохвилі, таких як дерево, пластик чи дерев'яні плити.

Спрацювання радіохвильового датчика відбувається у разі порушення контрольованої зони. Він реагує на такі параметри, як розмір об'єкта, його швидкість, напрямок руху та інші фактори, що впливають на цілісність захищеної зони [5].

За принципом дії радіохвильові датчики поділяються на два основні типи. У першому типі джерело і приймач радіохвиль об'єднані в одному пристрої. Для підвищення ефективності такого датчика на протилежній стіні встановлюють відбивач радіохвиль.

Другий тип включає окремий передавач і приймач, які формують безперервний бар'єр еліпсоїдної форми. Такі датчики зазвичай використовуються для моніторингу периметрів [5].

Принцип роботи радіохвильового датчика базується на ефекті Доплера. Пристрій випромінює радіохвилю, яка відбивається від рухомого об'єкта, змінюючи свою частоту та довжину. Приймач фіксує ці зміни та порівнює отриманий сигнал із заздалегідь заданими параметрами. У разі виявлення відхилень спрацьовує сигналізація. Принцип роботи радіохвильового датчика наведений на рисунку 2.4 [5].



Рисунок 2.4 – Принцип роботи радіохвильового датчика

Сучасні моделі радіохвильових датчиків оснащені захистом від хибних спрацьовувань. Це забезпечується складними алгоритмами обробки сигналу, наприклад, виключенням активації при виявленні домашніх тварин у зоні дії [5].

Основні переваги радіохвильових датчиків:

- нечутливість до потоків світла чи протягів;
- можливість прихованого монтажу.

До недоліків можна віднести[5]:

- проникнення радіохвиль через матеріали, такі як скло, дерево, гіпсокартон, а частково й через тонкі цегляні або гіпсоблоки;
 - ризик створення перешкод для інших радіопристроїв у разі неправильної конфігурації[5];
 - при частому контакті з активним датчиком можливий негативний вплив на здоров'я.

Для коректної роботи радіохвильового датчика слід враховувати зовнішні чинники, такі як вібрація, вологість і сильний вітер. Рекомендується дотримуватися таких правил:

- уникати розташування дерев, кущів чи високої трави в зоні дії;
- мінімізувати рух транспорту чи людей поблизу контрольованої території;

- захищати пристрій від потрапляння води;
- уникати вібрацій і сильних поривів вітру понад 30 м/с.
- суворо дотримуватися регламентації роботи радіохвильових датчиків, норм правил та правил рекомендованих виробником.

Мікрохвильовий датчик руху

Принцип роботи мікрохвильового датчика багато в чому схожий із роботою інфрачервоного. Головна відмінність полягає у використанні мікрохвиль, які випромінює пристрій. Такі датчики часто комбінують із іншими типами, створюючи універсальні моделі[6].

Основний механізм дії мікрохвильового датчика простий: пристрій випромінює мікрохвилі, які допомагають визначити наявність стороннього об'єкта у зоні дії[6].

Кожну секунду датчик посилає мікрохвилі на задану відстань. Повертаючись назад, вони фіксуються приймачем. Якщо хвиля натрапляє на об'єкт, її структура змінюється. Пристрій розпізнає ці зміни й подає сигнал тривоги. Принцип роботи мікрохвильового датчика наведений на рисунку 2.5 [6].

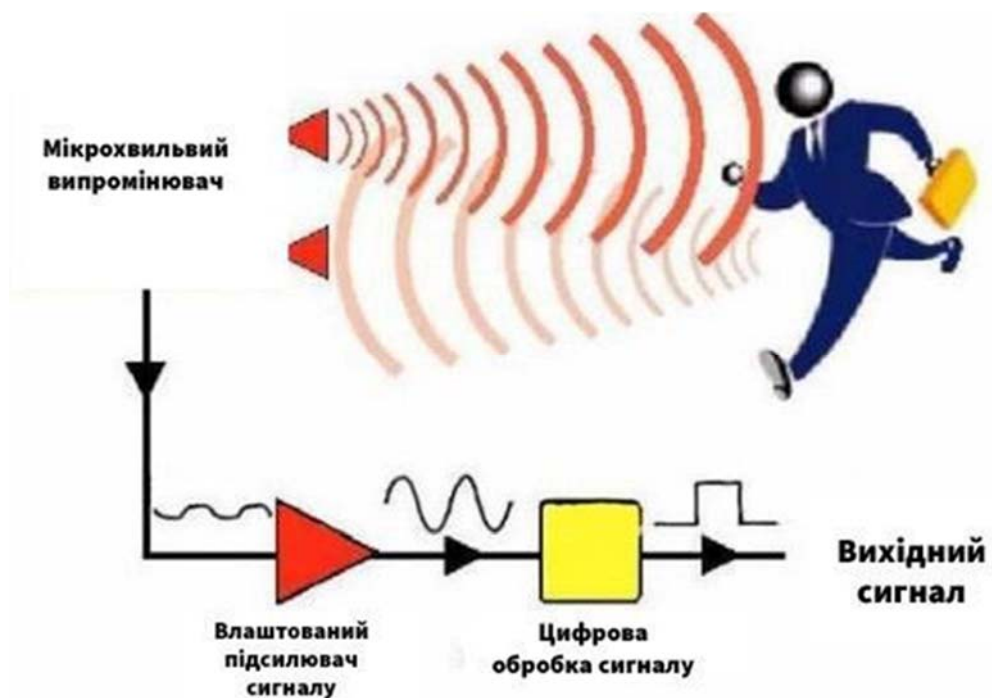


Рисунок 2.5– Принцип роботи мікрохвильового датчика

Принцип роботи мікрохвильового датчика базується на ефекті Доплера. Аналізується зміна довжини хвилі, яка відбивається від рухомого об'єкта. Якщо виявлено відхилення від нормальних параметрів, пристрій активує тривогу.

Мікрохвильові датчики поділяються на кілька видів залежно від місця встановлення. Це можуть бути настінні, стельові чи приховані моделі, вмонтовані у стелю[6].

Існує також розподіл на пристрої для внутрішнього та зовнішнього використання. Зовнішні моделі мають підвищену міцність і захист, але й коштують дорожче[6].

До переваг мікрохвильових датчиків можна віднести[6]:

- високу чутливість;
- можливість роботи від мережі або батарей;
- безшумність;
- компактність;
- легкість монтажу;
- комплектність усім необхідним для встановлення.

До недоліків можна віднести[6]:

- обмежений кут огляду (до 180 градусів);
- невелика висота кріплення (до 2,5 м);
- висока ціна;
- можливість раннього виходу з ладу;
- складність придбання через обмежену доступність у роздрібній торгівлі.

Монтаж мікрохвильового датчика залежить від його моделі. Виробник завжди додає інструкцію, яку необхідно суворо дотримуватися під час встановлення.

Основними етапами є пошук загального нуля, фази виходу та фази фасаду. Важливо враховувати, що колір дротів може відрізнитися залежно від моделі. Дотримання інструкцій виробника гарантує коректну установку [7].

Важливо правильно розташувати датчик. Наприклад, пристрої, призначені для монтажу на стіну, не можуть встановлюватися на підлогу чи стелю. Детальні схеми підключення та монтажу надаються виробником [7].

Для початку налаштувань потрібно вибрати місце для джерела живлення. Оптимально, щоб розетка знаходилася поруч із датчиком. Потім слід виконати підключення відповідно до інструкції виробника[7].

Наступний етап – корекція діафрагми. Необхідно налаштувати кут огляду датчика відповідно до потреб користувача. Після цього закрити корпус приладу, вимкнути світло та підключити пристрій до мережі або батарей.

Після завершення монтажу та налаштувань слід перевірити роботу датчика. Випробування включають оцінку чутливості, часу спрацювання та відповідності рівня освітлення. Якщо перевірка пройшла успішно, пристрій готовий до використання [7].

Мікрохвильові датчики – це інноваційна технологія, яка продовжує активно розвиватися. Їхні можливості дозволяють підвищувати рівень безпеки та створювати нові ефективні рішення для захисту людей і майна [7].

Комбінований датчик руху

Сучасні дослідження у сфері охоронних систем спрямовані на поєднання різних методів виявлення. Комбіновані датчики стали результатом такого підходу, що дозволяє ефективніше використовувати їх можливості.

Основна перевага таких пристроїв – значне зменшення кількості хибних спрацювань, що робить їх більш надійними у використанні.

Комбіновані системи виявлення представлені двома основними видами датчиків[8].

Суміщений датчик руху – це пристрій, у корпусі якого розташовані два незалежні датчики з різними принципами роботи. Наприклад, один із сенсорів може реагувати на звуки розбиття скла, а інший – на інфрачервоне випромінювання рухомих об'єктів. Кожен із сенсорів виконує свою функцію

автономно, маючи окремий вихід для подачі сигналу. Такі пристрої часто оснащуються комутаторами, які дозволяють змінювати логіку їх роботи[8].

Комбінований датчик руху – це пристрій, що поєднує різні види сенсорів для виявлення одного параметра. Наприклад, датчик, який використовує інфрачервоне випромінювання та ультразвукові хвилі. Його принцип роботи найчастіше базується на логіці «АБО»: сигнал тривоги активується, якщо обидва сенсори виявляють порушення [8].

Принцип роботи суміщених і комбінованих датчиків може бути організований за двома логічними схемами[8]:

- Логіка «І» – сигнал надходить, якщо один із сенсорів спрацьовує самостійно;
- Логіка «АБО» – сигнал активується тільки тоді, коли обидва сенсори фіксують порушення.

Часто суміщені датчики поєднують інфрачервоні сенсори з акустичними детекторами. Такий пристрій може одночасно виявляти рух у зоні дії ІЧ сенсора та реагувати на звуки розбиття скла [8].

Суміщені датчики широко застосовуються у системах безпеки, де можна розділяти сигнали від різних сенсорів. Наприклад, акустичний сенсор може бути підключений до одного шлейфу, а сенсор руху – до іншого, що забезпечує більшу гнучкість у роботі системи сигналізації[8].

Робота суміщених датчиків може бути налаштована за логікою «І», навіть якщо така функція не передбачена виробником. Для цього виходи сенсорів об'єднуються паралельно, і сигнал формується лише тоді, коли обидва сенсори подають сигнали[8]. Принцип комбінованого датчика наведений на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Принцип роботи комбінованого датчика руху

Комбіновані датчики, що поєднують інфрачервоні та ультразвукові сенсори, є найбільш поширеними. Вони мають один вихід для сигналу та дозволяють змінювати логіку роботи за допомогою перемикача.

Перевага таких пристроїв полягає у компенсації недоліків кожного виду сенсорів[8]:

- Інфрачервоні сенсори найкраще виявляють об'єкти, що рухаються перпендикулярно до зони сканування, але мають знижену чутливість до радіального руху;
- СВЧ і УЗ сенсори працюють за принципом Доплера, ефективно фіксуючи об'єкти, що рухаються до них чи від них.

Поєднання цих двох технологій дозволяє створювати універсальні пристрої, які мінімізують недоліки окремих сенсорів.

Наприклад, комбінований ІЧ + СВЧ датчик володіє високою стійкістю до конвекційних потоків гарячого повітря, світла люмінесцентних ламп і проникнення комах. Він також здатний ігнорувати рухи домашніх тварин вагою до 20 кг[8].

Комбінований ІЧ + УЗ датчик ефективний для великих приміщень із дальністю виявлення до 10 м і шириною зони контролю до 12 м. Рекомендована висота установки – не більше 2,2 м [8].

Суміщений ІЧ + АК (акустичний) датчик застосовується для виявлення руху та контролю руйнування будівельних конструкцій. Дальність його дії – до 6 м, що робить його ефективним для невеликих приміщень [8].

Використання комбінованих і суміщених датчиків дозволяє підвищити ефективність систем безпеки, зменшити витрати на встановлення та налаштування, а також забезпечити більшу гнучкість і надійність охоронних систем [8].

Фотоелектричні датчики (фотодатчики)

Фотоелектричні датчики працюють на основі випромінювання та прийому світла для виявлення об'єктів (рис. 2.7).

Основні компоненти:

- джерело світла (світлодіод, лазер або інший світловий елемент);
- фотоприймач (фотодіод або фототранзистор), який виявляє світло;
- електронна схема обробки сигналу, яка перетворює зміну світлового потоку на електричний сигнал.

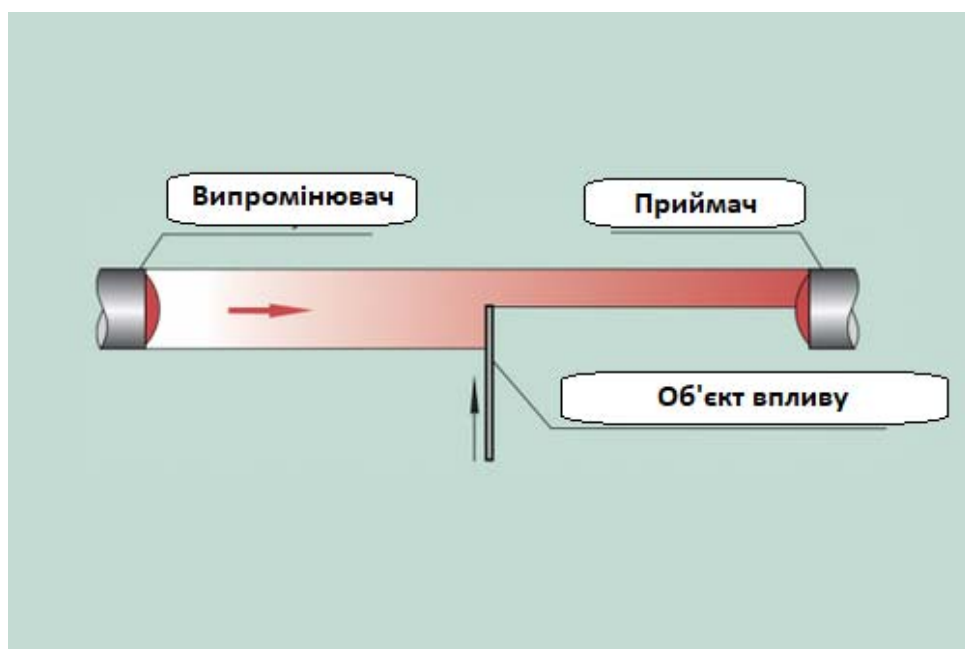


Рисунок 2.7 – Принцип роботи фотоелектронного датчика

Залежно від способу взаємодії світла з об'єктом, розрізняють три основні принципи роботи: дифузний датчик, рефлекторний датчик (з використанням відбивача), бар'єрний датчик (черезпроменевий).

Принцип роботи дифузного датчика полягає у випромінюванні світлового променя, який відбивається від об'єкта й повертається до фотоприймача. Особливістю є те, що виявлення залежить від відбивної здатності об'єкта. Використовується для об'єктів із гарною відбивною поверхнею на невеликих відстанях.


Принцип роботи рефлекторного датчика (з використанням відбивача) полягає у спрямуванні світлового променя на відбивач, який повертає світло до датчика, і якщо об'єкт блокує промінь, датчик реагує. Особливістю є більш стабільний стан датчику, який не залежить від кольору або відбивної здатності об'єкта. Використовується для довгих відстаней, зокрема для забезпечення контролю габаритів.

Принцип роботи бар'єрного датчика (черезпроменевого) полягає у спрямуванні світлового променя між передавачем і приймачем. Якщо об'єкт блокує промінь, датчик спрацьовує. Особливістю є найвищий рівень точності, що дозволяє працювати на великих відстанях. Використовується у системах контролю великих габаритів або довгих об'єктів.

Більшість фотоелектричних датчиків M18 DC мають трипровідне підключення: коричневий провід (подача живлення (+V)), синій провід (нуль або мінус живлення (GND)) та чорний провід (сигнальний вихід (PNP або NPN)).

Для контролю габаритів рухомого складу на залізничному транспорті рекомендується використовувати високоточні та надійні фотоелектричні датчики M18 DC. У таблиці 2.2.1 зазначено декілька моделей, які можуть відповідати нашим вимогам.

Таблиця 2.2.1 – Характеристики фотоелектричних датчиків M18 DC

Назва датчику	Omron E3FA-DN12	Sick GR18S	Carlo Gavazzi PA18CAD10P ASA	Pepperl+Fuchs ML100-8-H-100-RT/102/115	Banner Engineering QS18VN6D
Тип датчику	Дифузний датчик	Рефлекторний датчик з поляризацією	Дифузний датчик	Рефлекторний датчик	Дифузний датчик
Діапазон виявлення	до 2 м	до 5 м	до 10 см	до 3 м	до 800 мм
Вихід	NPN, NO/NC	PNP, NO/NC	PNP, NO	NPN, NO/NC	NPN, NO
Робоча напруга	10-30 В DC	10-30 В DC	10-30 В DC	10-30 В DC	10-30 В DC
Супінь захисту	IP67	IP67	IP67	IP67	IP67
Переваги	Висока надійність, стійкість до зовнішніх впливів, простота налаштування	Довгий діапазон виявлення, висока точність, стійкість до пилу та вологи.	Компактний розмір, висока точність на коротких відстанях, доступна ціна.	Висока швидкість реакції, стійкість до зовнішніх впливів, універсальність монтажу.	Широкий діапазон налаштувань, компактний дизайн, висока надійність.
Недоліки	Вища ціна порівняно з аналогами.	Необхідність використання відбивача, що може ускладнити монтаж.	Обмежений діапазон виявлення, підходить лише для близького розташування до об'єкта.	Необхідність точної юстировки з відбивачем.	Обмежений діапазон виявлення порівняно з рефлекторними датчиками.
Орієнтовна вартість	70 USD	90 USD	50 USD	65 USD	60 USD
Фото датчиків					

З огляду на технічні характеристики, вартість та вимоги до контролю габаритів рухомого складу, датчик **Sick GR18S** є оптимальним вибором. Він забезпечує довгий діапазон виявлення до 5 м, високу точність та надійність в умовах залізничного транспорту. Хоча його вартість дещо вища, переваги у функціональності та стійкості виправдовують інвестицію.

Фотоелектричний датчик **Sick GR18S** – це високоякісний пристрій, спеціально розроблений для точного виявлення об'єктів у складних умовах. Завдяки своїм технічним характеристикам і надійності, він є ідеальним

вибором для контролю габаритів рухомого складу на залізничному транспорті.

Основні характеристики:

Тип: Рефлекторний датчик з поляризаційним фільтром.

Робочий діапазон: до 5 м (з використанням відповідного відбивача).

Тип виходу: PNP (NO/NC, програмований).

Робоча напруга: 10–30 В DC.

Частота перемикання: до 1 кГц.

Температурний діапазон: від -25 °С до +55 °С.

Ступінь захисту: IP67, що забезпечує захист від пилу та води.

Матеріал корпусу: Пластик із високою ударостійкістю.

Споживання струму: < 30 мА.

Підключення: Кабель довжиною 2 м або роз'єм M12 (залежить від модифікації).

Переваги датчика Sick GR18S:

- довгий діапазон виявлення (забезпечує контроль габаритів навіть для великих об'єктів або транспортних засобів);
- надійна робота в складних умовах (завдяки IP67 датчик може працювати в запилених та вологих середовищах, характерних для залізничної інфраструктури);
- поляризаційний фільтр (дозволяє уникнути помилкових спрацьовувань від відбитого світла);
- висока частота перемикання (ідеально підходить для високошвидкісного контролю рухомих об'єктів);
- простота інтеграції (компактний дизайн і стандартний розмір M18 полегшують монтаж у системи автоматизації);
- економія енергії (низьке енергоспоживання дозволяє зменшити витрати).

Недоліки датчика Sick GR18S:

- Необхідність використання відбивача (для роботи потрібен якісний

рефлектор, що додає вимог до монтажу);

- Ціна (вища за деякі аналоги, однак виправдана технічними можливостями);

- залежність від чистоти лінз (для стабільної роботи потрібно періодично очищати лінзи від пилу або бруду).

За допомогою датчика Sick GR18S можна забезпечити:

- контроль габаритів рухомого складу на залізничному транспорті;
- виявлення сторонніх об'єктів на коліях;
- контроль розташування вантажів або вагонів.

Отже, датчик **Sick GR18S** – це відмінний вибір для забезпечення безпеки та точного контролю габаритів рухомого складу на залізничному транспорті. Його довговічність, універсальність і точність виправдовують початкові інвестиції.

2.3 Висновки до другого розділу

Було розглянуто класифікацію датчиків, проведено аналіз за їх типом та призначенням. З результатів аналізу робимо висновок, що для розроблення підсистеми контролю габаритів підходить саме датчик **Sick GR18S**. Завдяки цим фотоелектричним датчикам буде реалізовано контроль габариту рухомого складу, які у свою чергу замінять застарілу систему контрольного дроту для забезпечення надійної, безпечної, безперебійної перевізної роботи залізничним транспортом України.

3 РОЗРОБКА КОНТРОЛЬНО-ГАБАРИТНОГО ПРИСТРОЮ НА СУЧАСНІЙ ЕЛЕМЕНТНІЙ БАЗІ

3.1 Вимоги ПТЕ до габаритів наближення споруд і принцип роботи контрольно - габаритного пристрою

Габарит наближення споруд – це максимально допустимий поперечний контур, перпендикулярний до осі залізничної колії, у межах якого не повинні знаходитися жодні елементи споруд або обладнання, за винятком тих, що безпосередньо взаємодіють із рухомим складом. До таких винятків належать, наприклад, вагонні уповільнювачі, контактна мережа та інші спеціалізовані пристрої, функціонування яких передбачає їхній контакт із поїздами.

Згідно з положеннями державного стандарту ГОСТ 9238-83, визначаються два основних типи габаритів наближення споруд: С і Сн.

Інфраструктура (споруди та пристрої) загальної мережі залізниць України та під'їзних колій, що з'єднують промислові та транспортні підприємства зі станціями примикання, повинні відповідати стандартам габариту наближення споруд типу С, встановленого державними нормативами.

Споруди й обладнання, розташовані на територіях заводів, фабрик, депо, річкових і морських портів, шахт, складів, майстерень, кар'єрів, електростанцій та інших промислових та транспортних підприємств, повинні відповідати вимогам габариту наближення споруд типу Сн. Ці норми регулюються державним стандартом і застосовуються до систем, що перебувають під управлінням Державної адміністрації залізничного транспорту України.

Дотримання вимог габаритів С і Сн є обов'язковим на всіх етапах проектування, будівництва, реконструкції залізничної інфраструктури, електрифікації залізниць та впровадження нових споруд і пристроїв. Крім того, ці вимоги мають виконуватися при експлуатації та модернізації існуючих об'єктів, навіть якщо вони були створені за старими нормами.

Особливості застосування габаритів С і Сн, а також порядок перевірки і усунення невідповідностей визначені в «Інструкції щодо застосування габаритів наближення споруд ГОСТ 9238-83».

Під час реконструкції особливу увагу слід приділяти спорудам і пристроям, які не відповідають вимогам транспортування перспективного рухомого складу габаритів $T_{пр}$ і $T_{ц}$, або вантажів, розрахованих за зональним габаритом.

Заборонено порушувати габарити споруд та пристроїв під час виконання ремонтних, будівельних чи інших робіт.

Контрольно-габаритні пристрої забезпечують своєчасне виявлення вантажів, що виходять за межі допустимого габариту під час руху поїзда. Їхня конструкція включає дротяний контур, розташований за обрисом габариту С, який закріплюється на залізобетонних стійках. Поїзди проходять через цей контур перед в'їздом у тунелі чи на мости. Якщо вантаж у складі поїзда перевищує допустимі габарити, контрольний дріт (рисунок 3.1) рветься, розриваючи електричний сигнальний ланцюг. У результаті знеструмлюється контрольне реле, що активує сигналізацію на станції (звукову та світлову) і включає червоні сигнали на загороджувальних світлофорах.

Контур дротяного пристрою проектується з урахуванням габариту С, що дозволяє безперешкодно пропускати через контрольний - габаритний пристрій всі поїзди з вантажами допустимих ступенів негабаритності.

У разі потреби геометрію контрольного дротяного контуру можна змінити, наприклад, для захисту негабаритних споруд, використовуючи відповідні кріпильні елементи.

Контрольний контур (рис. 3.2) фіксується наконечниками на консолях, які кріпляться до залізобетонних стійок (залізобетонних центрифугованих опор контактної мережі) або до поперечних жорстких опор.

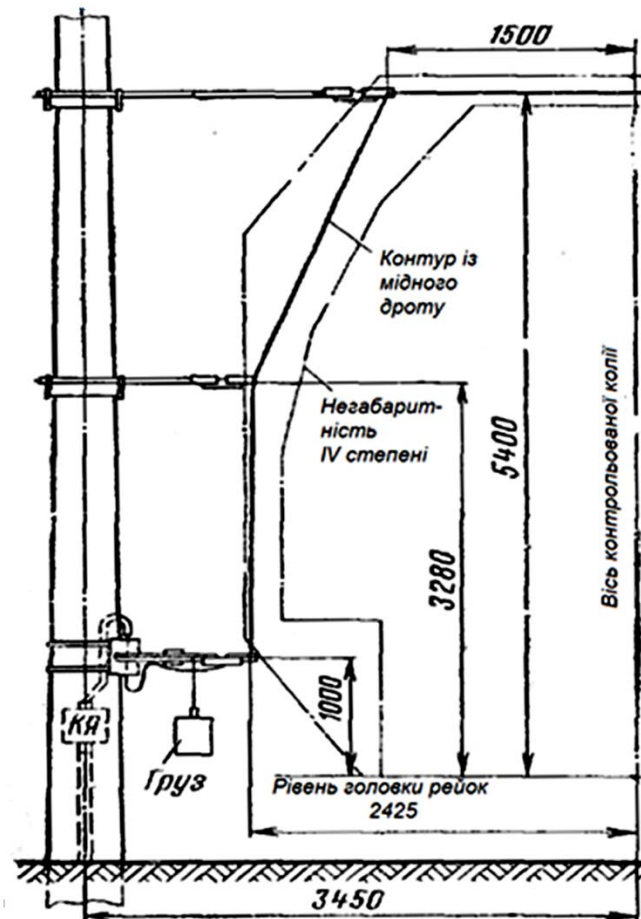


Рисунок 3.1 – Схема закріплення контрольного дроту



Рисунок 3.2 – Контрольний дріт контрольно - габаритного пристрою на перегоні Перещепине – Бузівка регіональної філії «Придніпровська залізниця» АТ «Укрзалізниця»

На ділянках залізничного транспорту, обладнаних електричною тягою, прокладання контрольного контуру вздовж верхньої частини рухомого складу є неможливим через наявність контактної мережі та струмознімальних пристроїв (струмоприймачів електровозів та електропоїздів). У зв'язку з цим контрольний контур забезпечує моніторинг лише однієї сторони поїзда. Для перевірки протилежної сторони встановлюється додатковий ідентичний пристрій.

Контрольний дріт закріплюється на кінцевих консолях, тоді як на проміжних опорах він проходить через спеціальні наконечники. Для забезпечення стійкості всієї конструкції використовується вантаж, який створює необхідний рівень натягу. При діаметрі контрольного дроту 1,0–1,5 мм натяг має складати від 6 до 15 кг.

Для підключення контрольного дроту до схеми сповіщення на стійці встановлюють захисну трубу та кабельний ящик.

Оскільки контрольно-габаритні пристрої (КГП) мають забезпечувати сповіщення про наближення потяга з вантажем, що перевищує допустимі габарити, їх розміщують перед вхідними світлофорами станцій, прилеглих до перегонів з мостами чи тунелями. Це дає можливість вчасно зупинити поїзд або забезпечити безпечний його проїзд. У таких випадках загороджувальним сигналом виступає вихідний світлофор. Якщо контрольний дріт обірвано, відповідний вихідний світлофор автоматично перемикається на червоний сигнал. Якщо ж він був закритим, то залишається заблокованим у цьому положенні.

Для того, щоб машиніст міг своєчасно відреагувати на зміну сигналу на червоний і зупинити потяг, КГП встановлюється перед вхідним світлофором на відстані, яка дорівнює максимальній довжині навантаженого поїзда збільшеної на додаткові 150–200 метрів. Місце встановлення КГП визначають комісійно.

Електрична схема КГП (рис. 3.3) працює на змінному струмі, що подається зі станції через контрольний ланцюг. Напруга 220 В надходить на

трансформатор Тр1 (типу ПТ-25А) і знижується до 60 В. Ця напруга через контрольне реле 1КГ (АНШ2-1600) і конденсатор С1 (16 мкФ) подається на трансформатор Тр2 (ПТМ-А). Його вторинна обмотка генерує низьку напругу (до 1 В), яка через селеновий випрямляч і контрольний контур надходить на реле 2КГ (НР2-2). У справному ланцюзі реле 2КГ залишається під струмом, його контакти замкнені на резистор R1 і діод Б8С, забезпечуючи циркуляцію постійної складової струму в лінійному ланцюзі. Завдяки цьому реле 1КГ утримує якір у притягнутому положенні.

При обриві ланцюга реле 2КГ відпускає якір, розмикаючи ланцюг діода. У результаті реле 1КГ також відпускає якір, активуючи сигналізацію (лампу КГЛ і дзвінки ЗВ1 на пульті та ЗВ2 – зовнішній). Дзвінки можна вимкнути, натиснувши кнопку ВКГ.

Крім того, реле 1КГ своїм контактом розриває ланцюг керування сигнальними реле вихідних світлофорів. Запобіжники Пр1 і Пр2 захищають схему від перевантажень, а також виконують функцію зручних вимикачів для окремих елементів системи. Аналогічне призначення мають запобіжники Пр4 і Пр5. Детальна схема забезпечує надійність роботи КГП та його зв'язок з сигнальними пристроями.

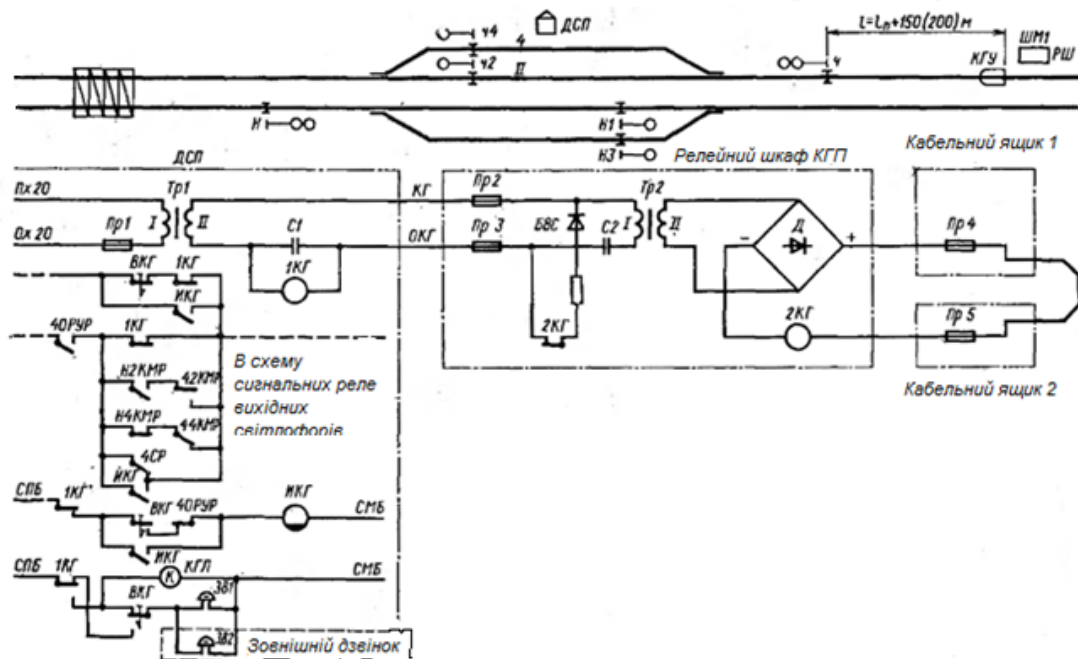


Рисунок 3.3 – Схема включення контрольно - габаритного пристрою

3.2 Структурна схема контрольно-габаритного пристрою зі схемою автоматичної фіксації результатів

У структурній схемі контрольно-габаритного пристрою (КГП) з автоматичною фіксацією результатів передбачено функціональне поєднання компонентів для забезпечення точного та безперервного моніторингу габариту рухомого складу. Ця схема представлена у відповідних презентаційних матеріалах.

Основними елементами КГП є:

- **Мікроконтролер (МК)** – відповідає за управління режимами роботи пристрою, обробку даних, алгоритми читання та запису інформації.;
- **Пристрій фіксації** – включає вузли фіксації дискретних сигналів та аналого-цифровий перетворювач (АЦП) для перетворення аналогових даних у цифрові;
- **Вузол об'єктів управління** – взаємодіє з пристроєм керування, що складається зі схем управління світлофорами, ув'язки з ними, а також системи сповіщення на пульті ДСП.

Функціонування КГП базується на передачі обробленої інформації від мікроконтролера через модем до каналу диспетчерської централізації (ДЦ) та автоматизованого робочого місця АРМ ДСП.

3.3 Принцип роботи КГП

Запропонована автоматизована підсистема з контрольно-габаритним пристроєм виконуватиме наступні функції: безперервний контроль габариту рухомого складу, передача інформації на АРМ ДСП, змінному інженеру дистанції та інші оперативні інстанції про визначене точне місце в рухомому складі, яке призвело до спрацювання пристрою з порушення бокового та нижнього габариту, що значно скоротить час на пошук вагону, в якому відбувся розвал вантажу. Точне визначення місця в рухомому складі, яке призвело до спрацювання системи можливе за рахунок використання точкових колійних датчиків рахування осей рухомого складу, а при

спрацьовуванні КГП відновлювати працездатність системи не має необхідності, так як для контролю замість мідної струни використовуються безконтактні датчики, які при спрацьовуванні не втрачають свою працездатність. Пристрої контролю, враховуючи погодні умови, виконані на різних конструктивних елементах з послідуочим резервуванням. Крім цього за рахунок постійного контролю є можливість автоматичного ведення журналів для фіксації результатів. Перевагою даної системи є те, що її використання можливе як в якості окремого модулю, так і в якості вузла мікропроцесорної диспетчерської централізації «Каскад». Принципову схему відображено у презентаційному матеріалі.

При проході рухомого складу з вантажем, який виступає за межі нижнього або бокового габариту спрацьовують датчики з приймачами (лазерні фотодатчики). Для виключення хибного спрацювання датчики руху зарезервовано потрійним резервуванням. При спрацюванні всіх видів датчиків з приймачами сигнали поступають на реєстри для фіксації результатів. Сигнали від системи відліку осей теж поступають на інший реєстр. Після фіксації негабаритності вихідний сигнал від реєстрів поступає на мультиплексор, підсилюється і поступає на мікроконтролер. Мікроконтролер видає команду на спрацювання індикації на пульту управління ДСП, перекриття вихідного світлофора та визначає точне місце в рухомому складі негабаритності і передає інформацію через модем на АРМ ДСП та АРМ ШН. Також інформація через модем поступає в канал диспетчерської централізації «Каскад», де може бути використана різними структурними підрозділами.

Для контролю працездатності датчиків використовуємо АЦП, щоб оцифрувати сигнали при тестовому опитуванні.

Для контролю нижнього габариту застосовуємо пристрій контролю сходу рухомого складу УКСПС-П іноземного виробництва, який призначений для:

- автоматичного виявлення сходу рухомого складу, а також виявлення волочіння деталей рухомого складу і вантажу, що виступає за нижній габарит рухомого складу;

- автоматичного створення сигналу за наявності нештатної ситуації і передачі його на облаштування інтервального регулювання руху поїздів з метою заборони потягу слідувати з перегону на станцію, зі станції на перегін, мости тунелі і інші штучні споруди і об'єкти підвищеної небезпеки.

Цей пристрій є додатковим засобом підвищення безпеки руху поїздів на залізничному транспорті.

Для контролю бокових габаритів використовуємо лазерні датчики моделі **Sick GR18S** (Німеччина). Ці датчики працюють по принципу оптичної триангуляції, володіють високою точністю і швидкістю вимірів на великих відстанях, володіють хорошими характеристиками вихідного сигналу, невимогливі до геометрії об'єкта виміру, його матеріалу. Габарити оптичних датчиків незначні і тому їх монтаж можна здійснювати у будь-яких умовах. Дія зовнішніх несприятливих умов (дощ, сніг, град та інше), безумовно впливають на показання датчиків, проте цей вплив мінімальний і точність вимірів практично не змінюється, оскільки в алгоритмі роботи датчика закладена можливість проводити інтегральні виміри при досить великій частоті вимірів. Таким чином, використання оптичних безконтактних датчиків для контролю габариту рухомого складу найбільш найприйнятніше, оскільки саме цей тип датчиків відповідає основним вимогам.

Для забезпечення резервування та підвищення надійності роботи системи встановлюються додаткові СВЧ-датчики. Використовуються комбіновані пристрої, які об'єднують пасивний інфрачервоний (ІК) сповіщувач та СВЧ-детектор із можливістю плавного регулювання чутливості. У цьому випадку застосовуються датчики фірми CROW, модель SRDT-15, виробництва Ізраїлю.

Основні технічні характеристики датчика:

- Напруга живлення: 7,8...16 В;

- Струм споживання: 32 мА;
- Захист від радіочастотного випромінювання: 30 В/м у діапазоні 10-1000 МГц;
- Захист від електромагнітного випромінювання: до 50 000 В;
- Вага пристрою: 121 г;
- Наявність тампера типу НЗ;
- Тривожний вихід: НЗ;
- Зона детекції: 18 м × 18 м;
- Кут охоплення: 105°;
- Дальність СВЧ-детекції: 15 м;
- Мікропроцесорна обробка сигналів;
- Два види регулювання чутливості.

Поєднання ІК та СВЧ технологій у цьому пристрої дозволяє забезпечити високу точність виявлення руху та мінімізувати ймовірність хибних спрацьовувань, що робить його надійним вибором для сучасних систем безпеки.

Для відліку осей при проході рухомого складу використовуємо педаль безконтактну електронну типу ПЭ-1 іноземного виробництва (рис. 3.3), призначену для роботи в пристроях залізничної автоматики для фіксації проходження колісної пари в визначеному місці. Основні технічні характеристики:

- діапазон швидкостей – 0-300 км/год;
- погрішність фіксації центру осі колісної пари в діапазоні швидкостей 0...100 км/год - не більше+ 10 мм.;
- чутливість виробу забезпечує його працездатність при відстані від головки рейки до верхньої площості - до 70 мм.;
- напруга живлення – 15 В постійного струму;
- струм споживання – 0,12 А;
- струм споживання в режимі безструмового імпульсу – 0,01 А;

- тривалість вихідного безструмового імпульсу – 1 мс;
- відсутня залежність параметрів вихідного імпульсу від швидкості руху колісної пари;
- робочий діапазон температур - $-50 +60\text{ C}^{\circ}$;
- гарнітура кріплення дозволяє установку педалі на рейки типу Р75, Р65, і Р50.

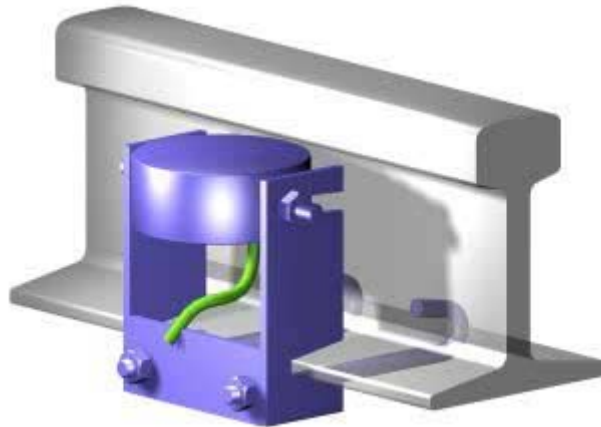


Рисунок 3.3– Зовнішній вигляд педалі ПЭ-1

Сигнали від різних типів датчиків поступають на регістри.

В якості пристроїв фіксації аналогових сигналів та фіксації дискретних сигналів ми візьмемо мікросхему К555ІР22 – восьмирозрядний регістр – зацілка відображення даних, вихідні буферні підсилювачі якого мають третій Z – стан. Схема регістру складається з двох частин. Перша частина – це вісім D – тригерів з входом дозволу паралельного запису PE . Поки напруга на вході PE високого рівня, дані від паралельних входів D – тригерів $D0$ – $D7$ відображаються на виходах $Q0$ – $Q7$. Подачею на вхід PE напруги низького рівня дозволу запису в тригери нового восьмибітного байту. Друга вихідна частина пристрою керується по виводу дозволу $E0$. Її вісім буферних ключових вихідних підсилювачів відрізняються більшою навантажною здатністю та мають Z – стан.

На вхід $E0$ дати напругу низького рівня, дані з тригерів регістру пройдуть на виходи $Q0$ – $Q7$. Ці виходи розімкнуться, якщо на вхід $E0$ подати напругу

високого рівня. Буферний вхід має гістерезис Шмідта $\pm 400\text{мВ}$, що підвищує перешкодостійкість при перемиканні.

Споживаючий регістром К555ІР22 струм 40 мА; вихідний струм буферного виходу кожного розряду не менш 30 мА, що дозволяє обслуговувати шини з ємнісним характером навантаження (пам'ять МОП, мікропроцесорна система). Час затримки розповсюдження даних від входів до виходів 32 нс; час включення виходів від Z – стану складає: до напруги високого вихідного рівня – 20 нс, низького – 28 нс. При переході до Z – стану від напруги високого рівня потрібен інтервал 45 нс, від низького – 24 нс.

3.4 Принцип роботи системи САКМА

Система автоматичного контролю механізму автозчеплення (САКМА) розроблена для виявлення несправностей автозчепних пристроїв, які можуть призвести до саморозчеплення вагонів у русі. Обладнання розміщується на початку шляхів парку прибуття станцій, де склад вагонів проходить контрольну зону з низькою швидкістю.

Принцип роботи САКМА базується на оптичному методі із застосуванням двох газових лазерів, які встановлені на траверсі на висоті 13–15 метрів над рівнем рейок (рис. 3.4). Промені лазерів перехрещуються, що дозволяє обійти контактний провід на електрифікованих ділянках. Між рейками розташовуються фотоприймачі, які реєструють лазерні промені, що проходять через зів автозчепів. Якщо замок автозчеплення знаходиться у напіввтопленому стані, промінь проходить через контур і реєструється фотоприймачем, що свідчить про несправність.

Для виявлення дефектів поглинального пристрою використовується інший оптичний метод. Пристрій розміщується між рейками та заглиблюється в баласт. Світловий промінь спрямовується на нижню частину хвостовика автозчеплення. У разі зламаних або просілих пружин, поздовжні переміщення корпусу автозчеплення збільшуються, що спричиняє відбиття світла на фотоприймач і формування сигналу про несправність.

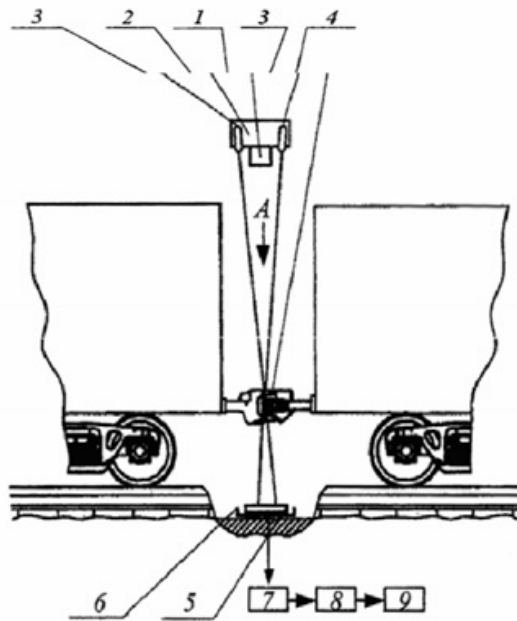


Рисунок 3.4– Схема пристрою автоматичного контролю автозчеплення від саморозчеплення в рухомому складі: 1 - траверса на опорах; 2 - блок лазерів; 3 - лазер; 4 - корпус автозчеплення; 5 - фотоприймач; 6 - камера фотоприймача; 7 - підсилювач; 8 - компаратор (порівняльний пристрій); 9 - блок логічної обробки інформації та реєстратор;

A - напрямок променів лазерів

САКМА є оптико-електронною системою, яка контролює просторове положення замків у зіві суміжних автозчепів. Лазерні випромінювачі встановлюються на поперечній траверсі над контактною мережею з дистанційним регулюванням орієнтації. Напільна камера з фотоприймачами розташована в міжшпальному просторі, а датчики реєстрації проходу коліс синхронізуються з лазерними випромінювачами. Усі компоненти системи з'єднані кабельною лінією зі стійкою сполучення, яка передає сигнали до комп'ютера обробки даних у діагностичному пункті.

При появі поїзда у контрольній зоні лазерні промені активуються, а заслінка відкриває вхідне вікно напільної камери для прийому випромінювання. Фотоматриця перетворює оптичні сигнали у електричні, які передаються в комп'ютер для аналізу. Якщо виявляється несправність,

наприклад, зазор у зіві автозчепа понад 25 мм, система фіксує номер вагона та передає інформацію через модем до центральної системи діагностики.

САКМА контролює такі параметри:

- знос замків та направляючого зуба;
- тріщини та розширення великого і малого зуба;
- напіввтоплений стан замків;
- злам запобіжника від саморозчеплення;
- розширення зіву автозчеплення.

До складу системи входять: напільна камера, блок лазерних випромінювачів, стійка сполучення, комп'ютер обробки інформації, блок безперебійного живлення, модем для передачі даних.

Ця система значно підвищує безпеку руху, дозволяючи оперативно виявляти несправності, які можуть призвести до аварійних ситуацій, та мінімізувати ризики під час експлуатації залізничного транспорту.

Технічні характеристики системи:

- максимальна швидкість руху на контрольованій ділянці становить до 200 км/год;
- гранична відстань для передачі даних від напільного пристрою до приміщення з встановленою стійкою сполучення — до 30 м;
- система забезпечує безперервну роботу;
- вихідні дані зберігаються на жорсткому диску персонального комп'ютера і за необхідності можуть бути роздруковані оператором ПТО;
- передбачений самоконтроль технічного стану оптичного каналу.

Система передає на монітори персонального комп'ютера оператора ПТО (АСУ ПТО) такі дані після проходження поїзда:

- назву контрольної ділянки;
- місце розташування системи;
- номери шляхів контрольної ділянки;
- загальну кількість рухомих одиниць у складі поїзда;

- порядкові номери рухомих одиниць з голови складу, із зазначенням зазорів між замком і ударною поверхнею зіву автозчепів, що перевищують допустимі значення в міліметрах.

Електроживлення системи здійснюється від мережі змінного струму:

- Напруга: $220 \pm 10\%$.
- Споживана потужність: 2 кВт.
- Висота установки лазерних випромінювачів на ригельних опорах: від 9,5 до 13,5 м.
- Робочий температурний діапазон: від $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Найраціональніше місце для встановлення САКМА — підходи до станцій із наявністю пунктів технічного обслуговування (ПТО). Перед монтажем системи на конкретній ділянці залізниці необхідно провести обстеження з урахуванням таких вимог: дотримання габариту наближення будівель; наявність можливостей для відводу талих та дощових вод від напільної камери; забезпечення основного і резервного енергопостачання від підрозділів ПЧ, ШЧ, ЕЧ, ВЧД.

3.5 Розширення функціональних можливостей КГП по контролю автозчеплення

Розширення функціональних можливостей контрольно-габаритного пристрою (КГП) за рахунок інтеграції фотоелектронних датчиків у систему автоматичного контролю механізму автозчеплення (САКМА) відкриває нові можливості для контролю технічного стану рухомого складу (рис. 3.5).

Застосування сучасних технологій дозволяє забезпечити більш надійний моніторинг, скоротити час діагностики несправностей та знизити ризики аварійних ситуацій. Фотоелектронні датчики, завдяки своїй чутливості та точності, забезпечують надійне виявлення відхилень від норм, пов'язаних із станом автозчепних пристроїв і габаритами рухомого складу.

Фотоелектронні датчики в рамках САКМА використовуються для контролю:

- **Бокових габаритів** рухомого складу, що дозволяє виявляти виступаючі вантажі або пошкодження конструкцій вагонів;
- **Нижнього габариту**, забезпечуючи фіксацію деталей або вантажів, які можуть становити загрозу інфраструктурі або безпеці руху.
- **Стану автозчеплення**, включаючи напіввтоплений стан замків, тріщини та знос елементів механізму.

Технічні аспекти інтеграції

Розташування датчиків. Фотоелектронні датчики встановлюються між рейками на ділянках, де рухомий склад проходить із невеликою швидкістю, або на траверсах для моніторингу бокових габаритів. Їх положення обирається так, щоб забезпечити максимальне покриття контрольованих зон.

Синхронізація з іншими елементами системи. Фотоелектронні датчики працюють у комплексі з лазерними випромінювачами САКМА, а також з напільними камерами і мікроконтролерами, що обробляють отриману інформацію.

Підключення до системи обробки даних. Дані від фотоелектронних датчиків передаються в реальному часі до персонального комп'ютера, де аналізуються за допомогою інтелектуальних алгоритмів. У разі виявлення порушень оператор отримує детальний звіт.

Переваги інтеграції фотоелектронних датчиків

Підвищення точності контролю. Фотоелектронні датчики у поєднанні з лазерним блоком забезпечують високу роздільну здатність і дозволяють фіксувати навіть незначні порушення габариту та роботи автозчепу.

Мінімізація хибних спрацьовувань. Датчики реагують лише на реальні відхилення, що значно знижує кількість помилкових сигналів.

Робота в складних умовах. Система ефективно функціонує при різних погодних умовах і в діапазоні температур від -60 до +60 °С.

Автоматизація процесу контролю. Дані збираються, аналізуються і передаються автоматично, що виключає необхідність постійного втручання людини.

Економія ресурсів. Завдяки автоматизації скорочуються витрати на обслуговування та ремонт, а також зменшується час простою вагонів. Поєднання двох систем значно є економічно доцільним.

Інтеграція в існуючі системи. Фотоелектронні датчики легко інтегруються в системи диспетчеризації, такі як «Каскад», що дозволяє централізовано керувати даними.

Практичне застосування

Інтеграція фотоелектронних датчиків дозволяє контролювати:

- наявність пошкоджень на рухомому складі;
- виступаючі вантажі, які можуть становити небезпеку;
- стан автозчеплення для запобігання саморозчепленню;
- відповідність габаритів нормам перед проходом через тунелі, мости та інші інфраструктурні об'єкти.

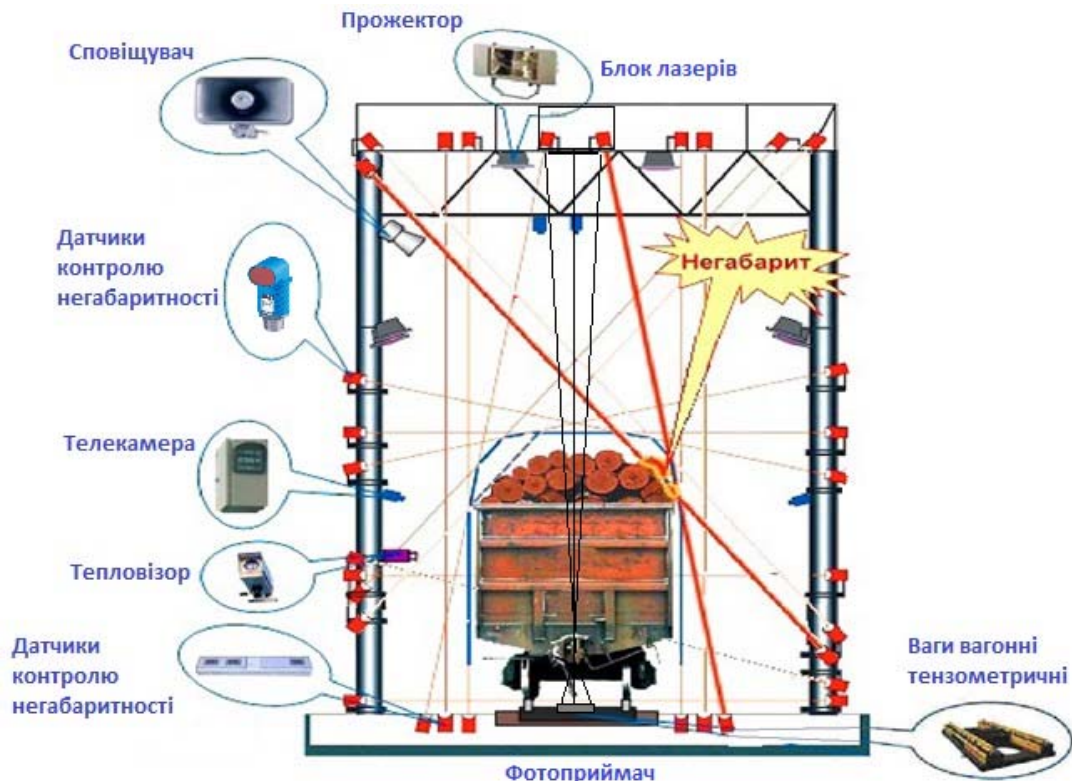


Рисунок 3.5– Схема розробленого КГП на базі системи САКМА

3.6 Висновки до третього розділу

Інтеграція фотоелектронних датчиків у систему САКМА є важливим кроком у вдосконаленні залізничного транспорту. Такий підхід дозволяє створити сучасну комплексну систему моніторингу, яка забезпечує постійний контроль за станом автозчепних пристроїв і габаритами рухомого складу. Це суттєво підвищує рівень безпеки руху на залізничному транспорті, оскільки дозволяє вчасно виявляти несправності чи невідповідності стандартам, які можуть призвести до аварійних ситуацій.

Додатково впровадження таких систем сприяє раціоналізації управління технічним обслуговуванням рухомого складу. Завдяки точним даним про технічний стан рухомого складу скорочується час простою на ремонтах, зменшуються експлуатаційні витрати та підвищується загальна ефективність роботи залізничного транспорту. Інноваційне рішення контролю габаритів рухомого складу на базі САКМА забезпечує надійну роботу залізничної інфраструктури та відповідає сучасним вимогам до автоматизації та цифровізації транспортної галузі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання даної наукової магістерської роботи на тему «Розробка мікропроцесорної підсистеми контролю габаритів на залізничному транспорті» було вирішено наступні задачі:

- проведено аналіз відмов пристроїв та транспортних подій на залізницях України, в тому числі пов'язаних з порушенням габаритів рухомими одиницями. За результатами аналізу зроблено висновок що порушення габаритів рухомим складом відбувається регулярно на всіх регіональних філіях АТ «Укрзалізниця» і потребує додаткового контролю на сучасній елементній базі;

- проведено аналіз датчиків які використовуються для контролю різних об'єктів та параметрів на залізничному транспорті та обрано набір датчиків різного типу для використання в системі контролю габаритів;

- розроблена структурна та принципова схема контролю габаритів з використанням безконтактних датчиків яка не потребує додаткових дій обслуговуючого персоналу після її спрацювання;

- проаналізовано можливості об'єднання розробленої системи з системою автоматичного контролю автозчеплення вагонів типу САКМА, наведені переваги такого об'єднання.

В цілому використання розробленої системи дозволить значно підвищити якість контролю габаритів на залізницях України, завдяки не високій вартості збільшити кількість точок контролю, та зменшити затрати часу обслуговуючого персоналу на роботу з системами даного типу в порівнянні з існуючими пристроями. Також слід зазначити що використання мікропроцесорної елементної бази дозволить в автоматичному режимі передавати інформацію про порушення габаритів поїзному диспетчеру що дозволить оперативно реагувати на таку подію та автоматично фіксувати це в базі даних.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Повний А. Как устроены инфракрасные датчики– Режим доступу: <http://elektrik.info/main/automation/917-kak-ustroeny-i-rabotayut-infrakrasnye-datchiki-dvizheniya.html>.
2. Повний А. Как устроены инфракрасные датчики– Режим доступу: <http://elektrik.info/main/automation/917-kak-ustroeny-i-rabotayut-infrakrasnye-datchiki-dvizheniya.html>.
3. Принцип работы датчиков движения Электронный ресурс. – Режим доступу: <https://progress.online/tehnologii/694-princip-raboty-datchikov-dvizheniya>
4. Інструкція з сигналізації та зв'язку на залізницях України ЦШ-0001, Київ 2008.
5. Правила технічної експлуатації залізниць України, Київ 2003.
6. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України, Київ 2005.
7. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України, Київ 2005.
8. Порядок технічного обслуговування лінійних пристроїв двостороннього паркового зв'язку СТП 02.03-002:2024, Київ 2024.
9. Положення про оперативне керівництво технічним обслуговуванням і ремонтом пристроїв автоматики та телекомунікацій в дистанції (службі) сигналізації та зв'язку затверджене від 19.08.2024 №Ц-82/49Ком.т, Київ.
10. Інструкція з установа, експлуатації та обслуговування пристроїв контролю порушення нижнього габариту ЦШ-0039, Київ 2005.