

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Комп'ютерні технології і системи»

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

Пояснювальна записка

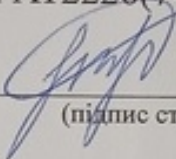
до кваліфікаційної роботи
на здобуття освітнього ступеня магістр

на тему: Підвищення функційної безпечності автоматичної локомотивної
сигналізації


за освітньою програмою «Автоматика та автоматизація на транспорті»

зі спеціальності: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Виконав: студентка групи АТ2226(7-АТ)

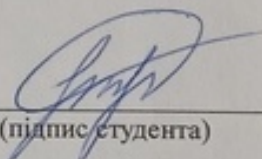

_____ / Дмитро СЕМЕНТОВСЬКИЙ /
(підпис студента)

Керівник: проф. кафедри АТ


_____ / Володимир ГАВРИЛЮК /
(підпис керівника)

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

Студент


_____ (підпис студента)

Дніпро – 2024 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technology
Faculty of Computer Technologies and Systems
Department of Automation and Telecommunication

Explanatory Note

to Master's Thesis

master

(higher education degree)

o

according to educational curriculum «Automatic machinery and automation in transport industry»

t
in the Specialty: 151 Electronics and automation (Automation and computer-
h
integrated technologies)

e

D t
o o
n o
S P

c **Increasing the functional safety of automatic locomotive signaling**

b

g

n

t

h

e

i

s

t

S

d

P

n

t

v

o

S

o

Dnipro – 2024

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Комп'ютерних технологій і систем
Кафедра: Автоматика та телекомунікації
Рівень вищої освіти: Магістр
Освітня програма: Автоматика та автоматизація на транспорті
Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТ

_____ Володимир ГАВРИЛЮК

(підпис)

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу _____ магістра

(ступінь вищої освіти)

студенту _____ Сементовський Дмитро Володимирович

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: _____ Підвищення функційної безпечності автоматичної
_____ локомотивної снгалізації

Керівник роботи: _____ Гаврилук Володимир Ілліч, д.ф.-м.н., професор
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від _____ " 21 " 11 2022 р. № 1151 ст

2. Строк подання студентом роботи: 15.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: _____

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

4.1 Аналітична частина: Автоматична локомотивна снгаліація. Аналітичний огляд літератури. Постановка мети і завдань роботи;

4.2 Основна частина: 1) Підвищення функційної безпечності автоматичної локомотивної снгалізації шляхом організації безперервного моніторингу сигнального струму АЛСН в рейках;

2) Експериментальне дослідження спектрального складу струму АЛСН

3) Розробка мікропроцесорного структури та алгоритмів роботи мікропроцесорного локомотивного приємника багатозначної АЛС

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

Методи випробування ізоляції. Аналіз відмов тягових електродвигунів.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Аналітична частина	Гаврилюк В.І.	01.09.2023	
Основна частина	Гаврилюк В.І.	01.09.2023	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ (Актуальність. Мета роботи. Методи дослідження. Практична значення отриманих результатів)	15.09.2023	10%
2	Розділ 1. Автоматична локомотивна сигналізація. Аналітичний огляд літератури. Постановка мети і завдань роботи	01.10.2023	25%
3	Розділ 2. Підвищення функційної безпеки автоматичної локомотивної сигналізації шляхом організації безперервного моніторингу сигнального струму АЛСН в рейках.	05.11.2023	30%
4	Розділ 3. Експериментальне дослідження спектрального складу струму АЛСН		
5	Розділ 4. Розробка мікропроцесорного структури та алгоритмів роботи мікропроцесорного локомотивного приймника багатозначної АЛС	15.12.2023	25%
6	Висновки	15.12.2023	10%
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.12.2023	
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	15.12.2023	

Студент

(підпис)

Дмитро Сементовський

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир Гаврилюк

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

85 сторінок, 12 рисунків, 6 таблиць, 13 джерел літератури.

Об'єкт розробки – процес старіння корпусної ізоляції тягового електродвигуна.

Мета роботи – побудова математичних моделей процесу старіння корпусної ізоляції на основі динаміки зворотної напруги для забезпечення надійності роботи тягових електричних двигунів (ТЕД) та продовження терміну їх служби.

Методи дослідження – теорія ймовірностей, математична статистика, математичний аналіз, теорія надійності, теорія автоматичного керування, теорія випадкових процесів.

У першому розділі приведений аналіз методів контролю якості ізоляційних матеріалів.

У другому розділі виділені основні відмови тягових електродвигунів, визначені їх експлуатаційні можливості, а також розглянуті незаплановані ремонтні роботи тягових електродвигунів по періодам спостережень.

В третьому розділі розроблена математична модель старіння корпусної ізоляції, проведено дослідження відмов ізоляції з прикладами. Сформульовано обрані діагностичні параметри показників стану корпусної ізоляції.

Матеріали роботи застосовуються в учбовому процесі університету в дисциплінах «Теорія автоматичного керування» та «Надійність та діагностування».

Ключові слова: неруйнуючий контроль ізоляції, зворотна напруга, зносіві відмови, котушки збудження тягових електродвигунів.

ЗМІСТ

В

АВТОМАТИЧНА ЛОКОМОТИВНА СИГНАЛІЗАЦІЯ. АНАЛІТИЧНИЙ

О

К

П

Я

Ц

З

И

В

В

В

В

ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІЙНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ АВТОМАТИЧНОЇ

ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ШЛЯХОМ ОРГАНІЗАЦІЇ

БЕЗПЕРЕРВНОГО МОНІТОРИНГУ СИГНАЛЬНОГО СТРУМУ АЛСН В

ВЕЙКАХ

І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО

С

И

О

Ц

У

А

И

О

В

К

И

А

Б

В

**РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО СТРУКТУРИ ТА АЛГОРИТМІВ
РОБОТИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЛОКОМОТИВНОГО ПРИЄМНИКА**

Г

Д

Е

Ж

З

СПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....66

ДОДАТКИ.....68

И

Й

К

Л

М

Н

О

П

Р

С

Т

У

Ф

Х

Ц

Ч

Ш

Щ

Ъ

Ѣ

ВСТУП

Актуальність. Нині у розвитку систем автоблокування визначились такі тенденції.

По-перше, застосування контролю стану рейкових кіл (РК) сигналів з частотами тонального діапазону (125 Гц і від). Необхідність використання діапазону частот обумовлена кількома причинами. Саме в цьому діапазоні через особливості проходження електричних сигналів (підвищений опір рейкових ліній) та можливості застосування кількох сигнальних частот реалізуються безстикові рейкові ланцюги. При цьому відпадає необхідність застосування дросель-трансформаторів, що встановлюються у ізолюючих стиків. При використанні в рейкових колах сигнальних частот тонального діапазону значно зменшується вплив на них тягового струму від електрорухомих складів. Це особливо актуально при використанні імпульсного регулювання колекторних двигунів електровозів та електропоїздів і дедалі ширшому застосуванні асинхронних двигунів.

По-друге, використання переваг централізованого розміщення апаратури автоблокування. У кожного з варіантів розміщення апаратури: децентралізованого (апаратура розміщується в релейних шафах на перегонах) і централізованого (апаратура розміщується в приміщеннях апаратних або спеціальних модулях на станціях, що обмежують перегін), є переваги та недоліки, тим не менш, в даний час переважним є централізоване розміщення апаратури автоблокування. При цьому підвищується надійність апаратури, скорочується час на відновлення при відмові, з'являється можливість реалізації складніших та ефективніших алгоритмів функціонування автоблокування.

В даний час автоблокуванням з тональними рейковими колами і централізованим розміщенням апаратури, що широко впроваджується на залізницях світу та відповідає названим вище вимогам, є АБТЦ. Основу її

складають генератори та наступники сигналів тональних рейкових кіл, розроблені понад 30 років тому. Алгоритми функціонування АБТЦ реалізовані на електромагнітних реле. Значний обсяг апаратури і кабелю, складність схемотехнічних рішень, практична неможливість реконфігурації у процесі експлуатації, відсутність внутрішньої діагностики та інших недоліків АБТЦ ускладнюють використання цієї системи.

Отже, підвищення функціональної безпеки систем автоматичної локомотивної сигналізації за рахунок впровадження систем КЛУБ-У і АБТЦ-М і аналогічних їм є своєчасною і актуальною задачею.

Мета роботи – підвищити функціональну безпеку системи автоматичної локомотивної сигналізації як складову системи інтервального регулювання руху поїздів.

Методи дослідження: теорія лінійних електричних кіл, основні закони електротехніки, математична статистика, теорія надійності.

Предмет дослідження – удосконалена система автоматичної локомотивної сигналізації як складова системи інтервального руху поїздів.

Практична значимість роботи. Результати дослідження можуть бути застосовано при вивченні дисциплін: «Системи автоматики на перегонах», «Станційні системи автоматики».

1. АВТОМАТИЧНА ЛОКОМОТИВНА СИГНАЛІЗАЦІЯ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. ПОСТАНОВКА МЕТИ І ЗАВДАНЬ РОБОТИ

1.1. АЛСН на залізницях України

Автоматична локомотивна сигналізація (АЛС) – система сигналізації на рейковому транспорті, що передає сигнальні показання на пост управління рухомого складу (наприклад, кабіну локомотива, моторвагонного поїзда, дрезини і т. п.) [1].

До складу системи АЛС входять підлогові передавальні пристрої, приймальні та дешифруючі пристрої на рухомому складі, а також пристрої, що узгоджують роботу АЛС з іншими компонентами сигналізації та блокування, індикатори, датчики та виконавчі пристрої на рухомому складі.

Розрізняють АЛС безперервної дії (АЛСН), при якій інформація про сигнал світлофора надходить безперервно, і точкову (АЛСТ), коли інформація на локомотив передається в момент проходження повз сигнальну точку (так діє САУТ, що доповнює АЛСН). Існують системи, де частина інформації передається безперервним способом, частина — точковим. Приймальна апаратура, як правило, об'єднана із системою контролю пильності машиніста та примусової зупинки поїзда, і локомотивний світлофор є обов'язковими атрибутами практично будь-якого локомотива, головного вагона чи мотовоза, за винятком локомотивів промислових підприємств, яким прийом коду не потрібний. Сигнальні точки автоблокування можуть бути обладнані світлофорами, так і містити тільки апаратуру, в цьому випадку АЛСН називається АЛСО - АЛС, яка використовується як самостійний засіб сигналізації і зв'язку. Прохідних світлофорів на перегонах при цьому немає. Структурну схему АЛСН дано на рис.1.1. Класифікація систем автоматичної локомотивної сигналізації показано на рис.1.2.

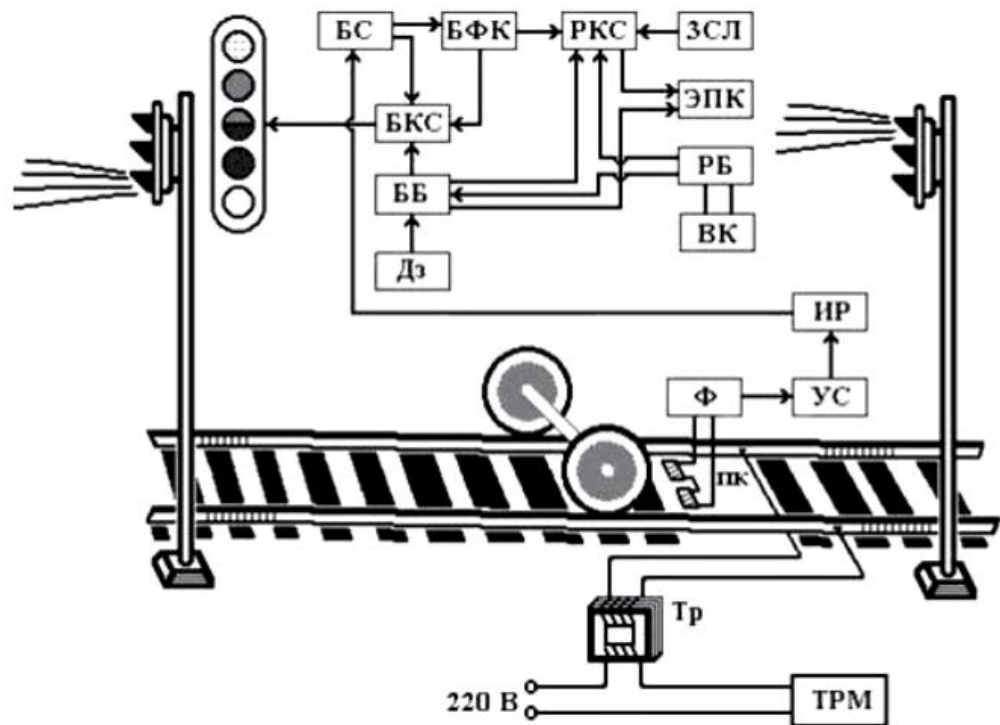


Рисунок 1.1 – Структурна схема АЛСН



Рисунок 1.2 – Класифікація систем автоматичної локомотивної сигналізації

1.2. Основні вузли автоматичної локомотивної сигналізації

Апаратура автоматичної локомотивної сигналізації підрозділяється на напільне (колійне) та локомотивне (встановлюється на локомотивах).

До підлогового обладнання відносяться кодові колійні трансмітери, що формують кодові сигнальні імпульси, та електричні рейкові ланцюги, що є середовищем передачі (хвильоводи).

На локомотиві встановлюються приймальні котушки (безконтактні індукційні датчики, підвішені на висоті 150-200 мм від головок рейок), електричний фільтр, що виділяє сигнальний струм певної частоти, підсилювач електричного сигналу, дешифратор, що обробляє отриманий код і формує необхідне показання.

З метою підвищення безпеки руху автоматична локомотивна сигналізація доповнюється автостопом із пристроями перевірки пильності машиніста та пристроями контролю швидкості руху поїзда.

До складу локомотивних пристроїв АЛС (див. рис.1.1) входять приймальні котушки (ПК), фільтр (Ф), локомотивний підсилювач (УС) з імпульсним реле (ІР), дешифратор (Д), електропневматичний клапан автостопу (ЕПК150), локомотивний світлофор (ЛЗ), локомотивний скоростемір (ЗСЛ), рукоятка пильності (РБ), кнопка (ВК) для запалення на локомотивному світлофорі білого вогню замість червоного, а також тумблер (перемикач) ДЗ для зміни інтервалу часу періодичної перевірки пильності машиніста.

Робота АЛСН. Колійними пристроями АЛС кодовий струм за однією з рейкових ниток посипається назустріч локомотиву, замикається через нього першу колісну пару і по другій рейковій нитці повертається до джерела живлення. Протікання в рейках імпульсів змінного струму супроводжується утворенням навколо рейок змінного магнітного поля, в якому переміщуються приймальні котушки локомотива, підвішені перед першою колісною парою з кожного боку по дві. Силкові лінії магнітного поля, перетинаючи витки ПК, наводять у них змінну е.р.с. Наведена у ПК електрорушійна сила (ЕРС) через фільтр (Ф), надходить у локомотивний підсилювач (УС). У підсилювачі відбувається також перетворення кодових імпульсів змінного струму у

імпульси постійного струму. Увімкнене на виході підсилювача імпульсне реле (ІР) є повторювачем коду, посилаючи його в дешифратор (Д) як зашифроване показання сигналу.

Дешифратор містить ряд реле, які об'єднані в декілька блоків.

Блок рахунку (БС) - включає реле-лічильники, які забезпечують рахунок числа імпульсів та інтервалів між ними, що надходить зі шляху коду.

Блок фіксації коду (БФК) - включає сигнальні реле «З», «Ж», «КЖ», які створюють відповідні ланцюги живлення сигнальних лампи локомотивного світлофора.

Блок відповідності (БКС) - забезпечує контроль (порівняння, відповідність) прийнятого з шляху коду та стан сигнальних реле БФК.

Блок відповідності періодично через 5 - 6 з підключає сигнальні реле до реле-лічильникам для того, щоб на локомотивному світлофорі загорівся потрібний вогонь.

Локомотивний світлофор, що дублює свідчення дорожніх світлофорів, має такі сигнальні показання:

- зелений вогонь «З» (на колійному світлофорі, до якого наближається поїзд, що горить зелений вогонь);
- жовтий вогонь «Ж» (на колійному світлофорі жовтий вогонь);
- жовтий вогонь із червоним «КЖ» (на колійному світлофорі червоний вогонь);
- червоний вогонь "К" - сигнал, що забороняє рух; з'являється після проїзду колійного світлофора з червоним вогнем;
- білий вогонь «Б» - показання колійних світлофорів на локомотив не передаються.

Блок контролю швидкості містить реле контролю швидкості (РКС), взаємодіє з локомотивним скоростемером.

Блок пильності (ББ) – здійснює контроль пильності машиніста.

Рукоятка пильності РБ служить для підтвердження машиністом своєї пильності та попередження примусового екстреного гальмування, що викликається ЕПК.

Таким чином, спільна робота колійних та локомотивних пристроїв АЛСН забезпечує:

- безперервну передачу на локомотивний світлофор показань дорожніх світлофорів, до яких наближається поїзд;
- одноразову перевірку пильності машиніста при зміні вогнів локомотивного світлофора та ін.

Сигнали на залізницях України і в країнах СНД кодуються за допомогою двох основних методів автоматичної локомотивної сигналізації: імпульсний числовий та частотний. В імпульсному числовому кодуванні передаються серії імпульсів змінного струму, в яких закодовані число і тривалість імпульсів. У частотному кодуванні передача інформації відбувається через зміну частоти. Наземні залізниці використовують імпульсне кодування, але в деяких системах також застосовується частотне кодування. У метрополітенах використовується лише частотне кодування.

Система АЛС-ЕН, із дворазовою фазоразностною модуляцією несучої частоти, застосовується на швидкісних залізницях. Сигнал передається по рейковому колу, де сигнальний струм протікає через замикаючі рейки та колісну пару поїзда, утворюючи магнітне поле, яке зчитується приймальними котушками на висоті 110-240 мм над рейками.

На сортувальних гірках, де сигнальний струм не може досягти локомотива через замикання рейкового ланцюга, використовується кодування слідом, де сигнали передаються ззаду. У метрополітені за системою АЛС-АРС (двостороннє кодування) сигнали подаються як спереду, так і ззаду для забезпечення надійності.

У виняткових випадках, коли не можна використовувати рейковий ланцюг (наприклад, короткі рейкові батоги чи низький опір баластного шару), сигнал може передаватися спеціальним шлейфом вздовж рейок. Розробляються нові системи передачі сигналів світлофора на локомотив з використанням радіозв'язку, таких як система АЛСР.

1.3. Передача та розшифрування кодових посилок

Локомотивна апаратура АЛСН, яку тепер широко замінює електронний комплексний локомотивний пристрій безпеки КЛУБ-У (проте, принципи прийому та індикації сигналів АЛСН залишаються тими ж), включає приймальні котушки, фільтр, підсилювач, дешифратор, а також локомотивний пристрій. Фільтр, встановлений на вході підсилювача, пропускає лише кодовий змінний струм, відсікаючи інші струми, такі як наведення від радіозв'язку та електрообладнання локомотива. Кодовий струм для неелектрифікованих ліній і ліній постійного струму 3 кВ має частоту несучої 50 Гц. На електрифікованих лініях зі змінним струмом напругою 25 кВ і частотою 50 Гц використовується кодовий струм з частотою несучою 25 Гц (або 75 Гц на деяких ділянках), що генерується на сигнальних точках.

Локомотиви, які можуть виїжджати на ділянки з різними частотами кодового струму, обладнані тумблерами для перемикання частоти фільтра (25/50 Гц), а на межах цих ділянок встановлюються сигнальні знаки АЛС-50 і АЛС-25 або аналогічні щити.

Кодові комбінації формуються на сигнальних точках спеціальним пристроєм – кодовим дорожнім трансмітером. Звичайний трансмітер КПТШ (штепсельний) складається з асинхронного електродвигуна з редуктором, контактів та кулачкового вала. В залежності від коду, який повинен передати сигнальна точка, змінний струм подається на відповідні контакти КПТШ. Контакти «З» замикаються тричі протягом 0,3 секунди з короткими

інтервалами в 0,12 секунди, після чого слідує інтервал 0,57-0,8 секунди, і кодова комбінація повторюється. Це визначає код, який відповідає зеленому вогню на колійному світлофорі. Кодові посилення, які здійснюються за допомогою колійних трансмітерів КПТ-5, КПТ-7, показані на рис.1.3.

Розташування кодових колійних трансмітерів на перегоні дано на рис.1.4.

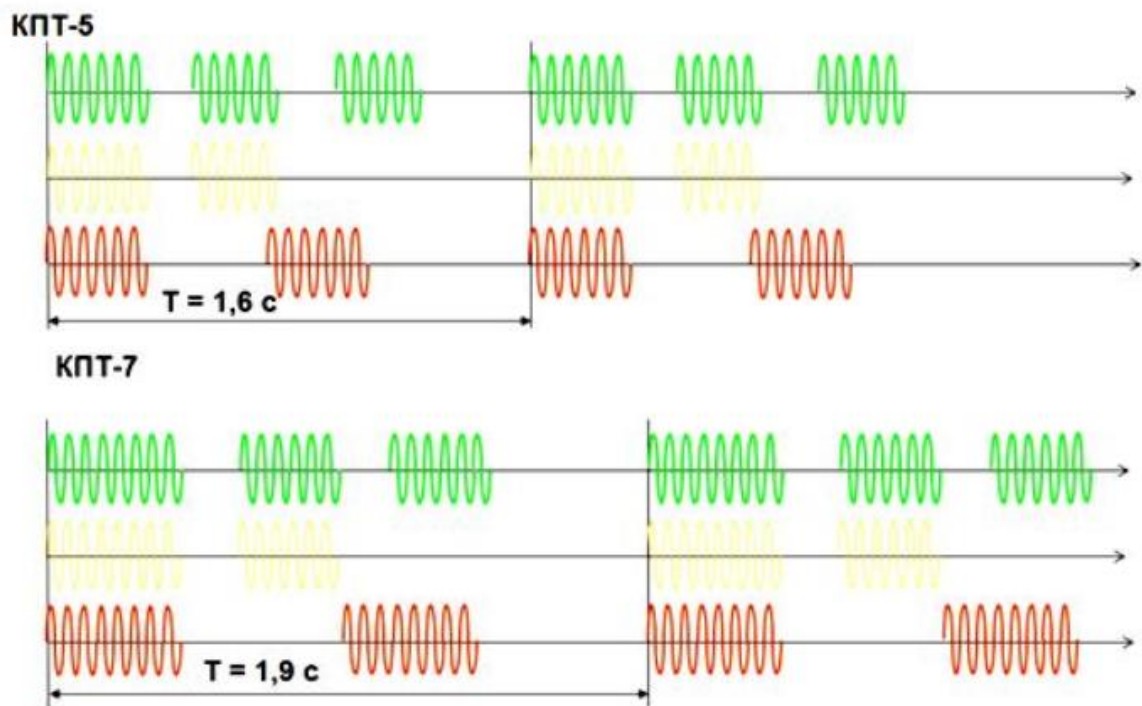


Рисунок 1.3 – Кодові посилення трансмітерів КПТ-5, КПТ-7



Рисунок 1.4 – Розташування кодових колійних трансмітерів на перегоні

Дешифратор розкодує передані кодові комбінації, формує сигнали локомотивного світлофора, контролює відключення Електроприводу Колісних Пар у разі порушення безпеки руху. Існують дві основні модифікації

дешифратора: релейний ДКСВ-1 та мікропроцесорний ДКСВ-М, який працює із частотами 25 Гц, 50 Гц, 75 Гц і не потребує періодичної перевірки реле.

На локомотивному світлофорі горить відповідний червоно-жовтий вогонь при прийомі кодової комбінації КЖ, що відповідає жовтому вогню, і червоний вогонь спалахує, якщо кодовий сигнал втрачається. Білий вогонь на локомотивному світлофорі вказує на несправність чи небезпеку, таку як вихід на некодований шлях чи інші проблеми. На ділянках з системою АЛС-ЕН кодований сигнал передається також по рейковому ланцюгу, контролюючи вільність до п'яти блок-діляниць попереду поїзда для забезпечення швидкісного руху.

1.4. Контроль пильності машиніста і швидкості руху

Класична система контролю бдильності та аварійного гальмування, що входить до складу локомотивного дешифратора АЛСН, працює наступним чином. У кабіні встановлений електропневматичний клапан автостопу ЕПК-150. При нормальній роботі АЛСН подає живлення на його електромагніт. За необхідності перевірки бдильності машиніста живлення відключається, з камери витримки часу ЕПК починає через спеціальний свисток випускати повітря. Свисток служить сигналом для перевірки бдильності. Щоб припинити свисток, машиніст повинен натискати рукоятку бдильності РБ, при цьому відновлюється живлення електромагніту ЕПК, камера витримки часу знову наповнюється повітрям. Як тільки повітря виходить з камери витримки часу, що займає 6-8 секунд, тиск цього повітря вже не може утримати розривний клапан ЕПК — розривний клапан відкривається, випускаючи повітря з гальмівної магістралі, що спричиняє аварійне гальмування. Безпосередньо перед початком автостопного гальмування розмикається контакт в колі живлення електромагніту ЕПК, і при натисканні РБ живлення ЕПК вже не відновлюється.

При прийомі кодової комбінації "З" бдительність не перевіряється, і швидкість практично не обмежується (або обмежується на рівні встановленої швидкості або трохи вище). При будь-якій зміні сигналу локомотивного світлофора на менш розпізнавальний відбувається одноразова перевірка бдительності. При русі при прийомі кодової комбінації "Ж" здійснюється періодична (кожні 15-20 секунд) перевірка бдительності машиніста у випадку, якщо швидкість перевищує контрольовану, як правило, 60 км/год. При прийомі кодової комбінації "КЖ" здійснюється періодична перевірка бдительності при будь-якій швидкості руху, а при швидкості вище порогу (60 км/год) відбувається безумовне аварійне гальмування. Таким чином, фактично заборонено проїжджати жовтий сигнал зі швидкістю більше 60 км/год. При переключенні локомотивного світлофора на червоне світло (наприклад, при проїзді закритого сигналу) також здійснюється періодична перевірка бдительності, а при перевищенні швидкості 20 км/год — безумовне аварійне гальмування. Для контролю швидкостей 20 і 60 км/год використовуються сигнали від механічного спідометра ЗСЛ-2М, електронного спідометра серії КПД-ЗП чи іншого пристрою вимірювання швидкості.

Ця система АЛСН, що використовується на залізничних дорогах, не може забезпечити прийнятний рівень безпеки руху без допомоги людини (у випадку, наприклад, якщо машиніст у сонному стані «механічно» натискатиме на кнопку бдительності, він може привести поїзд до закритого сигналу на швидкості 60 км/год). Більш сучасні системи контролю бдительності використовують більш складні алгоритми роботи, що відрізняються використанням різних світлових та звукових сигналів для перевірки бдительності, кількістю та розташуванням кнопок і рукояток підтвердження бдительності, але в цілому вони виконують ту саму задачу та контролюють ті самі швидкості.

Найбільш відома і поширена серед допоміжних систем АЛСН — УКБМ, пристрій контролю бдительності машиніста. На пульті встановлюються лампи

ПСС (попередньої світлової сигналізації). У разі необхідності перевірки бдительності УКБМ запалює лампи ПСС, які можна погасити натисканням рукоятки бдительності. Звукових сигналів при цьому немає. Якщо ПСС не погашена протягом 5-8 секунд, то відключається живлення від ЕПК, яке відновити стандартною рукояткою бдительності неможливо. Для припинення свистка ЕПК потрібно натискати верхню рукоятку бдительності, яку можна натискати лише, вставши з крісла.

Контроль швидкостей системою АЛСН при підїзді до світлофора із заперечуючим показанням дано на рис.1.5.

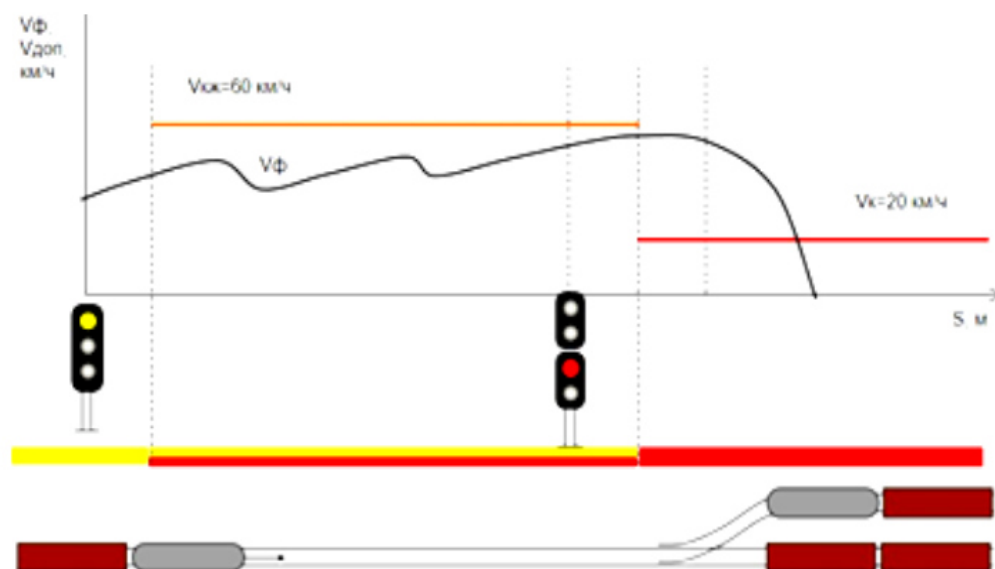


Рисунок 1.5 – Контроль швидкостей системою АЛСН при підїзді до світлофора із заперечуючим показанням

1.4. Відмови в пристроях сигналізації, централізації і блокування і системі АЛС

Статистика відмов в пристроях СЦБ за 2015 – 2019 рр. дана на рис.1.6. Як видно з кругової діаграми найбільший процент відмов приходить на

апаратуру автоблокування – 36.2%. На рейкові кола випало 14.6%, світлофори – 6,9%, релейні шафи, стативи, колійні коробки – 10%, кабельні лінії – 12,5%.

Отже, за останні роки спостерігаємо збільшення кількості відмов у кабельних лініях і релейній і електроживлячій апаратурі автоблокування через старіння.

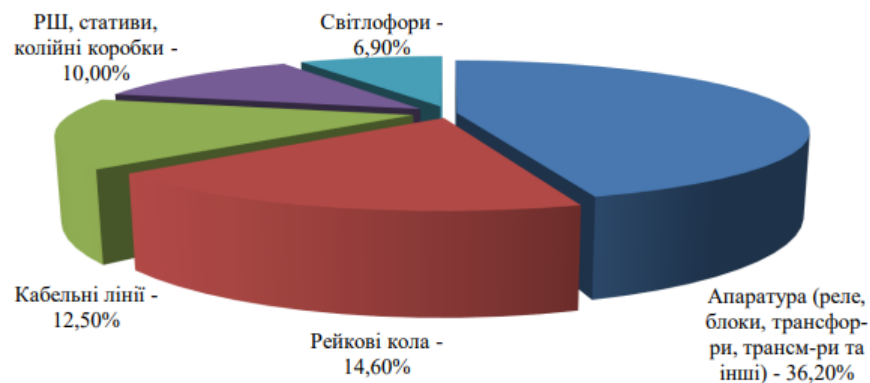


Рис.1.6. Відмови пристроїв сигналізації, централізації та зв'язку за 2019 р.

Основною причиною відмов локомотивних пристроїв АЛС і надалі є зношеність апаратури та недбалість під час перевірок та поточного обслуговування.

Також проведемо аналіз загальної кількості короточасних відхилень (збоїв) у роботі локомотивної сигналізації, враховуючи лише ті, які повторювались тричі протягом 3 діб на одному і тому ж місці (в ізольованій секції, блок-ділянці і т.д.). Розподіл збоїв у роботі АЛС у період з 2015 по 2019 роки, розподілений за різними службами, представлено на рис. 1.7. За 2015 рік було зафіксовано 4215 випадків, 2016 р. – 2075, 2017 р. – 1408, 2018 р. – 1457, 2019 р. – 779 на Львівській залізниці.

Аналіз показав, що основними причинами збоїв, віднесених до різних служб, є:

-через службу Т виникає значна кількість відмов АЛС через застарілість рухомого складу України;

-через службу Ш виникають несправності приладів кодування, спотворення часових параметрів коду, зниження струму кодування та порушення в схемах кодування, несправність гарнітур або кабеля, вплив ЛЕП. Серед них постійно повторюються збої від впливу ЛЕП через неможливість уникнути місць перетину;

- через службу П,а саме через намагніченість рейок, несправність або відсутність з'єднувачів на перегонах, рейки, розташовані поруч з залізничними коліями або всередині них. Цей відсоток відмов невисокий;

-через службу Е – нестабільне живлення було зафіксовано менше 1% відмов.

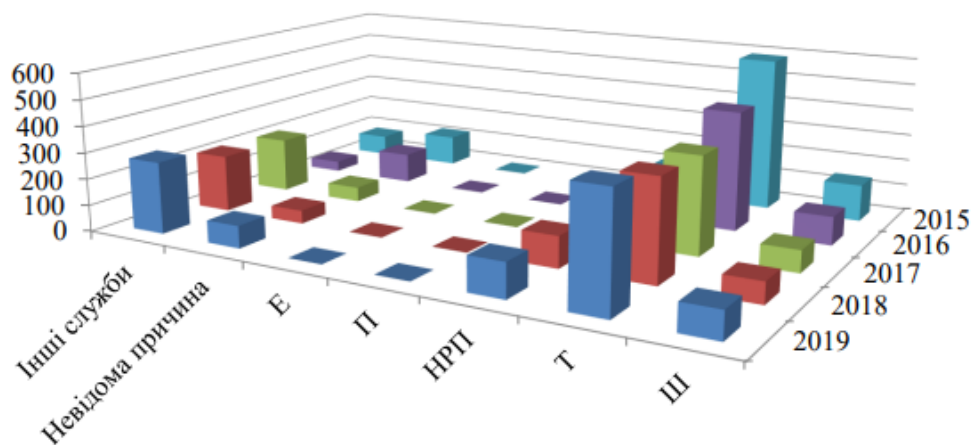


Рис.1.7. Відмови в пристроях АЛСН за видами служб Укрзалізниці за 2015 – 2019 рр.

Відмови в системі АЛС, що призвели до збоїв в системі під час руху поїздів дано на рис.1.8.

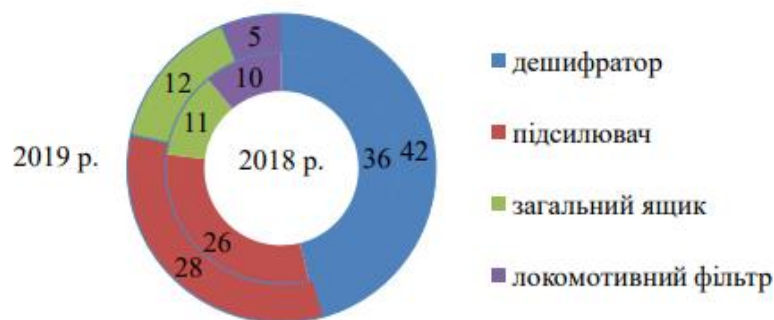


Рис.1.8. Відмови в системі АЛС, що призвели до збоїв в системі під час руху поїздів

Відмови в системі АЛС з вини служб Укрзалізниці при забезпеченні руху швидкісних поїздів Intercity та Intercity + за 2015 – 2019 рр (рис.1.9). Ми спостерігаємо значну кількість відмов прив'язаних до веденні в експлуатації нових типів поїздів у 2015 р. і деякий зріст у 2019 р. Значний відсоток – до 10% – припадає на невстановлену причину і на службу П, що ще раз підкреслює, що колійні пристрої потребують модернізації і адаптації до швидкісного руху й більш ретельного обслуговування.

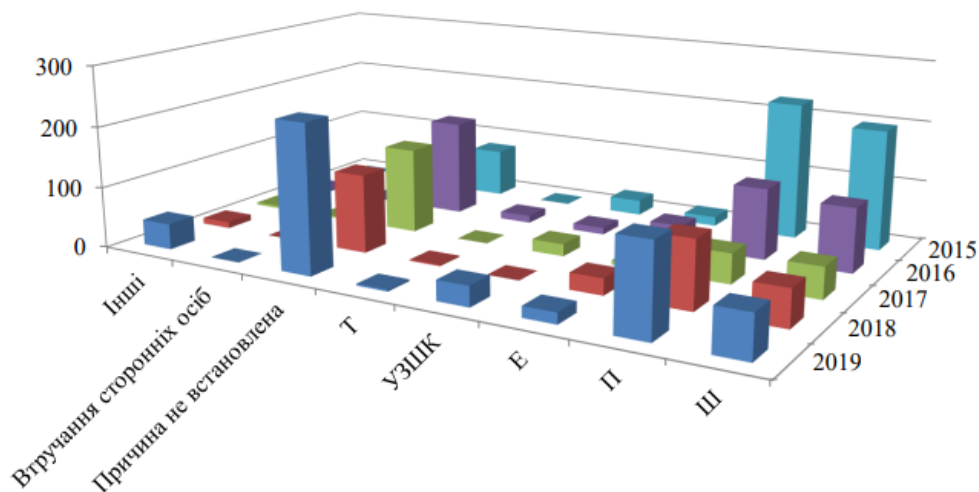


Рис.1.9. Відмови в системі АЛС з вини служб Укрзалізниці при забезпеченні руху швидкісних поїздів Intercity та Intercity +

1.5. Перспективи підвищення функційної надійності АЛСН в Україні та зарубіжжі

Для підвищення безпеки руху поїздів, попередження проїзду заборонних сигналів та збільшення пропускної спроможності ділянок залізничних ліній пристрою АЛС доповнюється системою автоматичного керування гальмуванням САУТ, що дозволяє точно визначати відстань до світлофорів із заборонним показанням та здійснювати зупинку поїзда перед ними без участі машиніста.

В даний час на локомотивах в деяких країнах, застосовується уніфікований комплексний локомотивний пристрій безпеки (КЛУБ-У), виконаний на електронних блоках на базі мікропроцесорів.

Система КЛУБ-У, розрахована для застосування на рухомому складі І категорії (локомотиви, МВПС), крім основних функцій АЛСН та САУТ, дозволяє:

- вести відлік поточного часу з коригуванням астрономічного часу супутникової навігаційної системи;
- визначати параметри руху поїзда (координати, швидкість) за інформацією від приймача супутникової навігації, датчиків колії та швидкості (ДПС);
- контролювати максимально допустиму швидкість руху з використанням інформації, закладеної в електронній карті ділянки, та виробляти сигнал автостопного гальмування при її перевищенні;
- виключати мимовільний несанкціонований рух (скочування);
- приймати та робити запис у зовнішню енергонезалежну пам'ять (касету реєстрації) даних електронної карти колії, параметрів руху поїзда та дій машиніста (до 40 параметрів).

Для контролю працездатності машиніста в дорозі служить телемеханічна система контролю неспання машиніста (ТСКБМ) з датчиком, що носить у вигляді годинника або браслета. ТСКБМ призначена для забезпечення безпеки руху поїздів та працює спільно з АЛСН чи КЛУБ-У. Система забезпечує безперервний контроль працездатності машиніста за параметрами електричного опору шкіри зап'ястя та реакції машиніста на запити підтвердження неспання. Якщо за параметрами опору шкіри визначається необхідність перевірити працездатність машиніста, ТСКБМ здійснює перевірку працездатності шляхом розриву ланцюга подачі напруги на електропневматичний клапан (ЕПК) при роботі з АЛСН, або передає сигнал про необхідність перевірити працездатність

приладів КЛУБ-У. У разі непідтвердження машиністом працездатного стану відбувається автоматичне зупинення поїзда автостопним гальмуванням .

В даний час широкого розповсюдження на локомотивах і МВПС набувають системи автоматизованого ведення поїзда (САВП), на які можуть бути покладені більшість операцій, пов'язаних з веденням поїзда: керування режимами тяги та гальмування, дотримання швидкісного режиму, підїзд до заборонних сигналів, зупинка біля пасажирських платформ , і т.д. Такі системи відносяться до систем штучного інтелекту, що передбачає прийняття рішень у режимі реального часу. Вони є автономними багатокomпонентними системами з урахуванням мікропроцесорів. До складу таких систем входить модуль, що забезпечує взаємодію Космосу з локомотивними пристроями АЛС.

Системи автоведення призначені для автоматизованого управління тяговим рухомим складом з дотриманням норм безпеки руху відповідно до заданого часу ходу (або графіка) на основі вибору енергетично раціонального режиму руху. Ці системи полегшують працю машиніста, сприяють підвищенню продуктивності праці, дозволяють економно витратити електроенергію та вести облік її витрати. При цьому підвищується безпека руху за рахунок автоматичного виконання швидкісного режиму руху сигналами світлофорів з урахуванням постійних і тимчасових обмежень швидкості, а також за рахунок зниження стомлюваності машиніста. САВП виводить оперативну інформацію на інформаційний дисплей, розташований у кабіні машиніста, контролює правильність роботи функціональних вузлів апаратури, здійснюючи при цьому функцію самодіагностики та запис параметрів руху на спеціальний реєстратор зі знімним носієм інформації (РПДА).

Перші системи автоведення приміських електропоїздів («Автомашиніст») з'явилися у 1957 році та створювалися для конкретних моделей рухомого складу. Сучасні системи автоведення є уніфікованими, тобто. можуть

застосовуватися на локомотивах та моторвагонних поїздах різних серій та типів:

- система автоматизованого ведення електропоїзда (САВПЕ);
- уніфікована система автоматизованого ведення пасажирського поїзда (УСАВВП);
- уніфікована система автоматизованого ведення вантажного поїзда (УСАВВПГ).
- уніфікована система автоматизованого ведення магістральних тепловозів (УСАВП-Т).

Для водіння здвоєних вантажних поїздів розроблено інтелектуальну систему автоматичного ведення поїздів з розподіленою тягою (ІСАВП-РТ), що дозволяє по радіоканалу узгоджувати роботу електровозів, розташованих у голові та середині поїзда.

1.6. Висновки за розділом

В даний час на мережі залізниць України повсюдно поширена система АЛСН, яка через обмежені функціональні можливості непридатна для ділянок зі швидкісним рухом. Більш досконала система АЛС-ЕН. Існують також системи, що передають локомотивній автоматиці інформацію про відстань до наступного сигналу для забезпечення прицільного гальмування поїзда перед закритим сигналом. Найпоширеніша з таких систем – система автоматичного керування гальмуванням САУТ і перспективним комплексним локомотивним пристроєм безпеки КЛУБ (існують його різні модифікації: КЛУБ, КЛУБ-П, КЛУБ-У, КЛУБ-УП — остання призначена для встановлення на спеціальному самохідному рухомому складі (ССПС) розрахована на напругу 24 В), яка реалізує функції АЛС та АЛС-ЕН на локомотиві.

2 ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІЙНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ШЛЯХОМ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕРЕРВНОГО МОНІТОРИНГУ СИГНАЛЬНОГО СТРУМУ АЛСН В РЕЙКАХ

2.1. Модернізація засобів безпеки руху

Модернізація засобів безпеки руху нині необхідна з технічного погляду. Термін служби будь-яких пристроїв обмежується рядом факторів. Чим складніше пристрій, що більше число його складових частин, що не досконаліше кожна з цих частин, то вища ймовірність відмови пристрою загалом. Особливо важливо враховувати цей фактор при організації обслуговування приладів, призначення яких – запобігати та запобігати створенню небезпечних ситуацій на залізниці.

Застосування більш надійних та сучасних систем, своєчасна заміна ними приладів технічно та морально застарілих дозволяє значно підвищити безпеку руху. За рахунок удосконалення засобів діагностування можна збільшити термін міжремонтної експлуатації. Застосування на одному локомотиві одночасно кількох систем безпеки, що повністю або частково дублюють функції один одного, підвищує рівень безпеки, але це має бути технічно та економічно виправдане. Включення цих систем на спільну роботу має бути передбачено їх виробниками вже на стадії розробки, а через високу вартість сучасних приладів безпеки, придбання додаткових комплектів апаратури має бути обґрунтовано.

Заміна більш ранньої модифікації системи автоматичного управління гальмами централізованої (далі САУТ-Ц) викликана тим, що технічний стан апаратури змушує знижувати термін її експлуатації. Багато частин цієї системи за роки експлуатації зазнали цілого ряду доробок та переробок схем, змін в елементній базі. У деяких елементів схеми закінчилися терміни експлуатації.

До конструктивних недоліків САУТ-Ц можна віднести виконання - один комплект включає більше десяти окремих блоків, з'єднаних безліччю кабелів з роз'ємами. Все це збільшує можливість відмов у роботі, робить більш трудомісткими обслуговування та ремонт.

У новій системі САУТ-ЦМ/485 виключено більшість недоліків старої, при цьому вона має низку переваг.

Релейно-напівпровідникова апаратура АЛСН, у поєднанні з механічним скоростемером СЛ, також не задовольняє в повному обсязі вимогам, які висуваються тепер до приладів безпеки. За час існування ця система неодноразово поповнювалася додатковими блоками, що виконують одну-дві функції. Це зробило її невиправдано громіздкою. Функціональні можливості цієї апаратури обмежені.

Комплексний локомотивний пристрій безпеки уніфікований (далі КЛУБ-У) не тільки поєднує в собі функції скоростемера, автостопу та АЛС-пристроїв, але й має безліч додаткових можливостей та особливостей.

Використання КЛУБ-У для вдосконалення експлуатаційної роботи дозволить:

- підвищити продуктивність праці в господарстві Т(локомотивне господарство) за рахунок скорочення кількості блоків на локомотиві, скорочення часу передрейсового контролю та збільшення інтервалів профілактичного ремонту;

- скоротити кількість збоїв автоматичної локомотивної сигналізації безперервної дії (далі АЛСН) і відмов у шляху прямування за рахунок цифрових методів обробки інформації та резервування;

- скоротити кількість підлогового обладнання на перегонах шляхом переходу в режим АЛСН і резервування цифрових радіоканалів;

- підвищити безпеку руху на неконтрольованих шляхах, у тому числі всіх типових шляхах станцій;

- скоротити кількість датчиків САУТ за рахунок використання інформації по супутниковій навігації;

- використовувати цифровий радіоканал у складі КЛУБ-У для застосування автознавства та ресурсозберігаючих технологій для всіх типів рухомого складу;

- використовувати автоматичну дешифрацію інформації та передачу інформації з локомотива на шлях для скорочення часу ремонту;

- використовувати можливість постійного вдосконалення обладнання на локомотиві шляхом повного включення блоків КЛУБ-У до складу універсальної кабіни.

Як очікується, комплексна уніфікована система регулювання та забезпечення безпеки руху поїздів за рахунок повноти виконання основних функцій технічних засобів забезпечення безпеки руху поїздів дозволить унеможливити основні причини сходів та зіткнень рухомого складу.

При впровадженні комплексної уніфікованої системи регулювання та забезпечення безпеки руху поїздів суттєво знизиться збитки від втрати вантажів, пошкоджень колії та рухомого складу за рахунок зменшення випадків перевищення швидкості, не спостереження за сигналами, мимовільного відходу поїзда та втрати пильності машиніста.

Удосконалення управління перевезеннями на залізницях шляхом впровадження КЛУБ-У дозволить:

- підвищити рівень та ефективність експлуатаційної роботи на ділянках та експлуатаційних показників за рахунок:

- підвищення дільничної швидкості та за рахунок зниження втрат поїздо-годин;

- отримання додаткової інформації про місцезнаходження поїзда та їх швидкість;

- додаткову інформацію, що передається машиністу (про вільність блок-ділянок на попереду лежачому шляху та ін);

- передачі інформації її про обмеження швидкостей руху;
- контролю справності технічних засобів локомотива;
- контроль ефективності гальм;
- підвищити безпеку руху поїздів;
- виключити несанкціонований рух локомотивів;
- забезпечити реєстрацію інформації про параметри руху поїзда та справність технічних засобів.

Економія експлуатаційних витрат при впровадженні КЛУБ забезпечується за рахунок:

- підвищення ефективності експлуатаційної роботи на ділянках залізниць внаслідок зниження інтенсивності відмов бортової апаратури, підвищення дільничних швидкостей та зниження втрат поїздо-годин;

- скорочення експлуатаційних витрат на утримання та обслуговування технічних засобів КЛУБ-У;

- скорочення експлуатаційних витрат на утримання гіркових пристроїв автоблокування (світлофорів);

- скорочення локомотивного парку завдяки використанню локомотивів на будь-яких ділянках з автоматичною локомотивною сигналізацією єдиної безперервної дії (далі АЛС-ЕН), АЛСН та ін;

- скорочення збитків внаслідок підвищення безпеки руху поїздів.

- додаткового ефекту від поліпшення експлуатаційних показників ділянок під час впровадження КЛУБ-У

Ефективність застосування КЛУБ-У дає також додатковий економічний ефект, який забезпечується за рахунок скорочення:

- апаратних засобів додаткових систем безпеки (виключення індикатора системи САУТ, скорочення від двох до чотирьох датчиків швидкості);

- на 50% кількості колійних датчиків САУТ, розташованих при вході зі станції за рахунок визначення розташування координати локомотива або

моторвагонного рухомого складу (далі МВПС) супутниковою навігаційною системою та передачі інформації по цифровому радіоканалу;

-на 70% підлогового обладнання на перегонах (релейних шаф, світлофорів, апаратури електропостачання, дросель-трансформаторів)

-скорочення витрат на монтаж систем безпеки (ліквідації витрат на встановлення контролю параметрів руху ККД, спрощення кабельної мережі).

Економія визначається тим, що колійна апаратура централізованого автоблокування, зосереджена на станціях, та локомотивна апаратура КЛУБ-У з використанням дублюючих каналів зв'язку та супутникової навігаційної системи дозволяють забезпечити режим АЛСН.

Новий вид капітального ремонту із продовженням терміну служби (далі КРП) передбачає глибоку модернізацію управління локомотивом, продовжують термін його служби. Внаслідок впровадження на локомотиві автоматичних систем управління знижується витрата електроенергії на власні потреби, зменшується знос окремих елементів та пристроїв. Впроваджені системи управління, у міру їх вдосконалення, здатні брати на себе обробку все більшого обсягу інформації та контролювати роботу локомотива.

У сервісних локомотивних депо також проводиться різнопланова модернізація рухомого складу, що стосується різних його складових. Модернізуються засоби зв'язку, засоби автоматизації ведення поїзда, засоби керування гальмуванням, вентиляцією, гребневим мастилом, удосконалюється телеметрична система багатьох одиниць тяги, на зміну застарілим приходять нові прилади безпеки.

Електровози, що проходять капітальний ремонт із продовженням терміну експлуатації, обладнуються вже на заводі такими системами як КЛУБ-У, САУТ-ЦМ/485. У такому поєднанні приладами безпеки обладнуються деякі електровози серій ВЛ110 і ВЛ80 після ремонту ТР-3.

Модернізація приладів безпеки виконується у кілька етапів, до кожного з них висуваються певні вимоги. Зрештою – сталої роботи нововстановленої системи безпеки руху можна досягти лише за виконання цих вимог.

Демонтаж полягає у знятті з локомотива всіх блоків, пристроїв, елементів кріплення монтажу, які не становлять інтересу для подальшого практичного застосування. Демонтовані складові САУТ-Ц підлягають утилізації. При необхідності, складові електронних блоків доцільно використовувати як запасні частини при ремонті комплектів апаратури САУТ-Ц, що ще знаходяться в експлуатації.

Обладнання локомотива системою САУТ-Ц М/485 полягає в установці на локомотив та підключенні до його електричних та пневматичних кіл блоків, датчиків та інших пристроїв, що входять до комплекту зазначеної системи. Розміщення та способи встановлення та кріплення всіх складових частин, місця та способи підключень датчиків, проводів та трубопроводів суворо регламентовані проектною документацією.

За час виконання модернізації блоки нових комплектів САУТ-Ц М/485 проходять вхідний контроль у цеху електроніки. При відповідності характеристик блоків, що висуваються вимогам, в пам'ять блоку електроніки та комутації (БЕК) записують необхідні дані про локомотиви, базу даних про всі ділянки обігу локомотива, крім того, при необхідності оновлюють версії програмного забезпечення блоків.

По закінченні модернізації проводиться приймання нововстановленої системи в експлуатацію, що включає п

роверку роботи САУТ на шлейфі АЛС, реалізації таких функцій, як: виконання ступеня гальмування, розбір тяги локомотива, реєстрація включення/вимкнення САУТ та натискання кнопок та рукояток пильності, відображення фактичної та допустимої швидкостей, інших функцій.

Остаточну роботу нововстановленої системи САУТ перевіряється під час контрольної поїздки. Знову встановлена система САУТ вважається справною після усунення всіх зауважень машиніста, який виконував контрольну поїздку, якщо такі є.

Демонтаж застарілого обладнання виконують слюсарі з ремонту рухомого складу (далі ПС) не нижче п'ятого розряду.

Усі роботи з обладнання локомотивів новими приладами безпеки виконуються комплексною бригадою модернізації ПС. До складу бригади входять слюсарі з ремонту ПС із цеху контрольно-вимірювальних приладів (КВП) з розрядами не нижче п'ятого, слюсарі цеху автоматики, зварювальні роботи виконує зварювальник заготівельного цеху.

Контроль якості виконаних робіт та відповідність їх Проекту модернізації здійснюється майстром КВП.

Приймання нововстановленої системи виконує комісія, до якої входить старший майстер КВП, майстер цеху електроніки, електромеханік. При цьому зауваження, якщо вони будуть виявлені, усуваються бригадою модернізації.

Перевірка працездатності системи є частиною приймання і включає перевірку роботи системи на шлейфі АЛС, при рушанні з місця при різних сигналах, в русі, з контролем розбору тяги.

Контрольна поїздка виконується бригадою, що має досвід роботи з цією системою, за рішенням заступника начальника депо з ремонту та чергового з депо – або під час проходження локомотива резервом, або з поїздом.

Після усунення всіх зауважень машиніста, який виконував контрольну поїздку, якщо такі є, знову встановлена система безпеки вважається справною.

КЛУБ-У не тільки поєднує в собі функції скоростемера, автостопу та релейних АЛС-пристроїв, але й має безліч додаткових можливостей та особливостей.

По-перше, це розширені можливості щодо реєстрації даних про роботу локомотива, самої системи і про дії машиніста в процесі поїздки. При цьому можливість пошкодження або фальсифікації даних, записаних на касету знімної реєстрації, практично виключена.

Ці комплексні пристрої створювалися як базові системи, що об'єднують і координують роботу інших приладів безпеки, реєстрації, автоматичного керування та автоведення поїзда, таких як телемеханічна система контролю пильності машиніста (далі ТСКБМ), САУТ тощо.

На відміну від інших сучасних систем, КЛУБ-У постійно визначає розташування локомотива за допомогою супутникової навігації. Це дозволяє виключити похибки обчислення пройденого шляху «від колеса» за допомогою датчика ДПС (датчик пройденого шляху та швидкості), де присутні і проковзування та невідповідності діаметра бандажу в пам'яті системи реальному, внаслідок непланових обтічок. Після цього система звіряє параметри руху поїзда з допустимими для даної ділянки, записаними у власній пам'яті і потім, виходячи з поїздної обстановки, може вжити будь-яких дій. КЛУБ-У за необхідності коригує допустиму швидкість, змінює період перевірок пильності машиніста, постійно контролює роботу інших систем (САУТ, ТСКБМ та ін.), при виході їх з ладу (або за їх відсутності) повністю контролює дотримання умов безпечного руху на даній ділянці колії .

КЛУБ-У передбачає можливість зовнішнього втручання у ведення поїзда. Командою диспетчера поїзда, відправленою по спеціальному радіоканалу можна, при необхідності екстрено зупинити поїзд. Наказ для проходження без зупинки світлофора із заборонним сигналом КЛУБ-У також може отримувати за спеціальним радіоканалом, при цьому вся інформація про наказ записується поряд з рештою даних про поїздку, а необхідність машиністу зв'язуватися по радіо з черговим станцією відпадає.

При спільному використанні САУТ-ЦМ/485 і КЛУБ-У знижується кількість перевірок пильності машиніста, в більшості випадків незначного перевищення допустимої швидкості, екстрене гальмування замінюється ступенем автоматичного гальмування. Це поряд з деякими іншими особливостями обох систем покликане полегшити роботу машиніста. Незалежна реєстрація, наявна в кожній із спільно працюючих систем, дозволяє полегшити та прискорити процес діагностики при виникненні несправностей.

Слід зазначити ще й таку особливість пристроїв КЛУБ. Їхня експлуатація, обслуговування, і тим більше – ремонт, вимагають від усіх причетних до спеціальної підготовки. Для локомотивних бригад, як правило, вивчення посібника з експлуатації виявляється зовсім недостатньо, а займатися ремонтом та обслуговуванням можна тільки після навчання на підприємстві-виробнику.

Багаторівневу систему інтервального регулювання та забезпечення безпеки руху дано на рис.2.1. Багаторівнева система безпеки формується зокрема за рахунок застосування АБТЦ-М – автоблокування тональна с централизованим розміщенням апартури – мікропроцесорна.

Локомотив обладнаний КЛУБ-У, приймає інформацію про вільність блок-діляниці та про місцезнаходження поїздів на перегоні не тільки від напільних пристроїв, а й по дублюючим каналам зв'язку. Крім цього інформація про поїзну ситуацію поступає від АРМ-СІР в дорожній диспетчерський пункт управління рухом ЕДЦУ. Таким чином формується багаторівнева система безпеки руху в системі інтервального регулювання із використанням АБТЦ-М.

2.2. АБТЦ-М

Система автоблокування з тональними рейковими колами, централизованим розміщенням апартури та дублюючими каналами передачі інформації мікропроцесорною АБТЦ-М. Система АБТЦ-М призначена для інтервального регулювання руху на перегонах із обігом вантажних, пасажирських та

високошвидкісних поїздів. Система АБТЦ-М є найперспективнішою сучасною системою автоблокування.

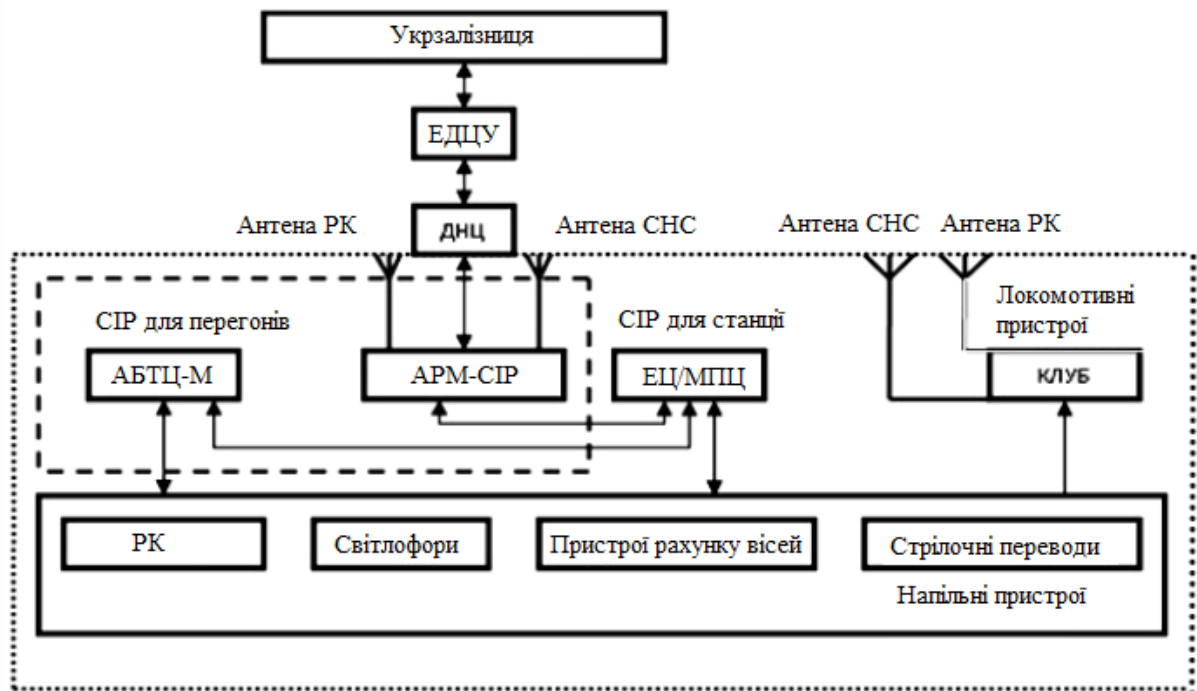


Рисунок 2.1 – Багаторівневу систему інтервального регулювання та забезпечення безпеки руху

Комплект блоків системи АБТЦ-М дозволяє створювати будь-які структури системи з метою оптимального вирішення завдань інтервального регулювання та забезпечення безпеки руху поїздів на перегоні.

Будучи ієрархічною системою інтервального регулювання руху поїздів на перегоні, система умовно включає три рівні апаратури, які пов'язані між собою послідовними каналами передачі даних.

Застосування системи АБТЦ-М забезпечує підвищення безпеки руху та зниження затримок поїздів, збільшення пропускної спроможності ділянок та дільничної швидкості, зниження експлуатаційних витрат на утримання та обслуговування, скорочення капітальних витрат, скорочення термінів проведення проектних робіт та монтажу обладнання під час введення її в експлуатацію.

У даній системі повністю відсутнє реле та цифрове формування, прийом та обробка сигналів контролю рейкових кіл.

АБТЦ-М є централізованою системою, тому практично вся апаратура автоблокування зосереджена на постах електричної централізації стрілок та сигналів (ЕЦ) станцій, що обмежують перегін. У порівнянні з системами автоблокування, що експлуатуються на мережі залізниць України в даний час, система має наступні переваги:

- підвищеною надійністю та збільшеним ресурсом за рахунок застосування ієрархічної структури, сучасної елементної бази та технології виробництва, промислового виготовлення кабельного міжблочного монтажу та самодіагностики;

- програмно-апаратних засобів;

- зменшеною кількістю кабелю для з'єднання з колійними пристроями на 30...50%;

- скороченням необхідного місця для розміщення апаратури у релейному приміщенні посту або контейнерному модулі ЕЦ у 3-4 рази;

- наявністю сучасних інтерфейсів з електричною централізацією переїздами, сусідніми станціями, системами диспетчерського контролю та диспетчерської централізації, що дозволяють надалі нарощувати функціональні можливості системи;

- можливістю швидкої реконфігурації системи без істотних капітальних витрат.

Сфера застосування.

Застосовується на одно-, дво- та багатоколійних ділянках залізниць з автономним та електричним видом тяги, включаючи імпульсне керування тяговими двигунами. З підвищеною надійністю забезпечує високошвидкісний режим руху рухомого складу.

Склад апаратури.

За ієрархією апаратура поділяється на три рівні.

Перший рівень — апаратура автоматизованого робочого місця чергового станції (АРМ-ДСП-АБ), пристрій перетворення інтерфейсу УПІ-USB або пристрій перетворення інтерфейсу УПІ-RS232 для ув'язування із системою диспетчерської централізації.

Другий рівень - станційна апаратура може складатися з наступних блоків у різній кількості:

блок управління СУ;

блок міжстанційного зв'язку БІСС;

блок інтерфейсу електричної централізації БІЕЦ;

блок керування світлофором станційний БУРС;

блок управління автоматичною переїзною сигналізацією станційний на неохоронному переїзді БУРС-АПС;

блок переїзної сигналізації станційний на переїзді БПСС, що охороняється;

блок контролю рейкового ланцюга БКРЦ;

блок трансформаторної розв'язки БТР;

підсилювач потужності РОЗУМ;

джерело живлення підсилювача потужності ПУМ (запитує до 6 блоків РОЗУМ);

автоматизоване робоче місце електромеханіка АРМ-ШН — для налаштування та діагностики блоків системи.

Третій рівень - блоки, що розміщуються на перегонах у безпосередньому наближенні до залізничної колії:

блок керування світлофором перегінний БУСП;

блок управління переїзною сигналізацією перегінний на неохоронному переїзді БУСП-АПС;

блок переїзної сигналізації перегінний на переїзді БПСП, що охороняється.

Особливості та можливості.

Наявність кількох рівнів дозволяє розділити функції, які виконує система. Модульність виконання системи передбачає максимальну уніфікацію, простоту обслуговування та ремонту.

Порівняно з системами автоблокування, що експлуатуються на мережі Укрзалізниці в даний час, АБТЦ-М має надійність та великий ресурс роботи за рахунок застосування ієрархічної структури, сучасної елементної бази та технології виробництва, промислового виготовлення кабельного міжблочного монтажу та самодіагностики програмно-апаратних засобів, а також високу заводостійкість.

В АБТЦ-М є сучасні інтерфейси для зв'язку з пристроями ЕЦ, переїздами, сусідніми станціями, системами диспетчерського контролю та диспетчерської централізації, що дозволяють надалі нарощувати функціональні можливості системи.

2.3. Експлуатаційні характеристики АБТЦ-М

АБТЦ-М – автоблокування з тональними рейковими колами, централізованим розміщенням апаратури та дублюючими каналами передачі мікропроцесорна.

Являє собою систему інтервального регулювання та забезпечення безпеки руху поїздів на перегонах швидкісних, магістральних та малодіяльних ділянок залізниць. Рух поїздів здійснюється як за сигналами підлогових світлофорів з дублюванням їх показань сигналами систем локомотивної сигналізації (АЛСН та/або АЛС-ЕН), так і з використанням АЛС-ЕН як основного засобу інтервального регулювання з можливістю використання радіоканалу передачі інформації на локомотив.

Система призначена для обладнання одноколійних, двоколійних та багатоколійних ділянок залізниць, з електротягою постійного або змінного

струму, а також з автономною тягою; ліній високошвидкісного руху; новостворених і модернізованих ліній.

Апаратура системи розташовується централізовано на постах ЕЦ станцій, що обмежують перегін, та на перегоні в шафах, колійних та трансформаторних ящиках. При відстані між постами ЕЦ станцій, що обмежують перегін понад 24 км, апаратура системи розміщується, крім того, у спеціальних транспортабельних контейнерних модулях.

Будучи ієрархічною системою інтервального регулювання руху поїздів на перегоні, система умовно включає три рівні апаратури, які пов'язані між собою послідовними каналами передачі даних. Інтерфейси між рівнями фізично розділені (ізолювані) один від одного через відмінність виконуваних завдань та вимог забезпечення безпеки функціонування. Інтерфейси виконані за специфікацією CAN.

За ієрархією апаратура поділяється на три рівні.

Перший рівень — апаратура автоматизованого робочого місця чергового станції (АРМ-ДСП-АБ), пристрій перетворення інтерфейсу УПІ-USB або пристрій перетворення інтерфейсу УПІ-RS232 для ув'язування із системою диспетчерської централізації.

Другий рівень - станційна апаратура може складатися з наступних блоків у різній кількості: блок управління СУ; блок міжстанційного зв'язку БІСС; блок інтерфейсу електричної централізації БІЕЦ; блок керування світлофором станційний БУРС; блок управління автоматичною переїзною сигналізацією станційний на неохоронному переїзді БУРС-АПС; блок переїзної сигналізації станційний на переїзді БПСС, що охороняється; блок контролю рейкового ланцюга БКРЦ; блок трансформаторної розв'язки БТР; підсилювач потужності РОЗУМ; джерело живлення підсилювача потужності ППУМ («запитує» до 6 блоків РОЗУМ); автоматизоване робоче місце електромеханіка АРМ-ШН – для налаштування та діагностики блоків системи.

Третій рівень - блоки, що розміщуються на перегонах у безпосередньому наближенні до залізничної колії: блок керування світлофором перегінний БУСП; блок управління переїзною сигналізацією перегінний на неохоронному переїзді БУСП-АПС; блок переїзної сигналізації перегінний на переїзді БПСП, що охороняється.

Структура системи АБТЦ-М

АБТЦ-М є набір обладнання, що дозволяє створювати будь-які структури системи з метою оптимального вирішення завдань інтервального регулювання та забезпечення безпеки руху поїздів на перегоні.

Система АБТЦ-М призначена для виконання наступних функцій:

- контроль цілісності та вільності рейкового шляху;
- контроль проходження поїзда з логічним контролем визволення блок-діляниць;
- керування сигналами колійних світлофорів з контролем цілості ниток ламп;
- формування та передачу на локомотив інформації, про поїзну ситуацію по каналах автоматичної локомотивної сигналізації АЛСН та/або АЛС-ЕН;
- керування апаратурою автоматичної переїзної сигналізації;
- взаємодія з апаратурою ЕЦ та ДЦ;
- взаємодія між собою напівкомплектів системи, розташованих на сусідніх станціях чи контейнерних модулях;
- контроль справності сигнального кабелю рейкових кіл;
- діагностика пристроїв системи із реєстрацією відмов. Система складається із трьох основних рівнів.

До складу першого рівня входять:

- автоматизоване робоче місце чергового по станції (АРМ ДСП-АБ), що є одним персональним комп'ютером ПК1;

- пристрій перетворення інтерфейсів (УПІ-К.8232), призначений для зв'язку з блоком СУ своєї станції;
- модем для зв'язку з АРМ ДСП – АБ сусідньої станції;

Апаратура першого рівня встановлюється у приміщенні ДСП. До складу одного комплексу апаратури другого рівня входять:

- блок управління (БО) від 1 до 2-х;
- блок інтерфейсу з апаратурою системи АБТЦ-М сусідньої станції (БІСС);
- блок інтерфейсу з електричною централізацією станції (БІЕЦ) у кількості від 1 до 8 штук відповідно до проекту.

Апаратура другого рівня встановлюється в релейному приміщенні або контейнерному постовому модулі ЕЦ станції, що обмежує перегін. До складу апаратури третього рівня входять:

- блок контролю рейкового ланцюга (БКРЦ) – 1 шт. на два рейкові кола, до 50 шт. на систему;
- підсилювач потужностей та сигналів АЛСН, АЛС-ЕН та сигналів контролю рейкової лінії (РОЗУМ) - 1 шт. на два рейкові кола;
- апаратура погодження з підлоговими пристроями (з'єднувальний кабель, пристрої захисту, дорожні трансформатори та ін.) у кількості відповідно до проекту;
- блок керування світлофором станційний (БУСС) – 1 шт. на два світлофори одноколісного перегону, що стоять у створі, або на один інший світлофор, до 30 шт. на систему;
- блок керування світлофором перегінний (БУСП) - 1 шт. на світлофор до 15 шт. на систему;
- блок переїзної сигналізації перегінний (БПСП) – 1 шт. на переїзд до 3 шт. на систему;
- блок переїзної сигналізації станційний (БПСС) – 1 шт. на переїзд до 3 шт. на систему.

Алгоритми прикладного технологічного процесу системи (ПТП) на рівні системи забезпечуються програмним забезпеченням (ПЗ), розміщеним у блоках БО та в ПК1. При цьому частина алгоритмів, що забезпечує безпеку функціонування, реалізується ПО блоків БО. Це пов'язано з тим, що СУ мають двоканальну апаратну реалізацію з апаратною схемою контролю, що містить безпечний елемент порівняння. Така побудова БО дозволяє забезпечити одночасне функціонування двох копій ПЗ з контролем збігу результатів обробки і, отже, забезпечити задану вимогами безпеки величину ймовірності помилки функціонування ПТП, що призводить до небезпечної відмови.

Оскільки в системі є два блоки БО і два ПК1, то ПТП розподілено між ними за такими принципами:

1. За територіальним принципом. Усі об'єкти перегону (світлофори та рейкові кола) поділяються на дві половини за ознакою віддаленості від двох станцій, що обмежують перегін. Відповідно алгоритми, пов'язані з цими об'єктами, поділяються між ПО БО та ПК1, розміщеними на цих станціях. Алгоритми взаємодії з ЕЦ станцій проводиться також ПО БО відповідної станції. Алгоритми взаємодії з черговим станції проводиться також ПО ПК 1 відповідної станції.

2. За впливом на безпеку. Алгоритми, що безпосередньо забезпечують безпечне функціонування ПТП, розміщуються в ПЗ блоку БО, інші алгоритми (безпосередній інтерфейс з людиною, реєстрація) розміщуються в ПЗ ПК1.

Єдність функціонування ПТП у чотирьох апаратних пристроях забезпечується такими каналами зв'язку між ними: зв'язок між БУ та ПК1 однієї і тієї ж станції проводиться через інтерфейси мережі CAN верхнього рівня та RS-232 ПК1 з використанням блоку УП-RS-232; зв'язок між блоками БО двох станцій здійснюється через інтерфейси мережі CAN нижнього рівня та канал зв'язку між станціями з використанням блоку БІСС; зв'язок між ПК1 двох

станцій проводиться через інтерфейси RS-232 та канал зв'язку між станціями з використанням модемів.

Канали зв'язку забезпечують синхронізацію даних між СУ та ПК1. Структурну схему АБТЦ-М дано на рис.2.2.

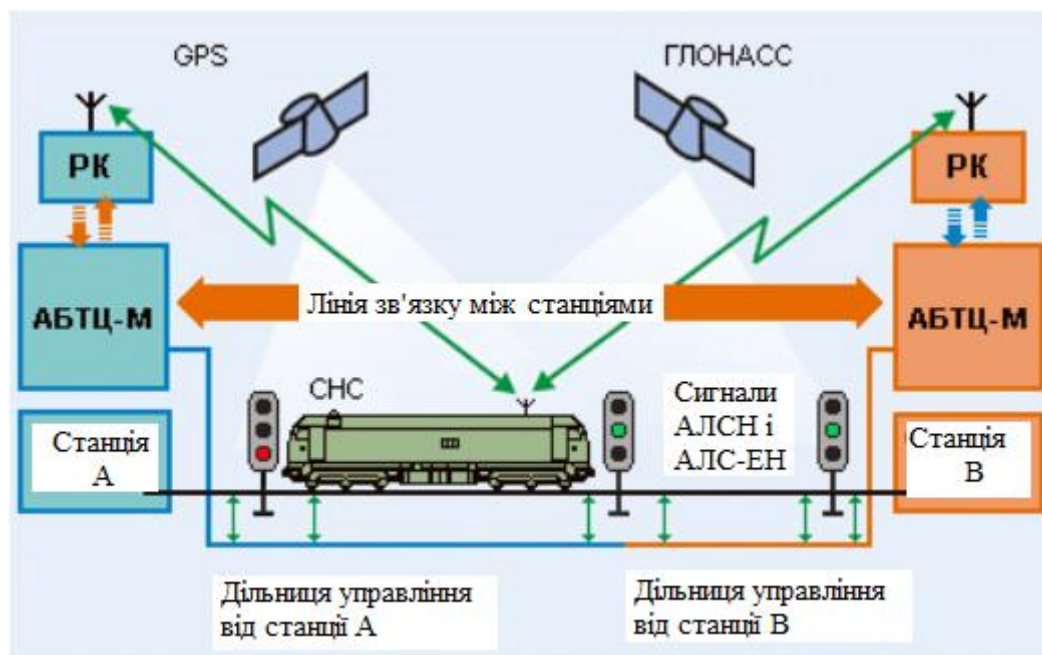


Рисунок 2.2. – Структурна схема АБТЦ-М

Опис блоків системи АБТЦ-М.

БУ-АБТЦ-М – блок управління системи АБТЦ-М, призначений:

-для прийому та обробки сигналів контролю стану всіх об'єктів на перегоні (рейкові кола, переїзди, світлофори), що надходять від блоків БКРЦ, БПСС, БІСС, БІРК, БІЕЦ, БУСС;

-для виконання логічних залежностей автоблокування чи інших систем ЖАТ;

-для передачі керуючих сигналів на блоки БКРЦ, БПСС, БПСП, БІСС, БІРК, БІЕЦ, БУСС (кодування РК, включення ламп світлофорів, відкриття та закриття переїздів, зміна напрямку, вільність перегонів, ув'язування з ЕЦ та ДЦ);

-для збирання та зберігання інформації про збої та відмови, що відбулися в апаратурі нижнього та середнього рівнів системи.

Живлення БО здійснюється від джерела постійного струму з напругою від 21 до 32 В. Струм, споживаний БО, не більше 2А.

БІЕЦ - блок інтерфейсу з ЕЦ станцій, призначений: для управління пристроями електричної централізації, виконаними на базі електромагнітних реле, та контролю стану електромагнітних реле ЕЦ.

Живлення блоку здійснюється від резервованого джерела безперебійного вторинного живлення постійного струму з номінальною вихідною напругою 24 В з відхиленнями від 21 В до 32 В, або від типових панелей живлення на посту ЕЦ з живленням від станційної батареї, що працює в режимі буферної підзарядки, з межами зміни напруги від 21 до 32 ст.

БІСС - блок міжстанційного зв'язку АБТЦ-М призначений для застосування в системі АБТЦ-М для інформаційно-логічного об'єднання двох територіально віддалених напівкомплектів системи по фізичній лінії сигнального кабелю, СЦБ.

Живлення блоку здійснюється від джерела постійного струму номінальною напругою 24В, споживаний струм не більше 0,1 А.

БУСС - блок керування світлофором станційний, призначений для керування вогнями прохідних світлофорів та контролю їх стану.

Видалення БУРС від місця розташування БУСП при використанні двопрвідного фізичного колаа та тризначної сигналізації – до 12 км, при використанні чотиризначної сигналізації – до 5 км. При використанні чотирипрвідного фізичного колаа та чотиризначної сигналізації до 10 км. Між БУСС та БУСП організовано дуплексний канал зв'язку зі швидкістю передачі інформації не менше ніж 300 бод. Ймовірність трансформації переданої команди управління, від БУРС до БУСП, не більше 10-13 за ймовірності помилки на лініях зв'язку не гірша за 10-13.

БУСП - блок керування світлофором перегінний, призначений для керування трьома двонитковими лампами розжарювання. БУСП забезпечує

включення ламп світлофора в режимі безперервного горіння, в миготливому режимі, включення резервної нитки під час перегорання основної відповідно до отриманих команд від блоку БУРС. Електроживлення БУСП здійснюється від блоку БУСС через кабельну лінію з напругою від 200 до 330 Ст.

РОЗУМ – підсилювач потужності, призначений для посилення комплексного сигналу, що складається з сигналів "АЛСН", "АЛС-ЕН", "КРЛ". РОЗУМ працює під управлінням БКРЦ. Електроживлення блоку здійснюється від двох джерел напруги («ЖИВЛЕННЯ» - -24 В; «МЕРЕЖА» - ~ 220 В).

ІПУМ - блок джерела живлення для підсилювача потужності сигналів рейкових кіл, призначений для електроживлення блоків РОЗУМ в робочому режимі при живленні від мережі змінного струму 220 В частотою 50 Гц і в аварійному режимі (відсутність мережі 220 В) при живленні від джерела постійного струму 2 номінальною напругою Ст.

БКРЦ - контролю рейкових кіл, призначений для: формування комплексного сигналу для РЦ, що складається з сигналів "АЛСН", "АЛС-ЕН", "КРЛ"; прийому, фільтрації та дешифрації повідомлень, що передаються по двох каналах КРЛ; формування сигналів вільності/зайнятості нар. л. за рівнем сигналів, що передаються у частотних каналах КРЛ.

БПСС - блок управління переїзною сигналізацією та оповіщення станційний, призначений (разом з БПСП) для передачі команд відкриття та закриття переїзду на апаратуру переїзної сигналізації (АПС) та контролю стану апаратури АПС на переїзді. Струм, що споживається блоком від джерела живлення, не більше 1А.

БПСП - блок управління переїзною сигналізацією та оповіщення перегінний, призначений для управління та контролю переїзною сигналізацією, передачі інформації по модемній лінії зв'язку. БПСП забезпечує прийом сигналів закриття та відкриття переїзду, що формуються блоком БПСС, та їх

передачу на апаратуру АПС. Забезпечує контроль стану апаратури АПС та передачі сигналів контролю на блок БПСС.

Повний перелік виконання таких функцій (для зв'язківців особливу увагу приділити організації радіоканалу):

- контроль вільності/зайнятості блок-ділянок пристроями рейкових кіл, лічильників осей або інших датчиків;

- керування показаннями колійних світлофорів;

- виконання логічних залежностей автоблокування: контроль проходження поїзда, блокування забороняючого показання колійного світлофора та ін;

- формування та передачу в рейкову лінію назустріч поїзду кодів автоматичної локомотивної сигналізації АЛСН та/або АЛС-ЕН відповідно до показань колійних світлофорів та поїзної ситуації, а також передачу інформації на локомотив за допомогою цифрового радіоканалу;

- керування пристроями автоматичної переїзної сигналізації та контроль їх стану;

- управління пристроями автоматичної оповіщальної сигналізації мостів та тунелів та контроль їх стану;

- можливість зміни напрямку руху по перегону лише за умови його повного звільнення;

- можливість зміни напрямку за допомогою допоміжного режиму при зайнятості перегону (рейкового колаа) або заблокованому заборонному сигналі колійного світлофора лише за участю двох чергових станцією або поїзним диспетчером;

- прийом апаратурою радіоканалу інформації з локомотива про місцезнаходження поїзда (дублювання інформації від колії) з можливістю визначення точних координат голови поїзда;

-здійснення автоматичного введення та виведення локомотива з обслуговування радіоканалом залежно від місця розташування локомотива (роумінг);

-організацію по радіоканалу двосторонньої передачі інформації між системою та локомотивними пристроями про тимчасові обмеження швидкості на перегоні та збирання діагностичної інформації з локомотива з можливістю її архівації;

-взаємодія з апаратурою ЕЦ, ДЦ та іншими системами автоматики.

У разі застосування рейкових кола система забезпечує:

-контроль стану (зайнятість/вільність) рейкового шляху перегону з роздільним контролем стану кожної блок-ділянки та кожного рейкового кола;

-роботу рейкових кіл за будь-якого виду тяги, централізованого електропостачання пасажирських вагонів, а також при різних способах регулювання тягового струму на електрорухомому складі;

-режими роботи рейкових кіл (нормальний, шунтовий та контрольний) без додаткового регулювання при зміні опору ізоляції баласту від 0,8 Ом·км до 50 Ом·км;

-роботу рейкових кіл при електричній тязі в умовах асиметрії тягового струму відповідно до чинних нормативів, а при перевищенні цих нормативів - недопущення порушення вимог безпеки;

-захист апаратури рейкових кіл від впливів тягового струму, грозових розрядів та інших перешкод.

2.4. Висновки за розділом

АБТЦ-М має трирівневу структуру, що обслуговується двома локальними мережами. До нижнього рівня відносяться блоки управління та контролю зовнішніми об'єктами: рейковими колами, світлофорами, переїздами, а також блоки взаємодії з електричною централізацією та сусідньою станцією.

На середньому рівні знаходяться блоки керування, які реалізують алгоритм роботи автоблокування та забезпечують функціональну безпеку всієї системи, а також блок контролю електричних та часових параметрів сигналів рейкових кіл та автоматизоване робоче місце чергового електромеханіка. З автоматизованого робочого місця чергового електромеханіка здійснюється налаштування параметрів та конфігурації системи, ведеться контроль стану всіх блоків системи у процесі роботи. На цьому рівні всі потоки інформації у локальній мережі реєструються спеціальним реєстратором. З цього рівня також здійснюється взаємодія із системами діагностики АДК-СЦБ або АПК-ДК.

Верхній рівень системи АБТЦ-М включає автоматизоване робоче місце чергового станції АРМ ДСП, на моніторі якого черговий станції контролює поїзну ситуацію на всьому перегоні, стан рейкових кіл, показання прохідних світлофорів і світлофорів переїзної сигналізації, стан апаратури АБТЦ-М. На цьому рівні також здійснюється взаємодія з диспетчерською централізацією та пристроями передачі даних по радіоканалу. АРМ ДСП автоматично архівує інформацію, що індикується, що дозволяє більш об'єктивно розслідувати причини нештатних ситуацій у русі поїздів і роботі апаратури.

Вся апаратура виконана на мікропроцесорній елементній основі. Як локальна мережа використовується двопровідний інтерфейс типу CAN. Як сигнали контролю рейкового кола використовуються спеціальні кодові сигнали на частотах тонального діапазону. При цьому використовується частотна модуляція модифікованими восьмирозрядними кодами Бауера.

Все це допомагає підвищити функціональну безпеку системи інтервального регулювання в цілому і систем автоматичної локомотивної сигналізації зокрема.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ СТРУМУ АЛСН

3.1. Результати експериментальних досліджень спектрального складу струму АЛСН

Виявлено, що на роботу системи АЛС впливають такі причини, що ведуть до збоїв у розшифруванні кодів:

- намагніченість рейок (рис.3.1);

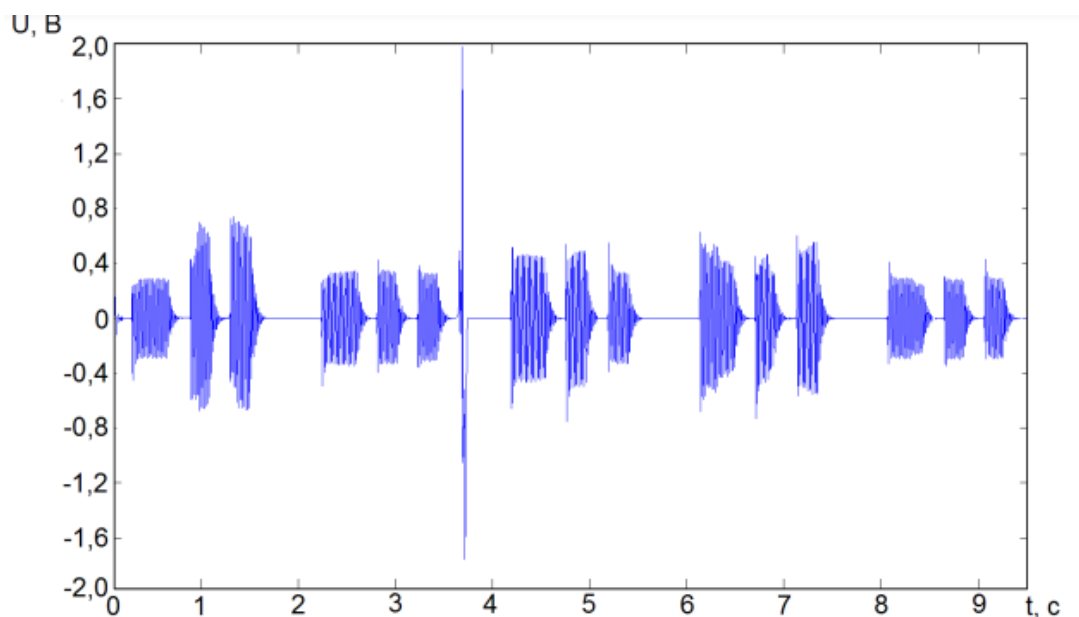


Рисунок 3.1 – Осцилограма струму АЛС (код 3), яка спотворена через намагніченість рейок. Сигнал виміряний з вагону-лабораторії

- виникнення електромагнітних завад при перетинанні залізницею викеровольтної лінії електропередач (осцилограма струму АЛС дано на рис.3.2, 3.3, а його спектральний склад показано на рис.3.4). Розкладання виконано за допомогою ряду Фур'є;
- випадкові завади (рис.3.5, 3.6);
- потужні стаціонарні завади (рис.3.7, 3.8).

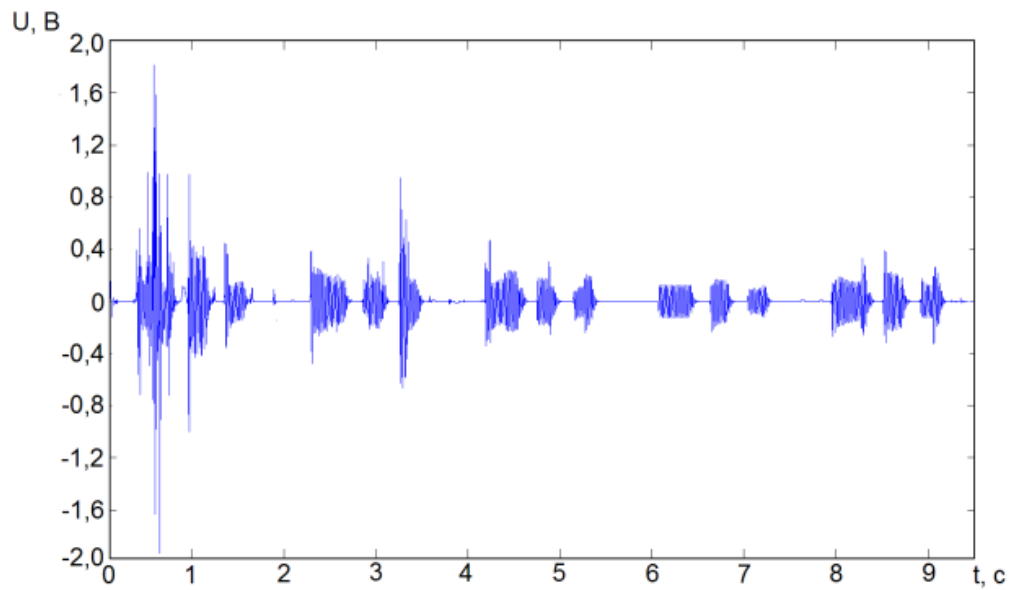


Рисунок 3.2 – Осцилограма струму АЛС при вимірі з вагону лабораторії і перетинанні високовольної ЛЕП

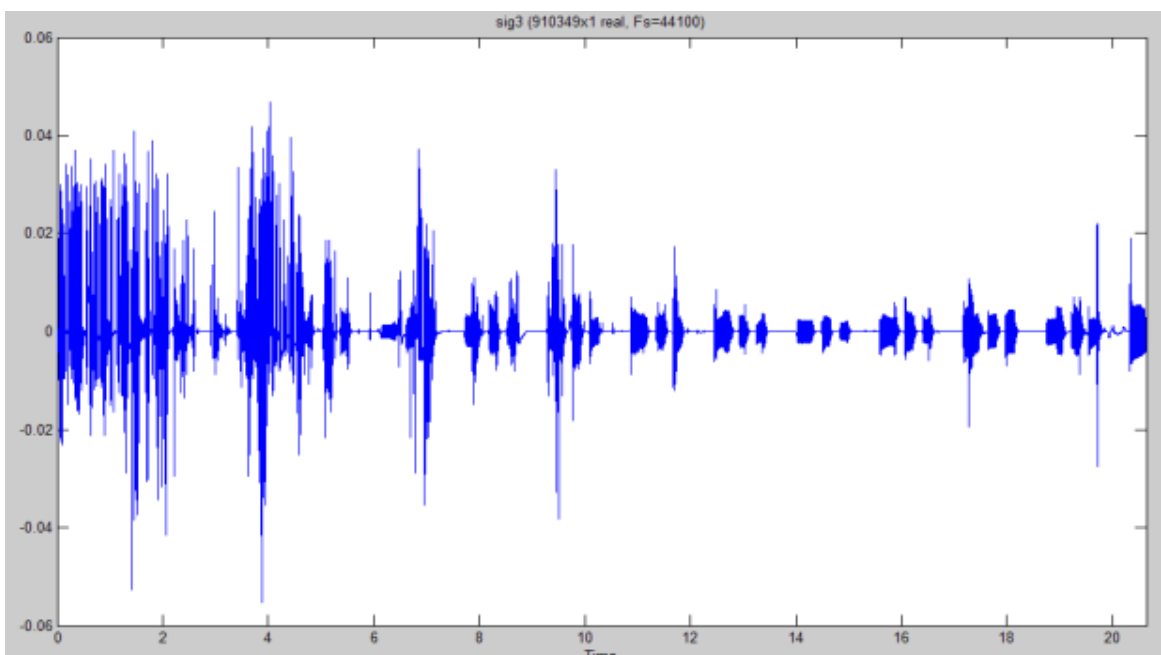


Рисунок 3.3 – Осцилограма струму і електромагнітних завад в каналах АЛС при проїзді поїздом дільниці, яка розташована поблизу ЛЕП 750 кВ. Код «З»

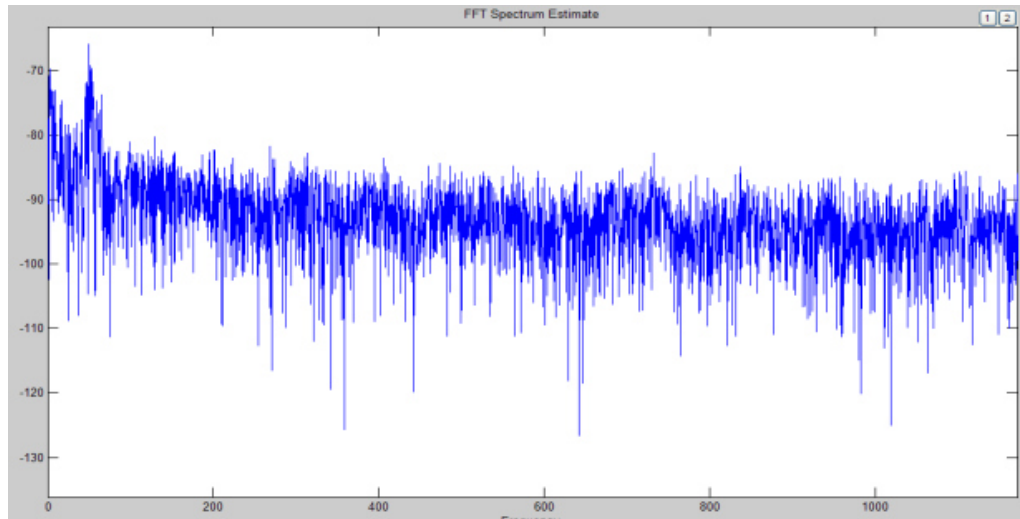


Рис.3.4 – Спектральний склад струму і електромагнітних завад, які показано на рис.3.3, в каналах АЛС при проїзді поїздом дільниці розташованою поблизу ЛЕП 750 кВ

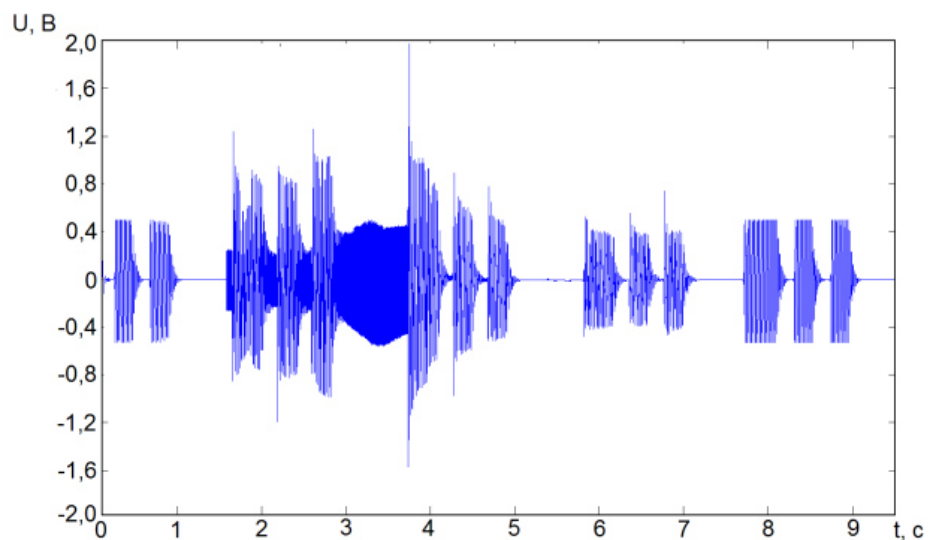


Рисунок 3.5 – Випадкові завади в каналах АЛС

Дослідження (рис.3.1 – 3.6) були виконані на Придніпровській залізниці на дільниці з тризначним автоблокуванням і рейковими колами 50 Гц. Розкладання в спектр відбувалося за допомогою класичної теорії швидке перетворення Фур'є.

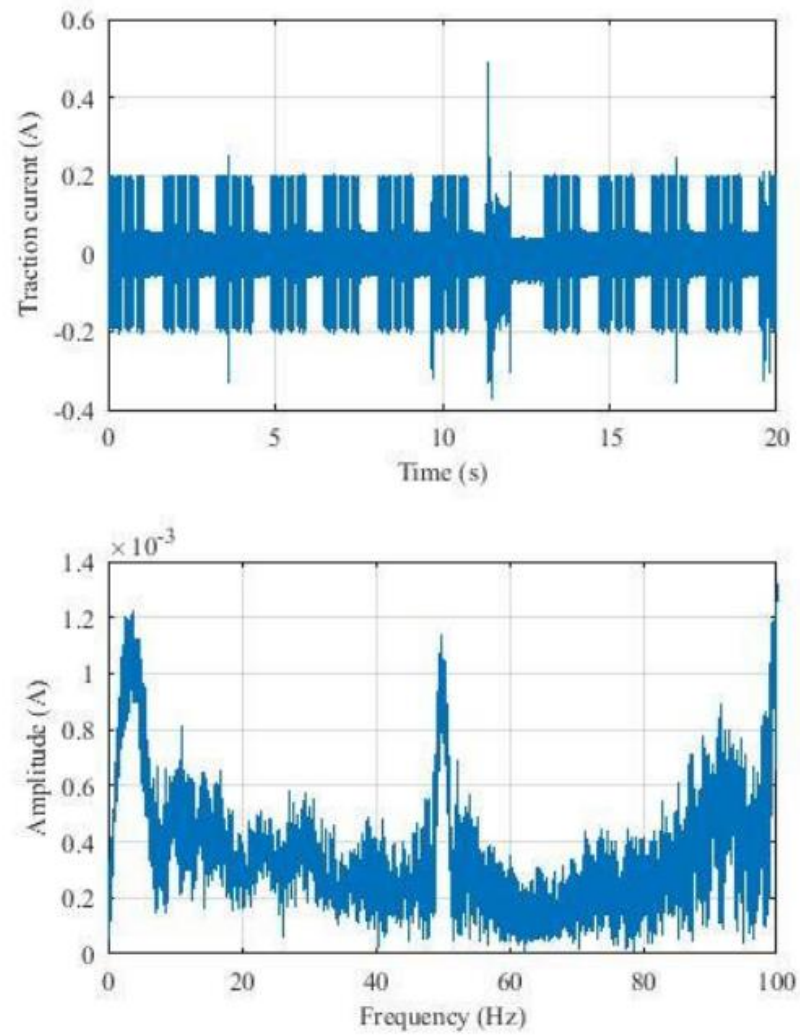


Рисунок 3.6 – Осциллограма і спектральний склад кодового струму АЛС

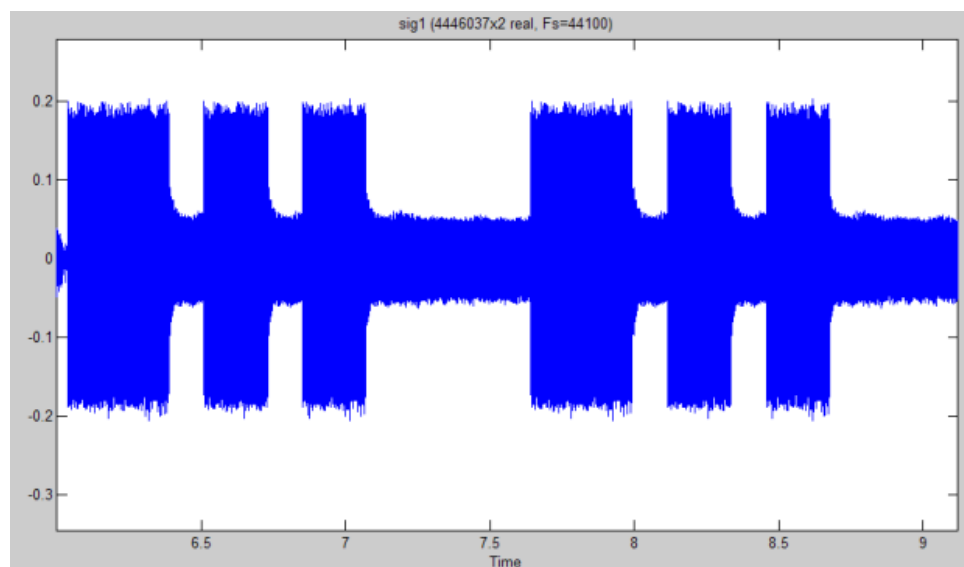


Рисунок 3.7 – Осциллограма сигналу АЛС із потужною стаціонарною задавою, РК 50 Гц, Код «3»

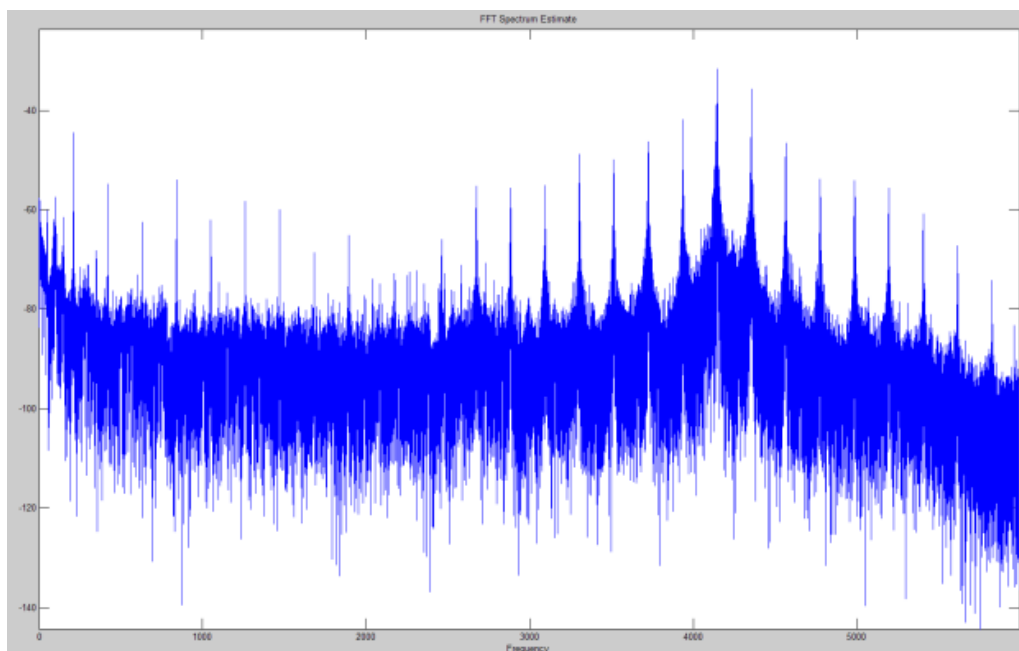


Рис.3.8 – Спектральний склад сигналу АЛС із потужною стаціонарною завадою, РК 50 Гц, Код «З», осцилограму якого показано на рис.3.7.

3.2. Причини збоїв у роботі АЛСН

Найпоширенішими причинами виникнення збоїв АЛС є несправність стиків, що ізолюють. Однією з основних причин відмови ізолюючих стиків є закорочування стику металевою стружкою внаслідок впливу магнітного поля, створюваного намагніченими торцями рейок, розділених ізолюючим стиком.

Ще однією причиною збоїв АЛС, що носить масовий характер, є відсутність або несправність рейкових стикових з'єднувачів, а також втрата електричного контакту в з'єднаннях штепсель – рейка перемичок рейкових ланцюгів. Основними причинами, що призводять до відмов стикових з'єднувачів усіх типів, є їх ушкодження при дорожніх роботах, корозія та неякісне приварювання. Відмови стикових з'єднувачів приварного типу відбуваються через обрив з'єднувача у місці його приварювання до рейки ще й унаслідок порушення технології приварювання. Все це веде до втрати електричного контакту і нестійкої роботи пристроїв АЛС. Для того щоб забезпечити стабільну роботу рейкових ланцюгів та АЛС у таких умовах працівниками

господарства сигналізації, централізації та блокування допускаються випадки збільшення величини напруги живлення в рейковому ланцюзі. Збільшення напруги неминуче тягне за собою перевищення норми струму кодування, який у свою чергу є причиною підгарання контактів трансмітерних реле та виходу їх з ладу.

Причинами збоїв АЛС нерідко стають несправності приладів кодування, зокрема кодового колійного трансмітера КПТШ та трансмітерних реле ТШ. Основним недоліком цих електромеханічних приладів є їхня низька надійність. У процесі експлуатації вони знаходяться в постійній динаміці, що призводить до швидкого вироблення їхнього ресурсу. Нерідко знос контактів приладів що у формуванні кодових сигналів і призводить до спотворень кодових імпульсів у рейковій ланцюга як наслідок, до збоїв у роботі автоматичної локомотивної сигналізації. Ефективним вирішенням проблеми електромеханічних приладів у сучасних умовах на мережі доріг є заміна їх на безконтактні електронні прилади БКПТ замість КПТШ.

Наступною причиною збоїв АЛСН є намагніченість рейок (рис.3.1). Наступною причиною збоїв АЛСН є електромагнітні завади, що спотворюють сигнальний струм АЛСН (рис. 3.2).



Рисунок 3.1 – Схема намагнічування рейок у районі стикового зазору

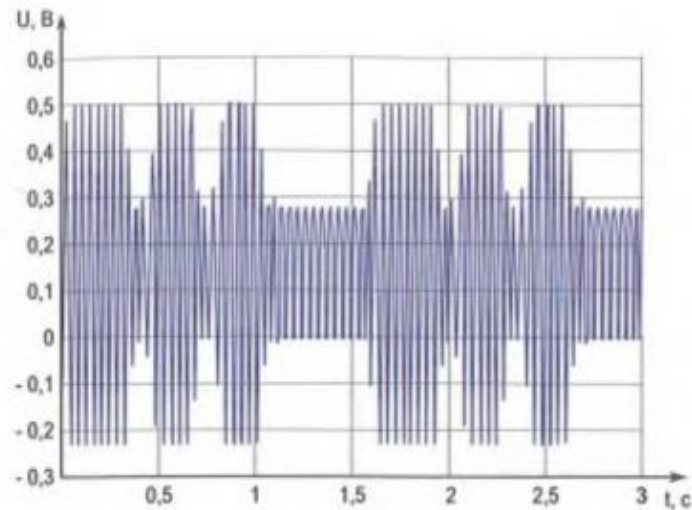


Рисунок 3.2 – Спотворення сигнального струму АЛСН під дією електромагнітних завад

Для забезпечення безпечної роботи АЛСН параметри сигнального струму в рейках необхідно періодично контролювати. Такий контроль проводять згідно з графіком технічного обслуговування рейкових кіл з виходом обслуговуючого персоналу безпосередньо на лінію та проведенням вимірювань у рейках, або за допомогою вагон-лабораторії СЦБ під час його планових поїздок та реєстрації кодів АЛСН у рейках.

3.3. Висновки за розділом

Для підвищення функційної надійності системи АЛСН і безпеки руху необхідно додати функцію контролю електромагнітних завад каналах зв'язку при русі поїзда. Це допоможе прогнозувати вихід із ладу деякої апаратури і забезпечити більш надійну роботу існуючої системи АЛСН.

ВИСНОВОК

В даний час на мережі залізниць України повсюдно поширена система АЛСН, яка через обмежені функціональні можливості непридатна для ділянок зі швидкісним рухом. Більш досконала система АЛС-ЕН. Існують також системи, що передають локомотивній автоматичній інформації про відстань до наступного сигналу для забезпечення прицільного гальмування поїзда перед закритим сигналом. Найпоширеніша з таких систем – система автоматичного керування гальмуванням САУТ і перспективним комплексним локомотивним пристроєм безпеки КЛУБ (існують його різні модифікації: КЛУБ, КЛУБ-П, КЛУБ-У, КЛУБ-УП — остання призначена для встановлення на спеціальному самохідному рухомому складі (ССПС) розрахована на напругу 24 В), яка реалізує функції АЛС та АЛС-ЕН на локомотиві.

Для підвищення функційної надійності системи АЛСН і безпеки руху необхідно додати функцію контролю електромагнітних завад каналах зв'язку при русі поїзда. Це допоможе прогнозувати вихід із ладу деякої апаратури і забезпечити більш надійну роботу існуючої системи АЛСН.

Обладнання залізниць системою АБТЦ-М, яка має трирівневу структуру, що обслуговується двома локальними мережами.

Верхній рівень системи АБТЦ-М включає автоматизоване робоче місце чергового станції АРМ ДСП, на моніторі якого черговий станції контролює поїзну ситуацію на всьому перегоні, стан рейкових кіл, показання прохідних світлофорів і світлофорів переїзної сигналізації, стан апаратури АБТЦ-М. На цьому рівні також здійснюється взаємодія з диспетчерською централізацією та пристроями передачі даних по радіоканалу. АРМ ДСП автоматично архівує інформацію, що індикується, що дозволяє більш об'єктивно розслідувати причини нештатних ситуацій у русі поїздів і роботі апаратури.

Вся апаратура виконана на мікропроцесорній елементній основі. Як локальна мережа використовується двопровідний інтерфейс типу CAN. Як

сигнали контролю рейкового кола використовуються спеціальні кодові сигнали на частотах тонального діапазону. При цьому використовується частотна модуляція модифікованими восьмирозрядними кодами Бауера.

Все це допомагає підвищити функціональну безпеку системи інтервального регулювання в цілому і систем автоматичної локомотивної сигналізації зокрема.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. В.І Зорін, Е.Е. Шухіна, П.В. Тіхов. Мікропроцесорні локомотивні системи забезпечення безпеки руху поїздів нового покоління. URL:
2. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність. Вимоги та методи випробовування: ДСТУ 4178-2003
3. Правила технічної експлуатації залізниць України. – К.: Міністерство транспорту України, 2003.– 133 с.
4. Гончаров К.В. Синтез цифрового локомотивного приемника автоматической локомотивной сигнализации / К.В. Гончаров //«Наука и прогресс транспорта» Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна. – 2013. – Вип. 1 (43), – 30-38 с.
5. Безнаритний А.М. Аналіз стану пристроїв автоблокування, методів його обслуговування та контролю / А.М. Безнаритний, В.І. Гаврилюк, О.О. Гололобова // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академика В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2014. Вип. 1 (49). – С. 22-32.
6. Пат. 107472 Україна, МПК В61L 25/06 (2006/01) Спосіб контролю технічного стану локомотивних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації на контрольному пункті / Гололобова О.О., Гаврилюк В.І., Буряк С.Ю. (Україна); заявник та патентовласник Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – № и 2015 11682 заявл. 26.11.15.; опубл. 10.06.16, Бюл. № 11.
7. Бойник А.Б. Корреляционный прием и дешифрация кода АЛСН по спектральному признаку / А.Б. Бойник, М.Н. Чепцов, А.М. Трунаев // Информ.- керуючі системи на залізн. трансп.– 2008. – № 2. – С. 64-68.
ing / О.О. Hololobova, V.I. Havryliuk, M.O. Kovryhin, S.Yu. Buriak // Наука та

прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2014. – Вип. 5 (53). – С. 17-28.

Соболев Ю.В. Математична модель каналу передачі числового коду АЛСН / Ю.В. Соболев, М.Г. Давиденко, О.М. Ананьева, В.О. Сотник // Зб. наук, праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 119. – С. 78-88.

10. Гололобова О.А. Применение вейвлет-преобразования для дешифрации кода АЛСН / Современные информационные и коммуникационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании: тезисы IX Международной научно-практической конференции. – Д.: ДИИТ. – 2015. – С.
11. Гололобова О.О. Автоматизация технічного обслуговування пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації / Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: тезисы 75 Международной научнопрактической конференции.– Д.: ДИИТ. – 2015. – С. 196.
12. Hololobova O.O. Study of transmission lines effect on the system operationon of continuous automatic cab signalling / O.O. Hololobova, V.I. Havryliuk, M.O. Kovryhin, S.Yu. Buriak // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2014. – Вип. 5 (53). – С. 17-28.
13. Гололобова О.А. Работа автоматической локомотивной сигнализации в условиях влияния токов линий электропередач / Інформаційно-управляючі технології та системи на залізничному транспорті: тези Всеукраїнської конференції студентів та молодих вчених. – Д.: ДНУЗТ. – 2014. – С. 62-63.
14. Chaparro L.F. Signals and Systems Using MATLAB / L. F. Chaparro. – Dep. of London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sidney, Tokyo: Academic Press, 2011. – 752 p.

15. Соболев Ю.В. Дослідження умов роботи локомотивних пристроїв АЛС при безупинному проходженні поїзда через станцію / Ю.В. Соболев, С.В. Кошевий, М.С. Кошевий, С.М. Бібіков // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – № 1. – С. 32-43
16. Компактная АЛС на основе системы ETCS [Электронный ресурс] // Железные дороги мира. – 2006. – № 7. – С. 67-71. – Режим доступа: