

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

«ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри

_____	Гаврилюк В.І.
(підпис)	(ПІБ)
20 ____ р. _____	« ____ »

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітня програма «Автоматика та автоматизація на транспорті»

Тема Розширення функціональних можливостей системи автоматичної переїзної сигналізації по контролю наближення поїзду

Theme Expansion of functions of systems and automatic crossing alarm system on control of approach of a train

Керівник дипломної роботи доцент _____ Маловічко В.В.

Студент групи АТ2021 (967М) _____ Лук'яненко О.Д.

Student АТ2021 (967М) _____ Oleksandr Lukianenko

Дніпро
2021

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки та технологій
Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

ДОВІДКА
про відсутність плагіату у випускній кваліфікаційній роботі

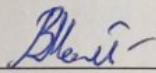
За результатами перевірки випускної кваліфікаційної роботи (ВКР) здобувача вищої освіти освітнього ступеня (ОС) «магістр»

Лук'яненка Олександра Дмитровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Розширення функціональних можливостей системи автоматичної
переїзної сигналізації по контролю наближення поїзду

в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР

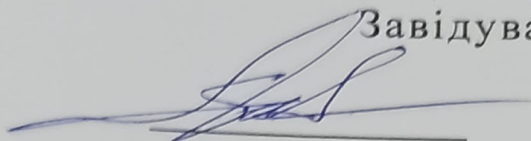

(підпис)

Маловічко Володимир Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри



(підпис)

Гаврилюк В.І.

(ПІБ)

20 21 р. 12 « 16 »

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

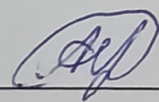
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

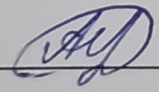
Освітня програма «Автоматика та автоматизація на транспорті»

Тема Розширення функціональних можливостей системи автоматичної переїзної сигналізації по контролю наближення поїзду

Theme Expansion of functions of systems and automatic crossing alarm system on control of approach of a train

Відвідувач дипломної роботи доцент  Маловічко В.В.

Доцент групи АТ2021 (967М)  Лук'яненко О.Д.

ent АТ2021 (967М)  Oleksandr Lukianenko

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри АТ

Гаврилюк В.І.

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеню «магістр»

Лук'яненко Олександр Дмитрович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи

Розширення функціональних можливостей системи автоматичної переїзної сигналізації по контролю наближення поїзду.

Expansion of functions of systems and automatic crossing alarm system on control of approach of a train.

Затверджена наказом по університету № 630-ст від « 19 » жовтня 2020 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу	Обсяг %	Кількість креслень
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		

Студент

Науковий керівник

РЕФЕРАТ

Відомості про об'єм пояснювальної записки: 66 сторінки, 4 таблиці, 22 рисунків, 15 джерел літератури.

Ключові слова: система автоматичної переїзної сигналізації, залізничний переїзд, АЛСН, системи підвищення безпеки на залізничних переїздах, контроль наближення поїзда до переїзду.

Об'єкт проектування: процес прийому та передачі інформації в автоматичній локомотивній сигналізації та в системі АПС.

Мета магістерської роботи: є розробити методи та засоби для розширення функціональних можливостей систем автоматичної переїзної сигналізації по контролю наближення поїзду.

У першому розділі було проведено аналіз структури та конструкції вже існуючих систем АПС з метою визначення напрямків покращення їх роботи.

В другому розділі розглянуто можливості модернізації автоматичної локомотивної сигналізації на локомотиві для контролю зайнятості перегону автотранспортом.

У третьому розділі диплому проводилась розробка засобів для підвищення ефективності контролю наближення поїздів до переїзду та керування переїзною та локомотивною сигналізацією.

Галузь застосування: Автоматика та автоматизація на транспорті.

Висновок: завдяки впровадженню запропонованої системи, на залізничних переїздах значно зменшиться кількість небезпечних ситуацій, аварій, тощо. Тим самим це суттєво зменшить затримки як залізничного транспорту, так і автомобільного, цим самим відсутність затримок буде економити фінанси великих компаній, і від цього значно зросте економіка в Україні.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Аналіз існуючих систем переїзної сигналізації. Характеристика обраної ділянки.	7
1.1. Аналіз існуючої автоматичної переїзної сигналізації на залізницях України без шлагбаумів.	7
1.2. Автоматична переїзна сигналізація з додатковими пристроями загородження.	15
1.3. Принципова схема переїзду 163км.+222м.	17
1.4. Новітні методи визначення наближення руху поїзда до переїзду.	18
1.5. Постановка задачі.	24
1.6 Висновок до першого розділу	25
2 Модернізація систем АЛСН для автоматичного керування поїздом при приближенні до переїзду	26
2.1. Розробка математичної моделі для аналізу каналу передачі сигналів числового коду АЛСН.	26
2.2. Аналіз можливості використання супутникової навігації для контролю наближення поїзда до переїзду.	33
2.3. Структура локомотивного обладнання запропонованої системи.	39
2.4. Використання датчиків шляху та швидкості для контролю наближення поїзда до переїзду.	46
2.5. Висновок до другого розділу	50
3 Модернізація систем АПС для закриття переїзду з урахуванням фактичної швидкості поїзда	51
3.1. Апаратура підсистеми розташована на переїзді.	51
3.2. Принцип роботи системи автоматичної переїзної сигналізації на точкових датчиках.	56
3.3. Висновок до третього розділу	59
4 Практичне використання запропонованої підсистеми на залізничному транспорті України.	61
Загальний висновок до роботи	64
Бібліографічний список	65

ВСТУП

Транспорт на залізницях зробив дуже великий вклад в історію розвитку людства. На сьогоднішній день, навіть неможливо представити масове перевезення великого вантажу чи пасажирів без використання поїздів. На протязі свого існування, а це більш ніж 160 років, залізничний транспорт України став однією із найважливіших галузей нашого народного господарства. Також одночасно с технічними засобами на транспорті прогресувала та розвивалася автоматика, телемеханіка та зв'язок. З появою перших залізниць на них з'явилися спочатку семафори (Англія, 1841р.) та телеграф, а потім і більш сучасні засоби сигналізації та зв'язку.

Серед приладів автоматизації залізниці та телемеханіки найважливішу роль відіграють системи управління об'єктами. Швидкість обробки поїздів на станціях рішуче визначає пропускну здатність залізниць. Безпека поїздів сильно залежить від безпеки проїзду на станції.

Сьогодні ядром систем автоматизації станцій є централізація стрілок та сигналів. Централізація забезпечує логічні взаємозалежності між станційними установами відповідно до вимог безпеки руху, а також недороге та безпечне дистанційне управління стрілочними переводами та світлофорами.

Поява в середині 70-х років перспективної мікропроцесорної елементної бази активізувала розробки нових станційних систем у 80-х роках і на початок 90-х стали періодом розробок і впровадження мікропроцесорних систем. Найефективніше в цьому напрямі працюють фірми Швеції ("ERICSSON"), Німеччини (SEL, AEG, "SIEMENS"), Австрії (ALCATEL), Японії (JNR) і Данії (DSI). У нашій країні розробки комп'ютерної і мікропроцесорної централізації проводяться в інститутах залізничного транспорту.

На великих станціях із сортувальними гірками поряд з централізацією живлення існують системи гірочної автоматики. Останні включають системи гірочної централізації, автоматичного регулювання швидкості скачування отцепів і телекерування горочними локомотивами. Вони забезпечують високу переробну здатність сортувальних гірок, використовуючи мікроелектронну техніку.

Залізничний транспорт не відстає від розвитку сучасного технічного прогресу, та до сих пір залишається однією з головних галузей нашого господарства.

У своєму дипломному проєкті я хочу звернути увагу до системи контролю наближення поїзда до переїзду для залізниць України, які можна застосувати не тільки на перегоні, а і на станціях. Максимально хочу звернути увагу в роботі на використання сучасних систем та пристроїв наближення, таких як супутникова навігація, датчики шляху та швидкості та інші.

Залізничним переїздом називається – місце однорівневого перетину залізничних колій та автомобільної дороги. Такі перетини вважаються одними із найнебезпечніших місць для руху обох видів транспорту, тому потребують максимальну увагу та спеціальні огороження. За рахунок своєї маси, габаритів та інерційності, перевага на право руху надається поїздам. Безперешкодний його рух по переїзду виключається лише у разі виникнення аварійної ситуації. На цей випадок передбачається загороджувальна сигналізація автоматичної або неавтоматичної дії.

За напрямком руху автотранспорту, на переїздах встановлюються постійно діючі огорожувальні та попереджувальні засоби, такі як автоматична світлофорна сигналізація переїзду з автоматичними шлагбаумами (АПШ); автоматична світлофорна сигналізація переїзду без автошлагбаумів (АПС); сповіщальна сигналізація переїзду (ОПС), що дає лише сповіщення на переїзд про наближення потягу; механізовані і електроприводні шлагбауми неавтоматичної дії : застережливі знаки і таблички.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ПЕРЕЇЗНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАНОЇ ДІЛЯНКИ

1.1 Аналіз існуючої автоматичної переїзної сигналізації на залізницях України без шлагбаумів

Місця, де перетинається залізнична колія на одному рівні за автомобільними дорогами, трамвайними коліями і тролейбусними лініями називають залізничними переїздами. Такі переїзди обладнуються різноманітними пристроями захисту для безпечного руху транспорту. Такими типовими пристроями використовують автоматичну світлофорну сигналізацію, автоматичні шлагбауми і напівшлагбауми, неавтоматичні шлагбауми з ручним механічним або електричним приводом разом із сповіщальною (автоматичною чи неавтоматичною) сигналізацією.

При автоматичній сигналізації світлофора перехід захищений спеціальними світлофорами, що встановлюються перед переїздом на краю дороги з правого боку по руху нерейкового транспорту. Червоні вогні світлофорів спрямовані в бік шосе, в звичайних умовах вони не горять, що вказує на відсутність поїздів у наближенні до залізничного переїзду і дозволяє автомобілям проїжджати через переїзд. Коли потяг наближається до перетину, світлофори починають блимати і одночасно лунають дзвони. З цього моменту рух транспорту через перехід заборонено. Після того, як поїзд пройде через переїзд, світлофори вимикаються, дзвінки вимикаються, і тоді дозволяється продовжити рух безрейковому транспорту.

Вид пристроїв які встановлюються, залежать від категорії переїзду. В залежності від інтенсивності руху та умов видимості, переїзди поділяють на категорії. Таких категорій всього чотири:

Перша категорія- залізниця перетинається з автомобільними шляхами першої та другої категорій, дорогами і відповідно вулицями, які мають трамвайний і тролейбусний рух; з вулицями і дорогами, по яких здійснюється регулярний автобусний рух з інтенсивністю руху по переїзду більше 8 потягів-автобусів за годину; з усіма дорогами, що перетинають чотири та більше головних залізничних шляхів;

Друга категорія- вулицями і дорогами, що мають автобусний рух з інтенсивністю руху по переїзду менше 8 потяга-автобусів в годину; перетину з автомобільними дорогами третьої категорії; міськими вулицями, на яких не має

тролейбусного, трамвайного і автобусного руху; з іншими дорогами, якщо інтенсивність руху по переїзду перевищує 50 000 потяга-екіпажах в добу або дорогу перетинає три головні залізничні шляхи;

Третя категорія - перетину з автомобільними дорогами, що не підходять під характеристику переїздів першої та другої категорій, і якщо інтенсивність руху по переїзду при задовільній видимості перевищує 10 000 потяга-екіпажах, а при незадовільній (поганий) - 1000 потяга-екіпажах в добу. Видимість визнається задовільною, якщо з екіпажа що знаходиться на відстані 50 м і менш від залізничної колії, що наближається з будь-якого боку, потяг видно не менше ніж за 400 м, а переїзд видно машиністу на відстані не менше 1000 м;

IV категорія - усі інші перетини автомобільних доріг з залізницями в одному рівні.

Інтенсивність руху на переїзді вимірюється в потяга-екіпажах, тобто відношення числа потягів на число екіпажів, що проходять через переїзд в добу.

Закриття автошлагбаумів і включення автоматичної сигналізації[1] переїзду АПС і відбуваються з моменту вступу поїзда на ділянку наближення. Залежно від розміщення переїзду по відношенню до путніх світлофорів автоблокування ділянкою наближення може бути блок-ділянка, в межах якої розташований переїзд. У такому випадку початок ділянки наближення співпадає з путнім світлофором 3, який має розташовуватись перед переїздом, і закриття світлофора відбувається за одну ділянку наближення. Якщо відстань від переїзду до світлофора 3 менше розрахункової довжини ділянки наближення, закриття переїзда відбувається з початку моменту вступу потяга на другу ділянку наближення 5П. Контроль наближення потягу за один або двома ділянкою наближення здійснює повідомне реле наближення НИП.

Позначення, тип та призначення реле, встановлених на переїзді, приведені в таблиці. 1.1.

Таблиця 1.1.

Позначення реле встановлених на переїзді	Тип реле встановлених на переїзді	Призначення реле встановлених на переїзді в схемі
НИП	НМШ2-900	Оповіщення наближення поїзда
НИП1	АНШМ2-380	Повторювач реле наближення поїзда
НВ	АНШ5-1600	Включає сигналізацію на переїзді
НКТ	АНШМТ-380	Контрольне термічне реле
НИ	ИМШ1-0.3	Імпульсне колійне реле
НИ1, НИ2	ИМШ1-1700	Повторювачі імпульсного колійного реле
НИТ	ИМВШ-110	Імпульсне трансляційне реле
ИДИ	ИМВШ-110	Додаткове імпульсне колійне реле
НДКВ	АНШ2-40	Додаткове кодове включає реле
ДМТ	МТ-1	Додатковий маятниковий трансмітер
НДП	АНШ5-1600	Додаткове колійне реле
НДП1	НМШ2-900	Повторювач реле НДП
НТ	ТШ-65В	Трансміттерне реле
НДТ	НМПШ2-400	Додаткове трансміттерне реле
НП	АНШ2-700	Шляхове, включене через релейний дешифратор

Стан ланцюгів цієї схеми відповідає встановленому правильному напрямку руху по непарному шляху перегону. Автоматична сигналізація переїзда вимкнена,

бруси шлагбаумів знаходяться в піднятому положенні, це означає що рух по переїзду автомобільному транспорту дозволений.

Схема сповіщення наближення НІП шляхом установки перемичок П налагоджена так, що ділянка наближення до переїзду починається від світлофора 3 і закриття переїзду здійснюється за одну ділянку наближення.

При відсутності поїзда на ділянці наближення ЗП з живлячого кінця через контакт трансмітера МТ в рейковий ланцюг цієї ділянки подаються імпульси постійного струму. Тоді для переїзду від цих імпульсів буде спрацьовувати реле НІ, включене в рейковий ланцюг через тилові контакти реле НТ і НДКВ. Також працюватимуть повторювачі імпульсного путнього реле НІ1 і НІ2. Контактном попереднього реле НІ2, включеним в ланцюг путньої батареї, імпульси постійного струму транслуються в рейковий ланцюг ЗПа.

Під час імпульсної роботи реле НІ на переїзді і реле І у світлофора 1 через релейні дешифратори збуджуються реле НП, П1 і П3, чим фіксується вільність блок-ділянки між світлофорами 1-3. На переїзді також збуджені реле ПП, НІШ, НВ і переїзд знаходиться у відкритому стані.

Від вступу потягу на ділянку наближення ЗП припиняється імпульсна робота реле НІ і його повторювачів, також припиняється дешифрування імпульсів через РД і вимикаються реле П3, ПІ1, НП, НДП, НДП1. Відпускаючи якір, реле НП вимикає сповіщувальне реле НІП, одразу після якого вимикається його повторювач НІШ.

Фронтним контактом останнього вимикається реле НВ, потім включається сигналізація переїзду і відбувається закриття автошлагбаумів.

До реле НВ через його фронтний контакт підключається блок конденсаторів ПК для створення уповільнення на відпуск, якщо фактична довжина ділянки наближення більша ніж розрахункова. Коли потрібно визначити уповільнення реле НВ рахують, що конденсатор місткістю 1000 мкФ забезпечує уповільнення на відпуск десь приблизно біля 4 секунд.

У схемі управління сигналізацією застосовується захист від помилкового відкриття переїзду при короточасній втраті шунта під поїздом, що рухається по ділянці наближення. Захист виконується за допомогою реле НКТ і НІП1, реле НКТ окрім основної обмотки, має термоелемент, фронтний контакт якого замикається через 8-10 з після включення живлення в обмотку термоелемента.

Включення реле НИП1 і НКТ зроблене так, що кожне збудження реле НИП1 після його знеструмлення можливе тільки після замикання фронтового контакта реле НКТ і фронтового контакта термоелемента, тобто з затримкою часу 8-10 с. Основна обмотка реле НКТ включається через тиловий контакт термоелемента, а його збудження можливо тільки після повного охолодження термоелемента.

При втраті шунта спрацьовує реле НІ і через РД включається реле НП, а услід за ним реле НИП. Проте реле НИП1 не збуджується, оскільки спочатку утворюється ланцюг реле НКТ, що проходить через тиловий контакт термоелемента. Фронтовим контактом реле НКТ замикається ланцюг термоелемента ТЭ:

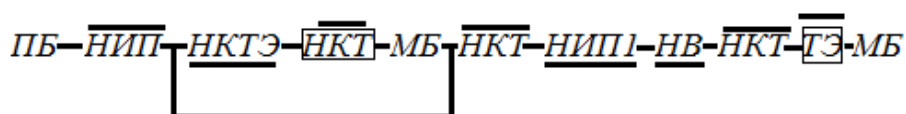


Рис.1.1 Ланцюг термоелемента ТЭ

Час нагріву термоелемента набагато більше, чим час втрати шунта, і тому повного його нагріву не відбувається, ланцюг включення реле НИП1 не замикається, а значить переїзд не може відкритись.

На час руху потягу по ділянці ЗП від світлофора 1 в рейковий ланцюг ЗПа подаються коди АЛС. У переїзду від кодів імпульсів працюють реле НІТ і його повторювач ПТ, який транслює ці імпульси в рейковий ланцюг ЗП.

Порядок відкриття переїзду після повного звільнення поїздом ділянки наближення ЗП наступний. У переїзді поновлюється імпульсна робота реле НІ, НИ1, НИ2, а також дешифрування імпульсної роботи і збудження путніх реле НП, НДП, НДП1. Услід за спрацьовуванням путнього реле НП збуджується реле НИП і включає реле НКТ. З цієї миті відбувається нагрів термоелемента НКТЭ, а після закінчення нагріву замикається ланцюг реле НИП1 :

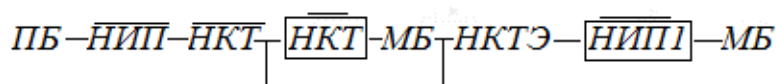


Рис.1.2 Ланцюг відкриття переїзду

Притягуючи якір, реле НИП1 самотримується, одночасно включаючи реле НВ і переїзд відкривається.

Для включення сигналізації переїзду за два блок-ділянки знімають перемички П, чому реле НИП включається по ланцюгу сповіщення НИ-НОИ через фронтів контакти реле П1 блок-ділянки 5П. При вступі потягу на цю ділянку реле НИП вимикається контактами реле П1 сигнальної установки 3, тоді в тому ж порядку, як і при сповіщенні за одну блок-ділянку, переїзд закривається.

При зміні напрямку на неправильне сигналізація переїзду не включається. Черговий по переїзду виконує закриття переїзду при наближенні потягу в неправильному напрямі за встановленим порядком. При русі в правильному напрямі сигналізація переїзду працює автоматично.

На установці переїзду при неправильному напрямі руху здійснюється трансляція кодів АЛС з рейкового ланцюга ЗП в рейковий ланцюг ЗПа. Для цього застосовані реле НДК.У, НДИ, НДТ і маятниковий трансмітер ДМТ. Прилади, які встановлені тільки на період організації двостороннього руху, показуються штриховими лініями. У ланцюзі реле НДКВ контакти ЗГ включають на переїздах, обладнаних автошлагбаумами. На переїздах де є світлофорна сигналізація, встановлюють перемички.

Шляхом збудження реле Н у путніх світлофорів автоблокування струмом зворотної полярності здійснюється перемикання на неправильний напрям руху.

Коли встановлено неправильний напрям руху і відсутній потяг на блок-ділянці 1-3 на сигнальній установці 3 контактами МТ в рейковий ланцюг ЗП подається імпульсне живлення постійного струму. Ці імпульси на установці переїзду приймає реле НІ і його повторювач НІ1 і НІ2. Реле НІ2 перемикаючи свій контакт в ланцюзі путньої батареї, транслює імпульси в рейковий ланцюг ЗПа. Реле НІП включається через релейний дешифратор і потім його повторювач НДП і НДП1.

У світлофора 1 при імпульсній роботі реле І через релейний дешифратор збуджуються реле ПЧ, П1. На переїзді реле ЙДИ, НІТ, НДКВ, НДТ і маятниковий трансмітер ДМТ знаходяться без струму. Тиловими контактами цих реле шунтується лінійний ланцюг Н-ОН, тоді на сигнальній установці 3 і переїзді спрацьовують реле ДКВ і НДКВ, включені в цей ланцюг послідовно.

Фронтним контактом реле ДКВ у світлофора 3 включається ланцюг реле ДТ, яке, перемикаючи свій якір в ланцюзі трансформатора До, посиляє в рейковий

ланцюг ЗП код, що відповідає числу вільних блок-ділянок від переїзду. У інтервалах кодового струму в рейковий ланцюг ЗП продовжують подаватися імпульси сигнального реле.

У переїзду фронтовим контактом реле НДКВ в рейковий ланцюг підключено додаткове імпульсне путнє реле НДИ\ тиловим контактом реле НДКВ відключено реле НІ. Приймаючи кодові імпульси, реле НДИ включає свій повторювач НДТ. Перемикаючи свій контакт в ланцюзі трансформатора ПК, реле НДТ транслює кодові імпульси в рейковий ланцюг ЗПа. Фронтовим контактом реле НДКВ включається ДМТ і одночасно ланцюг реле НИ2. Це реле, повторюючи роботу ДМТ, подає в рейковий ланцюг ЗПа імпульсне живлення постійного струму. Імпульси сигнального струму подаються в рейковий ланцюг в інтервалах коду АЛС, коли реле НДТ знаходиться в знеструмленому стані. Для захисту від імпульсів постійного струму реле НДИ включено через захисний фільтр НФ.

При роботі реле НДИ і НДТ в кодовому режимі у збудженому стані залишаються реле НДП і НДП1. Включення реле НДП зроблене через конденсаторний блок КБМШ, що забезпечує достатнє уповільнення реле для утримання якоря в інтервалах коду. Фронтовими контактами реле НДП1 лінійний ланцюг Н1-ОН1 зберігається в замкнутому стані на час того, що проїхало потягу по ділянці ЗПа.

Як тільки потяг вступає на рейковий ланцюг ЗП, припиняється імпульсна робота реле НДИ, НДТ і вимикаються реле НДП і НДП1. Відпускаючи якір, реле НДП1 вимикає з лінійного ланцюга реле НДКВ і замикає цей ланцюг тільки для збудження реле ДКВ світлофора 3. Контактми реле НДКВ вимикаються ланцюги реле НДИ, НИ2, ДМТ, НДТ. З цієї миті припиняється подання кодів АЛС і імпульсів сигнального струму в рейковий ланцюг ЗПа. При виході складу з ділянки ЗПа стан ланцюгів схеми не змінюється. У рейковий ланцюг ЗП від світлофора 3 продовжують подаватися коди АЛС і ім.

Після звільнення рейкового ланцюга Ш від світлофора 3 в цей рейковий ланцюг подаються тільки імпульси сигнального струму, кодування рейкового ланцюга припиняється. На переїзді в імпульсному режимі працюють реле НІ, НИ1, НИ2, По ланцюгах дешифрування збуджується реле НП і потім його повторювачі НДП і НДП1. Фронтовим контактом реле НИ2 імпульси сигнального струму

транслуються в рейковий ланцюг ЗПа. У світлофора 1 в імпульсному режимі працює реле І; по ланцюгах дешифрування збуджуються реле ІІ, ІІІ. Контактими реле ІІІ у світлофора 1 і реле НДПІ на переїзді знімається шунтування з лінійного ланцюга, повністю вимикаються реле ДКВ і НДКВ і усі ланцюги приходять в початковий стан.

Проте порядок відновлення залежатиме від того, яке з реле (НП або ІІІ) збуджується першим. Якщо першим збудиться реле ІІІ у світлофора 1, то після збудження реле НП і його повторювачі НДП і НДПІ реле ДКВ і НДКВ повністю вимикаються і усі ланцюги перемикаються в стан вільного блок-ділянки.

Якщо першим збудиться реле НП і його повторювачів НДП і НДПІ і збережеться шунтування лінійного ланцюга тиловими контактами реле ІІІ і ІІ у світлофора 1, то знову збудиться реле НДКВ на переїзді. Повторно почне працювати ДМТ, реле ЙДИ і НДТ, а також реле НІІ2 через контакт маятникового трансмітера. Реле НДП залишається збудженим за рахунок імпульсної роботи реле НДТ.

У рейковий ланцюг ЗПа по черзі подаються імпульси кодового і сигнального струму. Від імпульсів сигнального струму працює реле І, а через релейний дешифратор збуджуються реле ІІ і ІІІ. Притягуючи якір, реле ІІІ знімає шунтування з лінійного ланцюга, чому вимикаються реле ДКВ і НДКВ і усі ланцюги перемикаються в стан вільної блок-ділянки.

З'ясуємо необхідність посилок імпульсів постійного струму в зайнятий рейковий ланцюг ЗПа. Якщо послівка імпульсів не відбувається, то за відсутності потягу на блок-ділянку 1-3 і накладенні і знятті шунта з рейкового ланцюга ЗПа відновлення цього рейкового ланцюга не станеться. У рейкові ланцюги ЗП і ЗПа подаватимуться коди АЛС. Відновлення нормального імпульсного режиму цих рейкових ланцюгів станеться тільки після повного проходу поїздом блок-ділянки або втручання електромеханіка.

Можливо, що в неправильному напрямі руху на перегін вирушатиме тільки один потяг, не обладнаний облаштуваннями АЛС. В цьому випадку передбачається тільки схема зміни напрямку, додаткові перемикальні пристрої на сигнальних установках і переїздах не встановлюються. Перевірка вільності перегону

здійснюється по контрольному ланцюгу схеми[2] зміни напрямку, в яку включають контакти путніх реле усіх блок-ділянок перегону.

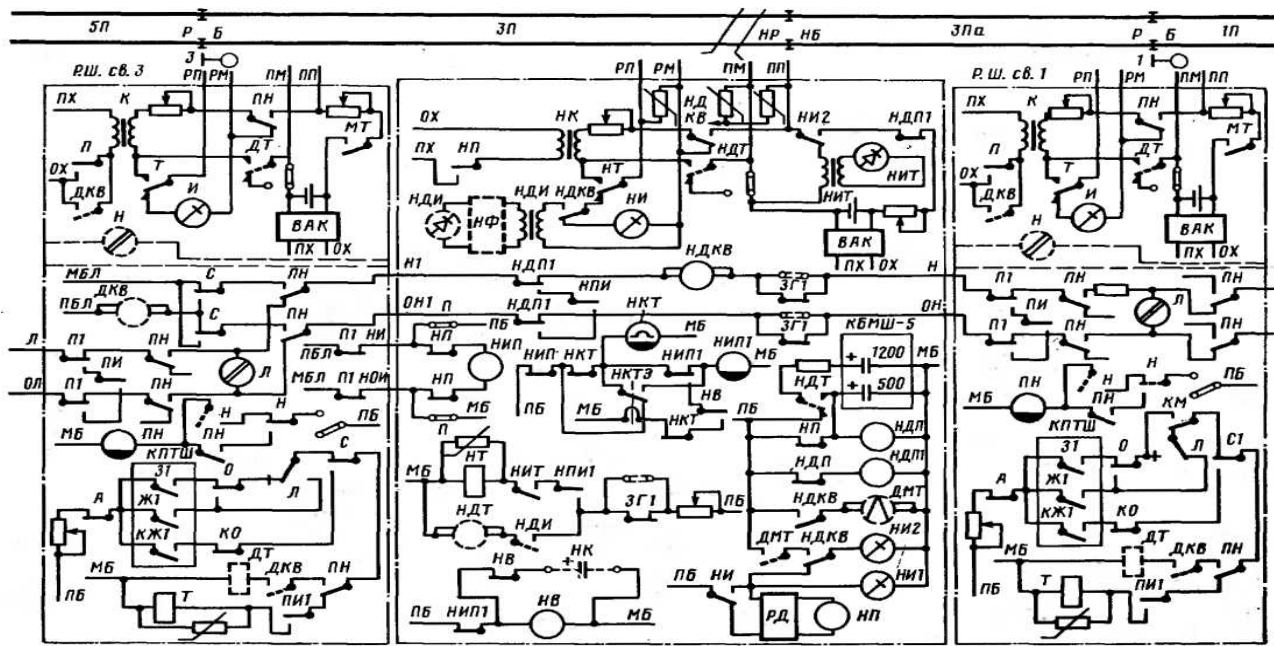


Рис.1.3 Схеми переїзний автоматичної сигналізації

1.2 Автоматична переїзна сигналізація з додатковими пристроями загородження

Автоматичні шлагбауми доповнюють автоматичну світлофорну сигналізацію переїзду на переїздах. Автошлагбауми в закритому стані перегороджують в'їзд транспортним засобам на переїзд, перекриваючи загороджувальним брусом половину або усю проїжджу частину дороги. Автошлагбаум нормально відкритий і при наближенні потягу спочатку подає заборонний сигнал, а потім після закінчення 7-8 з (після початку подання сигналів світлофорами), брус шлагбауму починає повільно опускатися впродовж 10 с. Цей час потрібний транспортним засобом місця для зайняття брусом шлагбауму горизонтального положення. Коли потяг проїде переїзд, вогні світлофорів переїзрів гаснуть, загороджувальний брус автоматичного шлагбауму піднімається. На загороджувальних брусах шлагбаумів є три вогні: два червоних і один білий (на кінці бруса).

Автошлагбауми[3] управляються автоматично або з щитка управління. Автоматичне їх закриття відбувається при вступі потягу на ділянку наближення,, а з щитка управління - шляхом натиснення кнопки закриття 3. Схема управління автошлагбауму приведена на рис.1.4.

При відкритому переїзді збуджені реле ВМ і ОШ, бруси автошлагбаумів підняті, ланцюги якоря і обмотки збудження електроприводу вимкнені контактами 3 - 3' автоперемикачів. Відкрите положення автошлагбаумів контролюється збудженим станом реле У і У1, включеними через замкнуті контакти 1, - V автоперемикачів. Тиловими контактами реле У вимкнені сигнальні вогні автошлагбаумів і світлофорів переїздів.

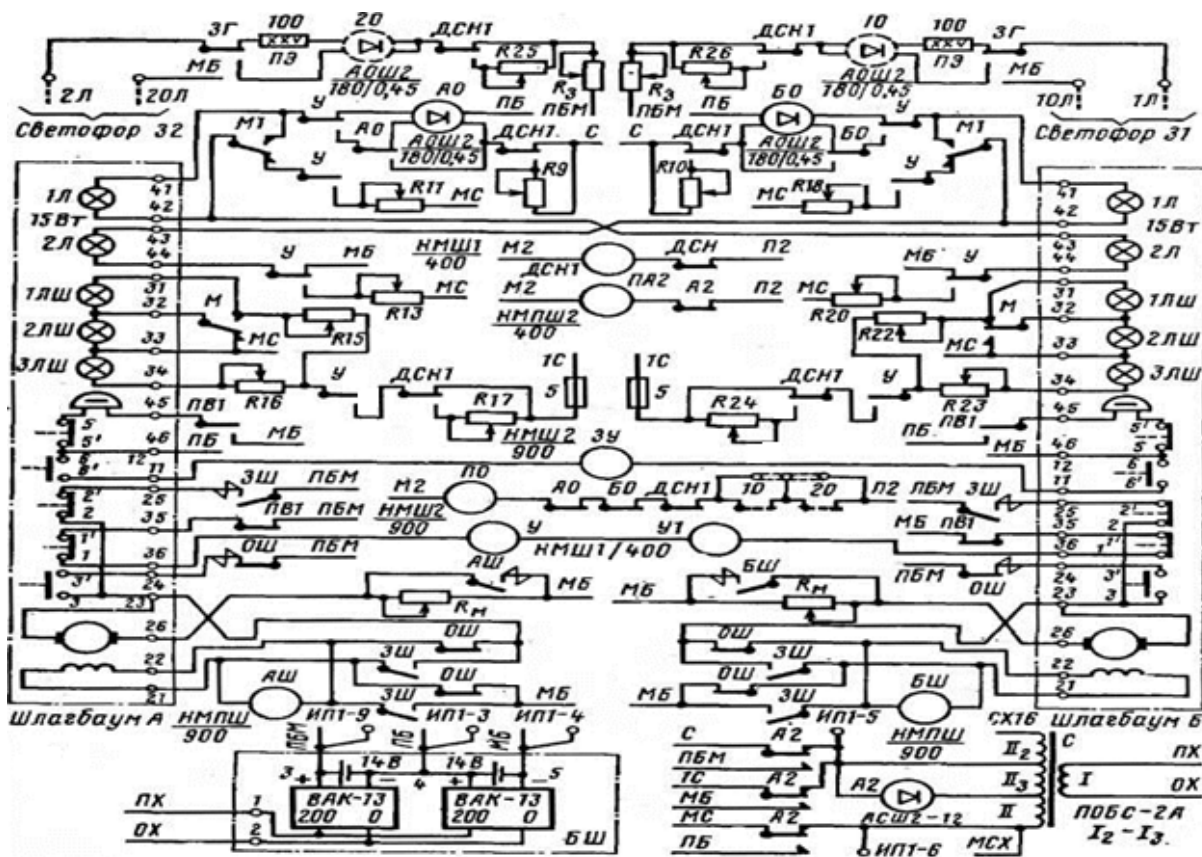


Рис.1.4 Схема управління автошлагбаумами

Вступ потягу на ділянку наближення фіксується виключенням реле Вв схемі управління світлофорною сигналізацією і автошлагбаумами. При відпуску якоря цього реле вимикаються його повторювачі ПВ і ПВ1. Останнє, відпускаючи якір, вимикає реле ВМ і У і включає дзвінки автошлагбаумів. Дія дзвінків триває до повного закриття автошлагбаумів і розмикання контактів 5-5/ автоперемикачів.

Реле У і У1, коли відпускають якір, то вони включають ланцюги ламп світлофорів переїздів і ламп, розташованих на брусах автошлагбаумів. Одночасно включаються маятникові трансмітер МТ і миготливе реле М, яке починає працювати в імпульсному режимі. Роботу реле М контролює реле КМ. Лампи 1Л і 2Л світлофорів переїздів спалахують миготливим червоним світлом, чим подається сигнал зупинки автотранспорту перед закритим переїздом. Лампи 1ЛШ і 2ЛШ,

розташовані на брусах автошлагбаумів, також спалахують миготливим червоним світлом; лампа ЗЛШ на кінці бруса горить безперервним світлом.

1.3 Принципова схема переїзду 163км.+222м.

Для даної дипломної роботи було обрано відрізок переїзда 163км+222м що знаходиться на перегоні ст.Сухачівка - ст.Запорожжя-Кам'янське Придніпровської залізниці Дніпровської дистанції. Даний перегін обладнано тональними рейковими ланцюгами 3-го покоління з несущими частотами: 420, 480, 580, 720, 780 Гц. Та частотою модулювання 8 і 12 Гц. Також цей перегін обладнується диспетчерською централізацією «Каскад». На даній ділянці залізної дороги в якості тягового струму, використовується постійний струм. Переїзд 163км+222м являється сам по собі охоронним переїздом II категорії[4] на якому знаходиться черговий по переїзду. Він обладнаний також автоматичною сигналізацією переїзду зі шлагбаумами, двома основними "А, Б" і двома додатковими "В, Г". Технічні характеристики:

Ширина-7м.

Довжина -18м.

T_{сп.}-35, 2сек.

V-120км/год.

L_{від.} -1172м.

T_{бд.3д} -110сек.

T_{бд.4д} -94сек.

Lфакт :

Парне:

LI-1224м.

LII-1246м.

Непарне:

LI-1239м.

LII-1439м.

1.4 Новітні методи визначення наближення руху поїзда до переїзду

За час розвитку залізничного транспорту було розроблено багато сучасних методів роботи рейкового кола. В цій роботі я спробую коротко їх перелічити та описати.

Першим методом буде рейкове коло з роботою шунтового режиму. Такий режим роботи означає, що на блок-ділянці, яка контролюється, зараз рухається потяг.

Оскільки на рейкову лінію ділянки наближення, яка знаходиться в шунтовому режимі роботи[5] дискретно впливає шунт із опором R_s , то узагальнений чотиріполіусник рейкової лінії у шунтовому режимі роботи S визначається:

$$\begin{bmatrix} \underline{A}_s & \underline{B}_s \\ \underline{C}_s & \underline{D}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{A}_{N1} & \underline{B}_{N1} \\ \underline{C}_{N1} & \underline{D}_{N1} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{R_s} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \underline{A}_{N2} & \underline{B}_{N2} \\ \underline{C}_{N2} & \underline{D}_{N2} \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

де $[\underline{A}_{N1}, \underline{B}_{N1}, \underline{C}_{N1}, \underline{D}_{N1}]$ — коефіцієнти чотиріполіусника N_1 рейкової лінії із довжиною X км від переїзду до місця знаходження поїзного шунта R_s ; $[\underline{A}_{N2}, \underline{B}_{N2}, \underline{C}_{N2}, \underline{D}_{N2}]$ — коефіцієнти чотиріполіусника N_2 рейкової лінії із довжиною $(l - X)$ км від місця знаходження поїзного шунта R_s до кінця рейкової лінії ділянки наближення. Коефіцієнти чотиріполіусників N_1 та N_2 визначаються, як і у нормальному режимі при підстановці у формулу замість довжини рейкової лінії l величин відстаней від переїзду до місця знаходження поїзного шунта X та від місця знаходження поїзного шунта до кінця рейкової лінії ділянки наближення $(l - X)$ відповідно.

Співвідношення між напругами і струмами на вході і виході рейкової лінії у шунтовому режимі роботи виражаються за допомогою рівняння станів:

$$\begin{cases} \dot{U}_{1s} = \dot{U}_{2s} \cdot \underline{A}_s + \dot{I}_{2s} \cdot \underline{B}_s \\ \dot{I}_{1s} = \dot{U}_{2s} \cdot \underline{C}_s + \dot{I}_{2s} \cdot \underline{D}_s \end{cases} \quad (1.2)$$

Для схеми рис. 1.2 справедливі співвідношення:.

$$\begin{cases} \dot{U}_{1s} = \dot{E} - \dot{I}_{1s} \cdot \underline{Z}_0 \\ \dot{I}_{2s} = \frac{\dot{U}_{2s}}{\underline{Z}_2} \end{cases} \quad (1.3)$$

Система рівнянь (1.2), формує математичну модель рейкового кола ділянки наближення в шунтовому режимі роботи.

Із системи рівнянь (1.3), отримаємо значення напруги і струму на вході рейкової лінії:

$$\dot{U}_{1s} = \frac{\dot{E}}{1 + \underline{Z}_0 \cdot \frac{\underline{C}_s \cdot \underline{Z}_2 + \underline{D}_s}{\underline{A}_s \cdot \underline{Z}_2 + \underline{B}_s}}, \quad (1.4)$$

Розглянемо ситуацію коли рейкове коло на даний момент знаходиться в шунтовому режимі, з метою визначення координати накладання шунта (першої колісної пари локомотива), необхідно виконати моделювання рейкового кола у шунтовому режимі роботи. Метою цього моделювання є виявлення залежності значення напруг і струмів на вході рейкової лінії (живильний кінець) та її вхідного імпедансу від координати накладання шунта при різних значеннях опору ізоляції рейкової лінії. Метод такого моделювання називається визначенням координати накладання шунта за вхідним імпедансом рейкової лінії. Залежність вхідного імпедансу рейкової лінії у шунтовому режимі показана на рисунку 1.5.

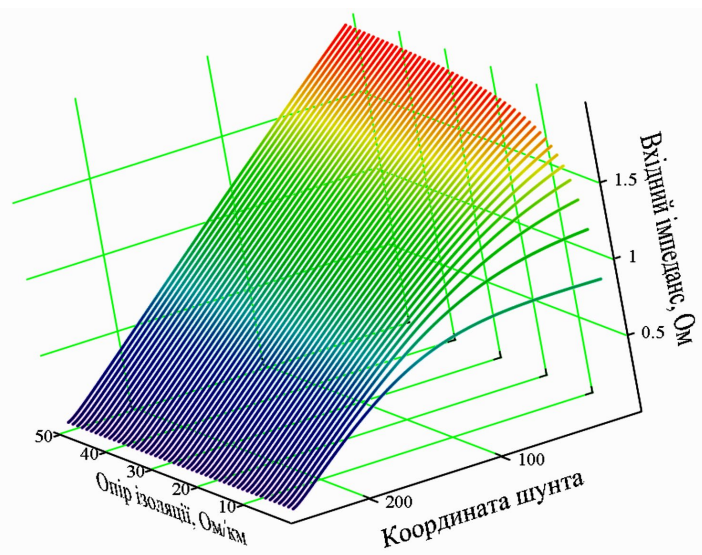


Рис. 1.5 Залежність вхідного імпедансу рейкової лінії у шунтовому режимі роботи при зміні опору ізоляції (вісь y) та координати шунта (точки 1-250 – вісь x)

Оскільки координата – додатне число, то:

$$X = \left| \frac{\ln \left(\frac{Z_{\text{ex}} \cdot Z_{\text{ш}} - Z_{\text{хв}}^2 + Z_{\text{ex}} \cdot Z_{\text{хв}} - Z_{\text{ш}} \cdot Z_{\text{хв}}}{Z_{\text{ex}} \cdot Z_{\text{ш}} - Z_{\text{хв}}^2 - Z_{\text{ex}} \cdot Z_{\text{хв}} + Z_{\text{ш}} \cdot Z_{\text{хв}}} \right)}{2 \cdot \gamma} \right| \quad (1.5)$$

Використовуючи формулу (3.14) можна визначити координату накладання шунта (першої колісної пари) у шунтовому режимі роботи рейкового кола.

Залежність вхідного імпедансу кодового рейкового кола змінного струму частотою 50 Гц із довжиною 2,5 км від координати накладання шунта при значеннях опору ізоляції 1, 2, 5 та 50 Ом/км наведена на рис. 1.6.

Виходячи із рис. 1.6 можна стверджувати, що при опорі ізоляції 1 Ом/км на координатах накладання більше 1,5 км вхідний імпеданс змінюється у незначних межах, тому для таких довгих рейкових кіл (на координатах >1,5 км) достовірне значення координати накладання шунта визначити неможливо. Однак для тональних рейкових кіл накладання, які використовуються на ділянках наближення до залізничних переїздів (< 1 км) похибка буде до 3%. Незначною буде похибка і для ділянок, на яких використовуються тональні рейкові кола чи системи АБТЦ.

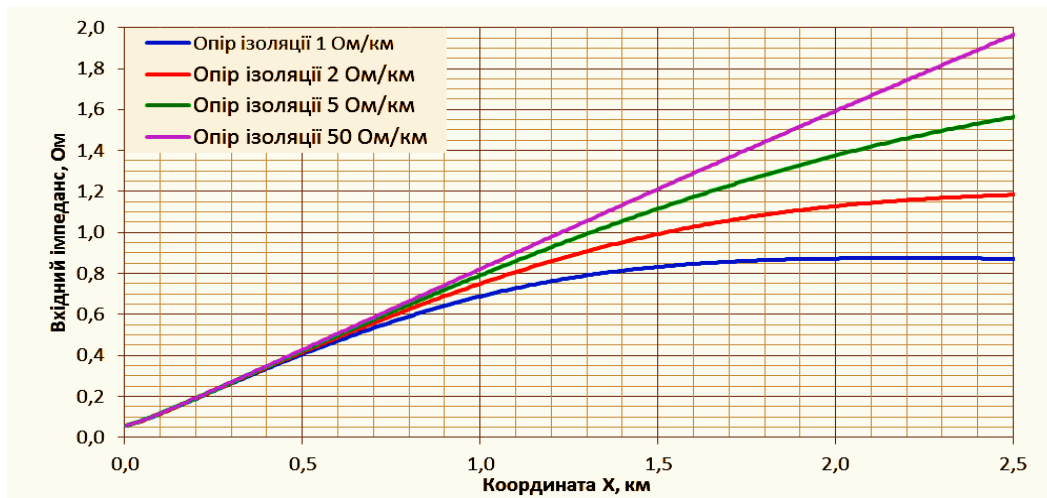


Рис. 1.6 Залежність координати накладання шунта при опорах ізоляції рейкової лінії 1, 2, 5 та 50 Ом/км від вхідного імпедансу рейкової лінії

Наступним методом є визначення опору ізоляції баласта рейкової лінії[6], тому що як відомо опір ізоляції баласта суттєво впливає на вхідний імпеданс рейкової лінії при наближенні поїзда до переїзду. Таким чином, безпосереднє визначення координати поїзда за вхідним опором рейкової лінії може давати похибку в значенні координати, при зміні ізоляції баласту. Значення похибки

зменшується при наближенні поїзда до переїзда. Таким чином, метод може бути успішно застосований на ділянках наближення до переїзду, що обладнані тональними рейковими колами, оскільки вони мають невелику довжину (від 250 до 1000 м), а також внаслідок того, що режими роботи тональних рейкових кіл менш чутливі до зміни ізоляції баласту рейкової лінії.

На підставі проведених досліджень пропонується такий метод визначення відстані від переїзду до поїзда (координати голови поїзду).

Вимірювальна апаратура підключається на живильному кінці рейкової лінії і вимірює струм і напругу. Ці значення поступають на вирішувальний прилад, що знаходиться в шафі управління автоматичною переїзною сигналізацією. При попередньому проектуванні системи методами вимірювання і розрахунків визначається залежність опору ізоляції баласту від вхідного імпедансу рейкової лінії. Таким чином, під час роботи системи при вільній дистанції наближення з певним періодом вимірюються вхідна напруга і струм рейкового кола і визначається вхідний імпеданс рейкової лінії у нормальному режимі.

На рис. 1.7 показана функціональна схема комплексної системи підвищення безпеки на залізничних переїздах.

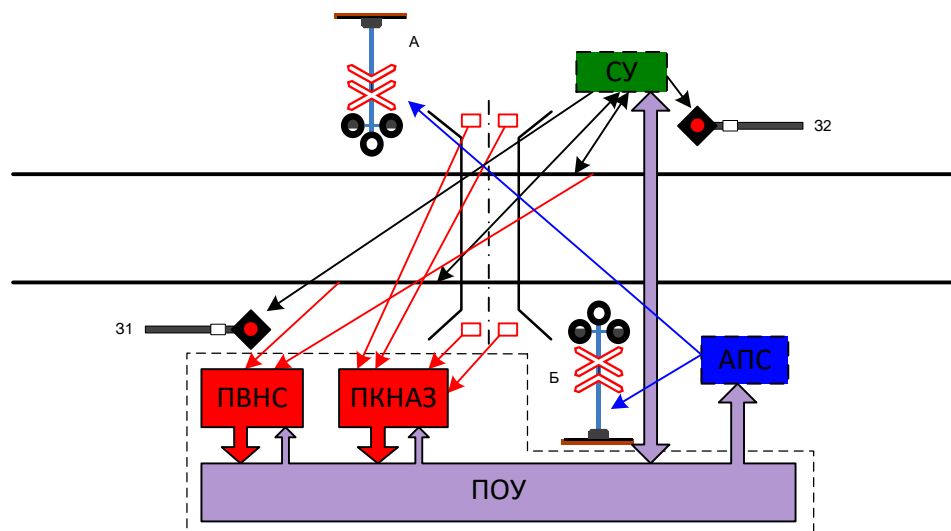


Рис. 1.7 Функціональна схема комплексної системи підвищення безпеки на залізничних переїздах

Робота системи базується на вимірюванні значень напруг і струмів на початку рейкової лінії вимірювальної ділянки у визначені моменти часу підсистемою ПОНС, контролю за наявністю у межах залізничного переїзду автодорожніх транспортних засобів підсистемою ПОНАЗ та обробкою отриманої

інформації від зазначених підсистем і видачі відповідних рішень (команд) підсистемою ПОУ. Крім цього, підсистема ПОУ зберігає всю необхідну інформацію та здійснює управління роботою підсистем ПВНС та ПКНАЗ.

Оскільки підсистема проведення обчислень та управління автоматичною переїзною сигналізацією і роботою сигнальної установки ділянки наближення до залізничного переїзду повинна реалізовувати виконання математичних операцій з визначення вхідного імпедансу, координати, швидкості та прискорення поїзда, пам'ятати усі дані та проміжні результати, здійснювати управління іншими підсистемами, вона повинна бути виконана на базі мікропроцесора.

Однак, при побудові такої системи на базі мікропроцесорного пристрою проблему становить організація узгодження мікроелектронної апаратури з датчиками первинної інформації – рейковою лінією та індуктивними датчиками контролю за автодорожніми транспортними засобами. Для цього необхідно забезпечити часове та енергетичне узгодження, мінімальну допустиму ймовірність виникнення хибного сигналу, мінімальну чутливість до електромагнітних завад і впливів, стабільність параметрів. Схемні рішення пристроїв узгодження не повинні мати небезпечних відмов.

У даній системі, з метою запобігання подібним випадкам, необхідно забезпечити самодіагностування підсистем. Крім цього, враховуючи, що пристрій працюватиме сумісно із існуючими системами АПС і доповнюватиме їх роботу, то, у випадку негативного результату самодіагностування, необхідно забезпечити невтручання в роботу існуючої АПС та передачу інформації про пошкодження системою диспетчерського контролю на найближчу станцію.

Основою комплексної системи підвищення безпеки на залізничних переїздах є підсистема проведення обчислень та управління автоматичною переїзною сигналізацією і роботою сигнальної установки ділянки наближення до залізничного переїзду. Алгоритм її роботи (рис. 3.10) наступний:

Робота системи відбувається за замкнутим циклом. Спочатку здійснюється періодичне самотестування системи і якщо його результат негативний, то система не втручається у роботу АПС і остання працює у штатному режимі, а на найближчу станцію засобами системи диспетчерського контролю передається інформація про несправність комплексної системи підвищення безпеки на залізничних переїздах.

У випадку, якщо система справна здійснюється перевірка наявності поїзда на вимірювальній ділянці. Якщо поїзд на вимірювальній ділянці відсутній і рейкове коло працює у нормальному режимі роботи здійснюється періодичне визначення вторинних параметрів рейкової лінії та їх запам'ятовування для подальшого використання і відбувається перехід на початок роботи програми. У випадку, коли на вимірювальній ділянці наявна рухома одиниця, виконується підпрограма визначення координати, швидкості та прискорення рейкової рухомої одиниці, відображається на табло напрям її руху.

Рис. 1.8 Алгоритм роботи підсистеми проведення обчислень та управління автоматичною переїзною сигналізацією і роботою сигнальної установки

роботу існуючої АПС та передачу інформації про пошкодження системою диспетчерського контролю на найближчу станцію.

1.5 Постановка задачі

Актуальність роботи. Оскільки прискорений рух потягів на залізницях України в існуючий час використовується все частіше, то постає питання про безпеку руху на залізничних переїздах. Переїзди являються однією з найпоширеніших зон найбільшої небезпеки на яких трапляється дуже багато аварій. Причиною виникнення більшості таких аварійних ситуацій на переїздах є не виконання автоводіями правил дорожнього руху та вимог безпеки при перетині залізничного полотна, та відсутність інформації про дану зайнятість переїзду у машиністів потягів. На переїздах які охороняються, черговий по переїзду при зупинці автотранспорту на закритому переїзді має можливість попередити машиніста про виникнення перешкоди на шляху руху поїзда. Але більшість переїздів не охороняються і машиніст не має можливості ще на під'їзді до зайнятого переїзду застосувати гальмування. Тому там потребується максимальна увага як машиністів поїздів, так і водіїв автотранспорту. Але цього недостатньо, так як ще є людський фактор, і з цієї причини на переїзді потрібно робити додатковий контроль, щоб зменшити аварії, при чому потрібно передавати інформацію як на поїзд, щоб він зупинився якщо на переїзді застряг автотранспорт, так і на переїзд про фактичне наближення поїзда, щоб він закривався вчасно. І розробка двох канального контролю наближення потягу до переїзду та контролю вільності переїзду від автотранспорту на даний момент є потрібною та актуальною.

Метою роботи є розробка методів та засобів для розширення функціональних можливостей систем автоматичної переїзної сигналізації по контролю наближення поїзду.

Завданням роботи є:

- Проведення аналізу структури та конструкції існуючих систем автоматичної переїзної сигналізації з метою визначення напрямків покращення їх роботи.

- розробка засобів автоматичної локомотивної сигналізації на локомотиві для контролю зайнятості перегону автотранспортом.

- розробка засобів для підвищення ефективності контролю наближення поїздів до переїзду та керування переїзною та локомотивною сигналізацією.

Об’єкт дослідження – процес прийому та передачі інформації в автоматичній локомотивній сигналізації та в системі АПС.

Предмет дослідження – методи та засоби контролю зайнятості переїзду та наближення поїзда до переїзду.

1.6 Висновок до першого розділу

Розглянувши існуючі методи визначення наближення руху поїзда до переїзду а також новітні перспективні методи, ми можемо бачити що визначення наближення поїзда до переїзду в існуючих методах відсутнє, а в новому перспективному методі поки що немає його практичної реалізації на залізниці, плюс виникає багато додаткових питань по надійності, точності та іншим аспектам, так як цей метод не проходив експлуатацію. Тому і пропонується інший новітній метод для того, щоб можна було визначити як близько знаходиться поїзд в даний момент часу по відношенню до залізничного переїзду та в який саме момент його потрібно закривати чи відкривати, щоб уникнути небезпечних ситуацій с автотранспортом та іншими учасниками руху на переїзді.

і зустрічно для тягового. Також можна прийняти за ідею, що всередині блок-ділянки, яка зазначена, відсутні деякі неоднорідності (хрестовини, стрілки та інші), а також вважаємо що кузов не коливається і рухається тільки поступально. Отже рейкову лінію далі будемо вважати однорідною (за виключенням місць роботи, які вказуються особливо).

Єдиними неоднорідними, є зв'язані індуктивно з рейковою лінією (РЛ) котушки та передня вісь локомотива, та всі його наступні вісі та потяга, а також колійні реле ПР.

Відомо, що миттєва величина електрорушійної сили, яка знаходиться в приймальній локомотивній котушці струмом $i(t)$, який тече рейкою, є

$$e(t) = -M(t) * \frac{di(t)}{dt} - i(t) * \frac{dM(t)}{dt} \quad (2.1)$$

Де $M(t)$ – це величина взаємної індуктивності між рейкою та котушкою. З врахуванням невеликих поперечних розмірів котушки в порівнянні із довжиною $l_{уч}$ розглянутої БД, а ще з урахуванням припущень про однорідність рейкової лінії та відсутності коливання кузова локомотива, величина $M(t)$ буде дорівнювати постійній величині M [117] і тому ЕРС локомотивної котушки є такою:

$$e(t) = -M \frac{di(t)}{dt} \quad (2.2)$$

Величина вхідної електрорушійної сили локомотивного приймача дорівнює двійній ЕРС локомотивної котушки:

$$e_{ВхПрЛ}(t) = 2 e(t) = -2 M \frac{di(t)}{dt} \quad (2.3)$$

З останньої формули випливає, що для моделювання електричних процесів, протікаючих в розглянутій блок-ділянці і визначають вхідний сигнал локомотивного приймача, найвірогіднішим способом є побудова моделі струму в перерізі приймача.

Розпочнемо дослідження цього питання з того, що, як відомо, для сигналу залізничної автоматики рейкова лінія являє собою довгу лінію, тому що довжини хвиль напруг і струмів є величинами, сумарними із довжиною РЛ. Напруга і струм в загальному випадку неусталеного режиму роботи РЛ можемо записати як

$$-\frac{\partial i}{\partial x} = G_0 u + C_0 \frac{\partial u}{\partial t} \quad (2.4)$$

$$\frac{-\partial u}{\partial x} = L_0 \frac{\partial i}{\partial t} + R_0 i \quad (2.5)$$

Тут R_0, L_0, C_0, G_0 – це первичні параметри рейкової лінії, відстань x відраховується від початку лінії (тобто генератор). Схема заміщення елементарної ділянки довгої лінії, що в даному випадку відповідає рівнянням (2.4) та (2.5), виведена на рисунок 2.2 (звісно, що dx прямує до нуля).

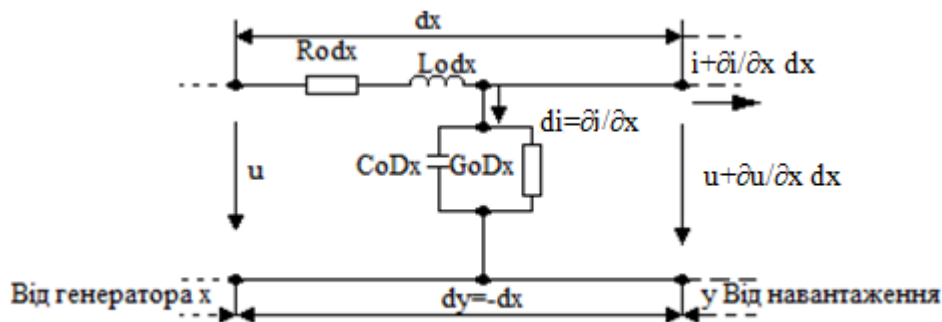


Рис. 2.2 Схема заміщення елементарної ділянки довгої лінії каналу передачі сигналів числового коду АЛСН

Систему 2-х диференціальних рівнянь (2.4) та (2.5) з частинними похідними зведемо до одного рівняння відносно шуканого струму та далі продиференціюємо рівняння (2.4) по x , а рівняння (2.5) по t :

$$-\frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = G_0 \frac{\partial u}{\partial x} + C_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x} \quad (2.6)$$

$$-\frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x} = L_0 \frac{\partial^2 i}{\partial t^2} + R_0 \frac{\partial i}{\partial t} \quad (2.7)$$

Після перегрупування доданків рівняння, що утворилось, буде виглядати таким чином:

$$\frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = L_0 C_0 \frac{\partial^2 i}{\partial t^2} + (L_0 G_0 + R_0 C_0) \frac{\partial i}{\partial t} + R_0 G_0 i \quad (2.8)$$

Це хвильове одновимірне рівняння, його розв'язок напряду буде залежати від початкових умов (розділу струмів у даному перерізу лінії в момент часу, який вважається за нуль) та від граничних умов (величини струму на початку та в кінці лінії в заданий момент часу). Для загального випадку, який описується формулою (2.8), розв'язок має важкий вигляд, складно інтерпретується в деталях і незручний для подальшого інженерного використання. Проте, його сенс заключається в тому, що струм в лінії представляє собою суму доданку, який визначається місцезнаходженням перерізу лінії та доданків і виглядом вхідного сигналу, які є загасаючими в часі хвиль рівної амплітуди, тому можна зробити висновок про те, що розв'язок диференційного рівняння (2.8) дає нам струм як суму лінійно перетвореного (відповідно до фазо- та амплітудно-частотних характеристик рейкової лінії) вхідного сигналу та згасаючих відбиттів, викликаних неузгодженостями як на початку, так і на кінці рейкової лінії. Іншими словами, побудова моделі струму у вигляді розв'язку диференційного рівняння (2.8) передбачає, разом з іншим, попередній аналітичний розрахунок коефіцієнтів відбиття на початку та в кінці РЛ. Кількість таких відбиттів, до яких потрібно привернути увагу при розрахунку, різко зростає зі зменшенням втрат у лінії.

Тут було розглянуто метод розрахунку струму в заданому перерізі лінії шляхом розв'язання системи диференціальних рівнянь лінії, яка потім зводилась до одновимірного хвильового рівняння відносно шуканого струму. Розглянемо другий метод, який буде полягати в розв'язку системи системи (2.4)-(2.5) операторним методом. Зазначимо операторне зображення напруги $u(x,t)$ - як $U(x,p)$, а операторне зображення струму $i(x,t)$ як $I(x,p)$. Із врахуванням даних позначень рівняння (2.4) та (2.5) в операторній формі набудуть наступного вигляду:

$$-\frac{dI(x,p)}{dx} = (G_0 + p C_0) * U(x,p)$$

$$-\frac{dU(x,p)}{dx} = (R_0 + p L_0) * I(x,p)$$

Позначивши $Z_0(p) = R_0 + p L_0$ та $Y_0(p) = G_0 + p C_0$,

$$-\frac{dI(x,p)}{dx} = Y_0(p) * U(x,p) \quad (2.9)$$

$$-\frac{dU(x,p)}{dx} = Z_0(p) * I(x,p) \quad (2.10)$$

Зробимо диференціювання рівняння (2.9) по x :

$$-\frac{d^2 I(x,p)}{dx^2} = Y_0(p) * \frac{dU(x,p)}{dx}$$

Замінивши похідну в правій частині відповідно до рівності (2.10), отримаємо:

$$\frac{d^2 I(x,p)}{dx^2} = Z_0(p) * Y_0(p) * I(x,p) \quad (2.11)$$

Введемо позначення

$$\gamma(p) = \sqrt{Z_0(p) \cdot Y_0(p)} = \sqrt{(R_0 + pL_0)(G_0 + pC_0)} \quad (2.12)$$

Після цього розв'язок рівняння (3.11) набуде вигляду:

$$I(x,p) = \frac{1}{Z_B(p)} \cdot (-A_1 e^{\gamma(p)x} + A_2 e^{-\gamma(p)x}) \quad (2.13)$$

Де $Z_B(p)$ - операторний хвильовий опір лінії:

$$Z_B(p) = \sqrt{\frac{R_0 + pL_0}{G_0 + pC_0}}$$

Операторне зображення струму покажемо у наступному вигляді:

$$I(x,p) = E_r(p) \cdot \frac{ch[\gamma(p) \cdot (l-x)] + \frac{Z_H(p)}{Z_B(p)} \cdot sh[\gamma(p) \cdot (l-x)]}{[Z_r(p) + Z_H(p)] \cdot ch[\gamma(p) \cdot l] + \left[Z_B(p) + \frac{Z_r(p) \cdot Z_H(p)}{Z_B(p)} \right] sh[\gamma(p) \cdot l]} \quad (2.14)$$

Де $E_r(p)$ - операторне зображення ЕРС генератора,

$Z_r(p)$, $Z_H(p)$ - операторні опори навантаження та генератора, l -довжина лінії.

Введемо операторні коефіцієнти відбиття відповідно на вході та на виході :

$$r_1(p) = \frac{Z_r(p) - Z_B(p)}{Z_r(p) + Z_B(p)}$$

$$r_2(p) = \frac{Z_H(p) - Z_B(p)}{Z_H(p) + Z_B(p)}$$

Після заміни у (2.14) гіперболічних функцій їх еквівалентними виразами через експоненти

$$\frac{1}{1 - r_1(p) \cdot r_2(p) \cdot e^{-2\gamma(p) \cdot l}} = \sum_{k=0}^{\infty} [r_1(p) \cdot r_2(p)]^k \cdot e^{-2\gamma(p) \cdot kl}$$

Припустимо за умови, що $|r_1(p) \cdot r_2(p) \cdot e^{-2\gamma(p) \cdot l}| < 1$, отримаємо таке операторне зображення струму:

$$I(x,p) = \frac{E_r(p)}{Z_r(p) + Z_B(p)} \cdot [e^{-\gamma(p)x} - r_2(p) \cdot e^{-\gamma(p)(2l-x)} + r_1(p) \cdot \quad (2.15)$$

$$r_2(p) \cdot e^{-\gamma(p)(2l+x)} - r_1(p) \cdot r_2^2(p) \cdot e^{-\gamma(p)(4l-x)} + r_1^2(p) r_2^2(p) \cdot e^{-\gamma(p)(4l-x)} - \dots]$$

Визначення оригіналу $i(x,t)$ за зображенням $I(x,p)$, яке записано у загальному вигляді (2.15), є доволі великим. Отже ж зараз нашою метою буде зробити якісь загальні висновки щодо часової структури даного оригіналу. Для цього будемо використовувати правило переходу від оперативного зображення функцій часу до їх спектрального зображення, що полягає в заміні p на $j\omega$, і отримаємо з виразу (2.15) спектральну щільність струму в перерізі лінії з координатою x :

$$\begin{aligned} I(x,\omega) = \frac{E_r(\omega)}{Z_r(\omega) + Z_B(\omega)} \cdot [e^{-\gamma(\omega)x} - r_2(\omega) \cdot e^{-\gamma(\omega)(2l-x)} + r_1(\omega)r_2(\omega) \cdot \\ e^{-\gamma(\omega)(2l+x)} - r_1(\omega) \cdot r_2^2(\omega) \cdot e^{-\gamma(\omega)(4l-x)} + r_1^2(\omega) \cdot r_2^2(\omega) \cdot \\ e^{-\gamma(\omega)(4l+x)} - \dots] \end{aligned} \quad (2.16)$$

В даному виразі $E_r(\alpha)$ – це спектральна щільність сигналу генератора, $Z_r(\alpha)$ і $Z_B(\alpha)$ – частотні залежності відповідно до хвильового опору та внутрішнього опору генератора, $\Upsilon(\alpha)$ – є частотною залежністю коефіцієнту поширення лінії, $r_1(\alpha)$ і $r_2(\alpha)$ – комплексні коефіцієнти відбиття на поточній частоті α .

Напишемо відомий вираз коефіцієнту поширення через кілометричне загасання $\alpha(\alpha)$ і кілометричний коефіцієнт фази $\beta(\alpha)$ лінії

$$\Upsilon(\alpha) = \alpha(\alpha) + j\beta(\alpha).$$

Вважаємо, що фазова швидкість хвилі струму частотою α визначена виразом

$$v_\phi(\alpha) = \alpha / \beta(\alpha) \quad (2.17)$$

$$\gamma(\omega) = \alpha(\omega) + j \frac{\alpha}{v_\phi(\omega)} \quad (2.18)$$

Із врахуванням виразу (2.18) експонента вигляду $e^{-\Upsilon(\alpha)(kl-x)}$ буде перетворена до вигляду

$$e^{-\left[\alpha(\omega) + j \frac{\alpha}{v_\phi(\omega)}\right](kl-x)} = e^{-\gamma(\omega)(kl-x)} \cdot e^{-j\omega \left[k \frac{l}{v_\phi(\omega)} - \frac{x}{v_\phi(\omega)}\right]} \quad (2.19)$$

Позначимо $\tau_0(\alpha)$ для часу пробігу хвилею усією лінією в один бік:

$$\tau_0(\alpha) = l / v_\phi(\alpha)$$

А також введемо позначення $\tau(\alpha)$ для часу, коли точка постійної фази хвилі сягає координат x :

$$\tau(\alpha) = x / v_\phi(\alpha)$$

Вважаючи на ці позначення формулу (2.19) перепишемо у вигляді $e^{-\alpha(\alpha)(kl-x)} \cdot e^{-j\alpha[k\tau_0(\alpha)-\tau(\alpha)]}$, з урахуванням якого спектральна щільність (2.16) струму набуде вигляду

$$\begin{aligned} \underline{I}(x, \omega) = & \frac{E_r(\alpha)}{Z_r(\omega) + Z_B(\omega)} \cdot \{ e^{-\alpha(\omega)x} \cdot e^{-j\omega\tau(\omega)} - r^2(\omega) \cdot \\ & e^{-\alpha(\omega)(2l-x)} e^{-j[2\tau_0(\omega)-\tau(\omega)]} + r_1(\omega)r_2(\omega) \cdot e^{-\alpha(\omega)} e^{-j\alpha[2\tau_0(\alpha)-\tau(\alpha)]} - \\ & r_1(\omega)r_2^2(\omega) \cdot e^{-\alpha(\omega)(4l-x)} e^{-j\omega[4\tau_0(\omega)-\tau(\omega)]} + r_1^2(\omega)r_2^2(\omega) \cdot \\ & e^{-\alpha(\omega)(4l+x)} e^{-j\omega[4\tau_0(\omega)+\tau(\omega)]} - \dots \} \end{aligned} \quad (2.20)$$

Як можна бачити, перший доданок виразу (2.20) описує спектральну складову хвилі струму, що падає від генератора до навантаження та загасає під час процесу падіння. Другий доданок позначає спектральну складову хвилі струму, що одноразово відбита від навантаження та рухається, загасаючи, в сторону генератора. Третій доданок показує спектральну складову частину хвилі струму, яка відбивається спочатку від навантаження, а потім ще від генератора, та рухається з згасанням в сторону навантаження (тобто є «вторинною» падаючою хвилею). Аналогічно інтерпретацію мають й інші доданки, з урахуванням кратності відбиттів. З погляду на однозначний зв'язок спектральної щільності струму в лінії також, як і метод, що базується на розв'язку хвильового рівняння та призводить до зображення струму в вигляді суми падаючих і відбитих хвиль, та для достатньо точного моделювання вимагає громіздкого і трудомісткового врахування всіх хвиль скільки-небудь суттєвої амплітуди.

Іншими словами, ці два методи, які ми розглянули, дозволяють, в принципі, отримати опис струму в заданому перерізі лінії за будь-якої форми електрорушійної сили генератора та будь-який момент часу, починаючи з моменту підключення генератора до лінії. Проте, громіздкість побудованих моделей буде достатньо великою.

Можемо оцінити тривалість перехідних процесів у РЛ, обумовлених проходженням лінією поодиноким інформаційним імпульсом систем АЛСН.

Припустимо, що довжина лінії має величину десь $l=1$ км. За робочої частоти рейкового кола $f_{роб}=25$ Гц кілометричний коефіцієнт фази β має величину порядку $0,1$ рад/км(14). Згідно із формулою (125) отримуємо фазову швидкість $v_\phi = \pi f_{роб} / \beta = 2\pi * 25 / 0,1 = 1565$ км/с. Час пробігу лінії хвилею в одну сторону

$\tau_0 = l/v_\phi = 0,64 \cdot 10^{-3} \text{ с}$. Припустимо, що причиною відбиття від кінця лінії є замикання передньою віссю локомотива з опором шунта $R_{\text{ш}} = 0,1 \text{ Ом}$. Величина Z_B при $f_{\text{роб}} = 25 \text{ Гц}$ практично активна і приблизно дорівнює $0,5 \text{ Ом}$ (18). Тоді коефіцієнт відбиття від кінця лінії є дійсно величиною $\Gamma = (R - Z)/(R + Z) = -0,67$. Будем вважати, що генератор не дуже добре узгоджений з лінією, тоді $r_1 = 0,5$ (нагадаємо, що розрахунок є оцінювальним). Кілометричне згасання при $f_{\text{роб}} = 25 \text{ Гц}$ має величину порядку $\alpha = 0,3 \text{ Нп/км}$ (127). За цих умов відносна амплітуда хвиль, зазнаючих відбиття спочатку від шунта, а потім від генератора і досягли локомотива, розраховується згідно із третім доданком формули (2.20) в точці $x = 1$ (шунт щойно вступив на ділянку) і дорівнює $0,67/0,5 \cdot e^{-0,3 \cdot 3} \approx 0,136$. Відносна амплітуда двічі перевідбитої хвилі (п'ятий доданок формули (3.20)) буде складати величину $0,67^2 \cdot 0,5^2 \cdot e^{-0,3 \cdot 5} \approx 2,5 \cdot 10^{-2}$. Це буде означати, що коли закінчиться час Δt , необхідний для п'ятикратного пробігання хвилі вздовж лінії, перехідний процес буде вважатися закінченим, при цьому $\Delta t = 5\tau_0 = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$. Це приблизно в шістдесят разів менше одного періоду робочої частоти. Можна констатувати, що перехідні процеси, які викликані відбиттям в лінії, закінчуються за час, що набагато менший від тривалості поодинокого сигнального імпульсу АЛСН.

Але під час аналізу можливості передачі інформації по каналу автоматичної локомотивної сигнальної навігації від переїзду в вигляді манчестерського коду, тривалість перехідних процесів в каналі у відповідності з математичними моделями пропорційна тривалості імпульсу сигналу і таким чином канал передачі сигналів АЛС не має можливості використовувати для передачі інформації з переїзду.

2.2 Аналіз можливості використання супутникової навігації для контролю наближення поїзду до переїзду

У наш час використання супутникової навігації стало важливим напрямком у розвитку систем безпеки для перевезення вантажів, у тому числі це стосується і небезпечних. Виходячі з цього впровадження супутникових технологій є необхідним і вже зовсім не викликає сумнівів. Ця система обумовлена планами, подальшою перспективою розвитку галузі, які вже передбачають перехід на швидкісний та високошвидкісний рух, і нарощування інтенсивності транспортного потоку на залізничній магістралі. Безперечним успіхом в таких

умовах є вихід на ще більш високоякісний та сучасний рівень управління транспортними перевезеннями та безпекою руху залізничного транспорту. Така тенденція в свою чергу, потребує значних змін у галузі координатно-часового забезпечення роботи залізниць. На сьогоднішній день гостро постають питання про потребу отримання більш точної інформації про місце положення транспорту в будь-який час доби за будь-якої погоди, про контроль руху та стан бортових систем. Але треба зауважити, що вирішити подібну задачу без втручання та впровадження навігаційних систем неможливо.

Переваги такого впровадження системи моніторингу залізничного транспорту на підприємство будуть полягати в наступному:

- Збереження в належному стані транспортованого вантажу;
- Контроль та місцезнаходження залізничного транспорту;
- Підвищення дисципліни співробітників;
- Корегування норми витрат ПММ в різних режимах експлуатації техніки;
- Моніторинг поїздів у режимі реального часу;
- Планування точного прибуття і відправлення потяга;
- Збільшення ефективності використання залізничного транспорту;
- Допомогу диспетчеру;
- Докладний звіт з історією використання залізничних транспортних засобів.
- Автоматичне сповіщення про зупинки;

На теперешній час найбільш значними та використовуваними є такі супутникові навігаційні системи:

- ГЛОНАСС - ця система знаходиться на етапі розгортання супутникового угруповання. Вона належить міністерству оборони Росії. За заявами розробників, ГЛОНАСС володіє деякими технічними перевагами якщо порівнювати з NAVSTAR, але в даний час такі твердження перевірити не має можливості, зважаючи на відсутність доступного клієнтського обладнання та недостатності супутникового угруповання.

- NAVSTAR (GPS) – вона належить міністерству оборони США, що вважається іншими державами її головним недоліком. Її більш відома назва у світі - GPS. NAVSTAR є єдиною повністю працюючою супутниковою навігаційною системою.

- Galileo – система, що розроблена в Європі, яка ще перебуває на етапі створення супутникового угруповання. Галілео робилася та проектувалася як конкурент американській системі GPS та російській ГЛОНАСС.

- Beidou(бейдоу) - в даний час поширюється Китаєм підсистема GNSS, призначається для використання тільки в цій країні. Особливістю є — невелика кількість супутників, які знаходяться на геостаціонарній орбіті.

Але існує тільки дві глобальні системи позиціонування – ГЛОНАСС (Росія) і GPS (США). Обидва сервіси виконують майже однакові функції, тому для GPS-моніторингу можна обирати будь-яку систему.

Для даного дипломного проекту слід обрати систему ГЛОНАСС (Росія). Глобальна навігаційна супутникова система (ГЛОНАСС) – це російська супутникова система навігації, її розробка почалася ще в СРСР. Вона являється однією з двох функціонуючих на сьогодні систем глобальної супутникової навігації.

Дана система, мала спочатку чисто військове призначення, та була запущена в один момент із системою попередження про ракетний напад в 1982 році для оперативного навігаційно-часового забезпечення необмеженого числа користувачів морського, наземного, повітряного і космічного базування, наприклад, пасивних метео-РЛС типу РАЗК «Положення-2». Додатково система може транслювати цивільні сигнали, які можуть бути доступні в будь-якій точці Землі, надаючи навігаційні послуги російським і іноземним користувачам безкоштовно та зовсім без обмежень.

Основною складовою системи є двадцять чотири супутники, які рухаються над поверхнею Землі в 3-х орбітальних площинах із нахилом орбітальних площин $64,8^\circ$ і заввишки орбіт 19400 км. Принцип вимірювання конкурентній американській системі навігації GPS. Основна та головна відмінність від системи NAVSTAR в тому, що супутники ГЛОНАСС в своєму орбітальному русі не мають резонансу (синхронності) з обертанням Землі, тим самим забезпечуючи їм більшу стабільність. Таким чином, угруповання космічних апаратів (КА) ГЛОНАСС не вимагає додаткових корегувань напротязі всього терміну активного існування.

У комбінації з системою ГЛОНАСС працюють такі локомотивні системи як КЛУБ і ФОРТ[8], основними функціями яких є :

-Прийом, дешифрування сигналів АЛС (АЛС, АЛС-ЕН) та відображення на локомотивному світлофорі показань завжди знаходиться попереду підлогового світлофора;

-Функція контролю дозволеної швидкості руху поїзда в залежності від показань автоматичної локомотивної сигналізації та електронної карти (ЕК) ділянки звернення локомотива;

-Функція автоматичної зупинки поїзду перед світлофором із заборонним показанням на кодованій ділянці, недопускання несанкціонованого руху локомотива, реєстрація параметрів руху та основних показників роботи системи;

-Обробка та прийом сигналів цифрового радіоканалу (РК);

-Прийом сигналів та їх обробка супутникової навігаційної системи (СНС) Глонасс/GPS;

-Визначення шляхової координати з використанням СНС та ЕК;

-Відстань до найближчого колійного об'єкта;

-Регулювання швидкості проїзду колійного об'єкта;

-Контроль пильності машиніста;

-Контроль початку руху поїзда;

-Стан системи гальмового обладнання (тиск повітря в гальмовій магістралі, гальмівних циліндрах і вирівнювальному резервуарі);

-Інформування машиніста про стан системи в даний момент часу;

-Реєстрація на електронному носії більше 40 параметрів.

Комплексний локомотивний пристрій безпеки (КЛУБ) встановлюється на тяговому та самохідному залізничному рухомому складі (локомотиви, МВПС, дрезини) та функціонально поєднує в собі автоматичну локомотивну сигналізацію та електронний локомотивний скоростемір. Найбільшого поширення набув КЛУБ-У (уніфікований, тобто пристосований для встановлення на всіх типах локомотивів та моторвагонних рухомих складів (МВПС)).

Оскільки система КЛУБ встановлюється лише на швидкісних локомотивах та на ділянках з прискореним рухом, а встановлення такої системи на 100% рухомого складу не доцільно, через дорожнечу системи, тому для роботи підсистеми «Контролю наближення поїзда до переїзду» досить встановити для обладнання на локомотиви мікросхеми ФОРТ.

Для нашої підсистеми буде обрано телеметричний термінал FORT-111.

Структурна схема (рис. 2.3) терміналу FORT-111 складається з:

- модуль ГЛОНАСС/GPS;
- модуль GSM;
- модуль Wi-Fi;
- Центральний процесор;
- FLASH пам'ять;
- Акселерометр;
- Блок стабілізації напруги і заряду АКБ;
- Вбудована акумуляторна батарея (АКБ);
- Інтерфейсний блок.

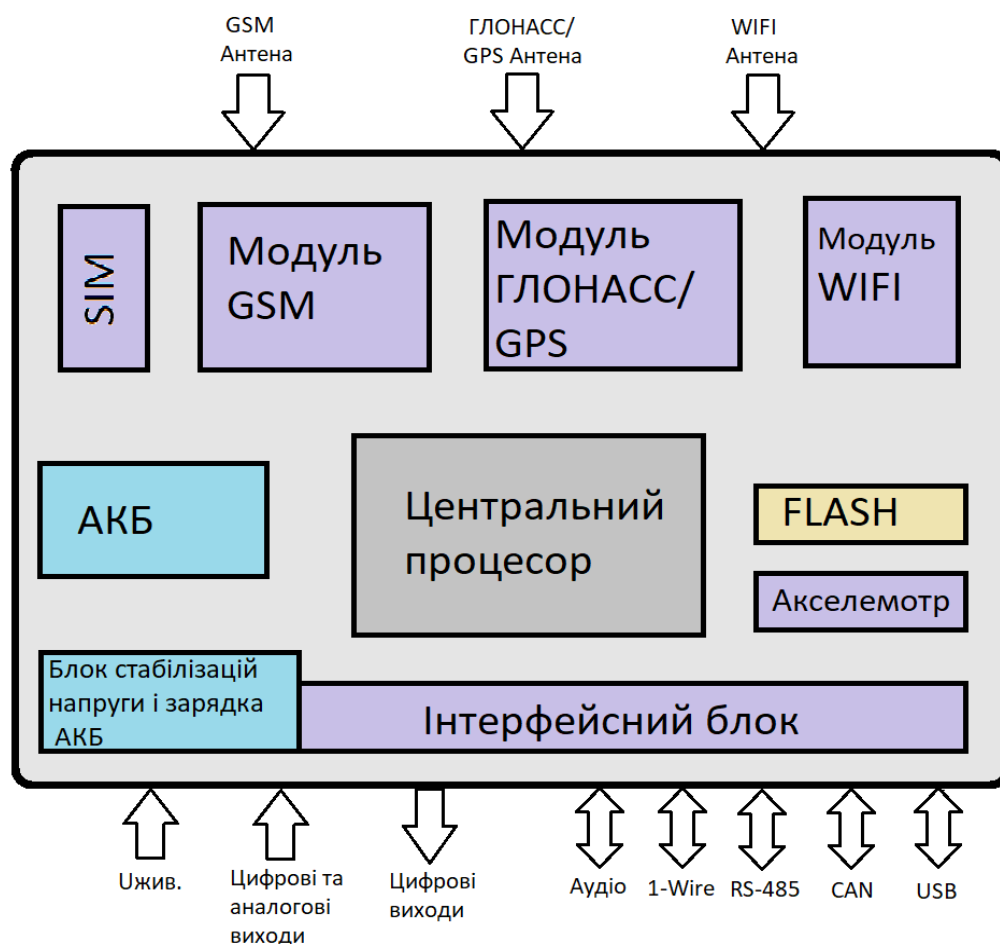


Рис. 2.3 Структурна схема терміналу FORT-111

У терміналі навігаційної системи FORT-111 використовується високочутливий модуль GPS (GPS/ГЛОНАСС), який за допомогою зовнішньої антени приймає кодові сигнали з супутників системи GPS і супутників системи

ГЛОНАСС. Модуль обчислює географічні координати свого місця розташування, напрямок руху, висоту над рівнем моря, точний час і швидкість.

GSM Модуль призначається для забезпечення коректної роботи терміналу FORT-111 в GSM – мережі. Модуль може виконувати такі функції:

- забезпечувати ідентифікацію термінала в GSM-мережі з використанням SIM-карти;

- забезпечувати вихідне та вхідне з'єднання і передачу голосу за допомогою голосового зв'язку

- забезпечувати обмін даними між терміналом і сервером центру моніторингу за протоколом TCP/IP із використанням послуги пакетної передачі даних GPRS;

- забезпечувати передачу та прийом SMS – повідомлень.

Модуль Wi-Fi призначається для забезпечення роботи терміналу FORT-111 WIFI в Wi-Fi – мережі.

Акселерометр має забезпечувати вимірювання прискорення транспортного засобу по кожній з трьох осей, таким чином ці дані дозволяють автоматично визначити факти зупинки та руху автомобіля.

FLASH-пам'ять призначається для зберігання конфігурації пристрою, а також для тимчасового зберігання даних, які по різних причинах не можуть бути передані на сервер моніторингу (функція «чорний ящик»).

Інтерфейсний блок забезпечує електричне узгодження сигналів, які надходять на вхідні інтерфейси терміналу, для подальшої передачі їх в центральний процесор (ЦП) і назад.

ЦП виконує програмне забезпечення (ПЗ), завантажене в термінал. Згідно конфігурації, заданої користувачем і алгоритмів, закладених у ПЗ, центральний процесор повинен здійснювати обробку всіх внутрішніх і зовнішніх сигналів, а також генерацію повідомлень на їх основі, переданих через мережу GSM.

Блок стабілізації напруги і заряду АКБ (акумуляторна батарея) забезпечує електроживлення ФОРТ-111 від зовнішнього джерела постійного струму. Стабілізація напруги та захист від зміни полярності забезпечують безперервну роботу пристрою при широкому діапазоні вхідної напруги. Функція заряду АКБ реалізує заряд батареї, для забезпечення живлення пристрою у випадку відключення зовнішнього джерела.

2.3 Структура локомотивного обладнання запропонованої системи

Локомотивне обладнання, в число яких входять (термінал ФОРТ111, датчики шляху і швидкості , приймач і передавач сигналу, а також навігаційна система) , необхідно для двох каналної онлайн зв'язки між локомотивом і переїздом . В цілому локомотивна апаратура необхідна для:

- розрахунку ділянки наближення до переїзду(закриття та відкриття переїзду).
- отримання інформації про аварійної ситуації на переїзді ,(вільний або зайнятий від автотранспорту ,при закритому переїзді).

Задача по розрахунку ділянки наближення до переїзду полягає в наступному , локомотив наближається до переїзду , у цей час через систему супутникової навігації на приймач який знаходиться на переїзді , передається інформація на якій відстані і з якою швидкістю наближається складу . В залежності від цих показників обчислюється ділянку наближення для кожного складу індивідуально. Таким чином переїзд закривається не за фактичною «стандартному» ділянки наближення , а за розрахунковим , в цей час закритого переїзду зменшується в наслідок чого затримка автотранспорту зменшується.

Точне місце знаходження рухомої одиниці а також швидкість з великою точністю визначає система супутникової навігації «ГЛОНАСС».

Наступним завданням даної підсистеми а також перевагою в свою чергу є те, що ми маємо можливість не тільки передавати інформацію на близь знаходиться переїзд про місце знаходження складу і обчисленні ділянки наближення для нього , але і те, що ми можемо надсилати на локомотив інформацію про стані переїзду. А саме вільний або зайнятий переїзд від транспорту . Цю інформацію локомотивна бригада може отримувати від автоматичної системи контролю аварійних ситуації (КАС) на переїздах. Ці системи покликані виявити наявність перешкод на шляху прямування поїзда (автомобіль, розвалений вантаж у зоні переїзду і т. д.) і дати відповідну інформацію локомотивній бригаді. Випробовуються різні системи виявлення перешкод – від найскладніших радарних систем на швидкісних ділянках до досить простих пристроїв КАС з індукційним шлейфом, укладених під покриттям автомобільної дороги. Їх застосування дозволяє значно підвищити ефективність роботи огорожувальних пристроїв і створити умови для переведення певної частини переїздів у категорію неохоронюваних.

Оскільки мікросхеми ФОРТ і навігаційної системи ГЛОНАСС недостатньо ми пропонуємо задіяти датчики шляху і швидкості з комплексом приймачів і передавачів робота і функції яких представлена нижче.

Ми пропонуємо наступний комплекс контролю залізничних переїздів для нашої підсистеми.

Комплекс виконує наступні функції:

- дистанційний контроль зайнятості зони переїзду при наближенні до нього рухомого складу;
- дистанційний контроль фактичного стану засобів технічного оснащення залізничних переїздів;
- передача з допомогою передавача машиністам наближення поїздів інформації про аварійної ситуації на переїзді;
- перевірка стан шляху.

Система контролю зайнятості переїзду від автотранспорту[9] забезпечує контроль зони переїзду в межах габариту наближення будівель з моменту включення автоматичної переїзної сигналізації для виявлення залишилися там транспортних засобів та інших об'єктів, що перешкоджають руху поїзда.

Система забезпечує виявлення у зоні контролю будь-яких рухомих і нерухомих транспортних засобів та сторонніх об'єктів розміром більше 50х50х100 см при наближенні поїзда до переїзду.

Система передає з допомогою передавача по радіо каналу, інформацію і включає гальмування локомотива, автоматично або подає знак локомотивній бригаді.

Для передачі даних використовується передавач АТА5757.УВЧ АМн/ЧМн.

Відмітні особливості передавача:

- 1.ІВ передавача з ФАПЧ і несиметричним вихідним каскадом
- 2.Висока вихідна потужність (6дБм) при споживанні 8,1 мА (315 МГц) і 8,5 мА (433 МГц)
- 3.Блоки ділення на 24 (АТА5756) і 32 (АТА5757) для спільної роботи з кварцом на 13 МГц і малого часу запуску кварцового генератора (КГ)
- 4.Підтримка схем модуляції АМн (амплітудна маніпуляція) і ЧМн (частотна маніпуляція)

5.Манчестер-кодування на швидкості 20 кбод і NRZ-кодування на швидкості 40 кбод.

6.Режими вимикання, холостого ходу і активні режими дозволяють регулювати енергоспоживання і задаються через входи ASK, FSK, ENABLE

7.Вхід ENABLE також використовується для активізації 3-провідного інтерфейсу

8.Вихід CLK активізується, якщо поточна амплітуда на кварцовому резонаторі становить 35%...80% від кінцевого значення

9.Час активізації виходу CLK зазвичай становить 0,6 мс

10.Діапазон напруги живлення: 2.0...3.6 в температурному діапазоні - 40°C...+125°C

11.Захист від електростатичних розрядів на всіх висновках (4 кВ по моделі людського тіла)

12.Малогабаритний корпус MSOP10

Переваги:

- Інтегрований ключ ЧМн

- Дуже мале і неухудшающеся в процесі експлуатації час активізації передачі: не більше 0,85 мс

- Використовуються кварцові резонатори на 13,125 МГц/13,56 МГц випускаються в малогабаритних корпусах

Приймачем у підсистемі служить T5744.Характеристики та переваги представлені нижче:

- УВЧ АМн (ASK) приймач для прийому сигналів з частотою $f_0 = 300$ МГц – 450 МГц.

- Мінімальна кількість зовнішніх компонентів, відсутність зовнішніх радіочастотних компонентів (за винятком антени)

- Висока чутливість (особливо на низьких швидкостях передачі даних)

- SSO20 і SO20 корпусу

- Напруга живлення від 4.5 до 5.5 В, робочий температурний діапазон від - 40°C до 105°C

- Несиметричний радіочастотний вхід, що дозволяє спростити узгодження зі стандартною четвертьволнової резонансної або друкованої антеною

- Дешевизна системи за рахунок високого ступеня інтеграції
- Підтримка різних протоколів передачі даних (ШІМ, код Манчестера і двофазний)
- Можливість розрізнення сигналів від різних передавачів за допомогою сигналу на виході RSSI (індикатор рівня прийнятого сигналу)
- Захист від ЕСП відповідно до MIL-STD. 883 (4 кВ модель людського тіла)
- Висока придушення (більше 40 дБ) сигналів дзеркальної частоти зважаючи на величину проміжної частоти, що дорівнює 1 МГц, і наявності фільтра на ПАХ
- Можливість керування живленням зовнішнім мікроконтролером
- Ширина смуги вхідного сигналу BIF = 600 кГц

Суть системи в тому що датчики контролю аварійної ситуації, інформують систему передавача по інтерфейсах взаємодії про зайнятість переїзду, датчик передає дані AVR-мікроконтролеру передавача які через радіо канал наступникові, а той вже видає інформацію через мікроконтролеру на пульт управління локомотива. Датчики і приймачі обрані однієї фірми, з причини їх найкращого взаємодії і сумісності протоколу.

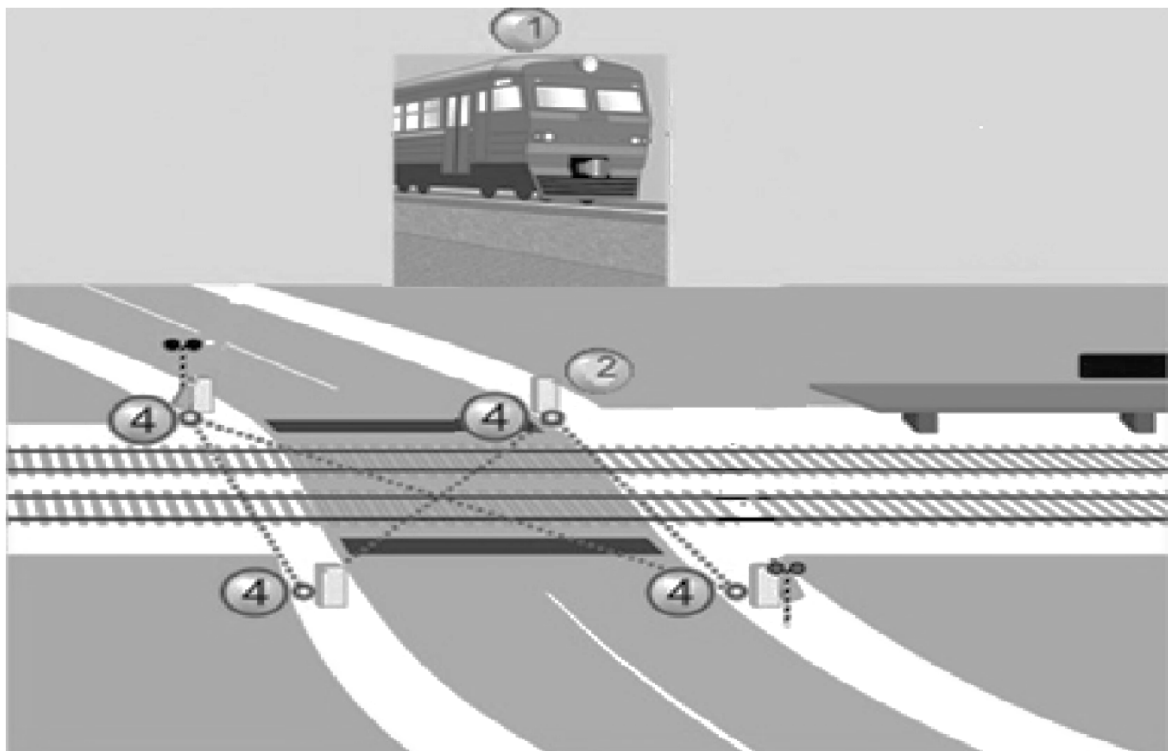


Рис. 2.4 Схематичний план обладнання

Дана система дозволяє передавати сигнал на відстань до 2000м в 2 сторони, що дозволить прийняти дії машиністу або автоматики і гальмування або зниження

швидкості локомотива. Алгоритм зниження швидкості або автоматичного гальмування можна запозичити у системи АЛС-МУ ,залежність швидкості від відстані до зайнятого блок-ділянки.

Таблиця 2.1

Залежність допустимої швидкості від відстані до преїзду

Допустима швидкість, км/год	Відстань до переїзду, м	Допустима швидкість, км/год	Відстань до переїзду, м	Допустима швидкість, км/год	Відстань до переїзду, м
20	менше 117	54	-	88	1044 – 1029
21	132 – 117	55	468 - 453	89	1060 – 1045
22	-	56	484 - 469	90	1092 – 1061
23	148 – 133	57	500 - 485	91	1108 – 1093
24	-	58	516 - 501	92	1124 – 1109
25	164 – 149	59	532 - 517	93	1156 – 1125
26	-	60	548 - 533	94	1172 – 1157
27	180 – 165	61	564 - 549	95	1204 – 1173
28	-	62	580 - 565	96	1220 – 1205
29	196 – 181	63	-	97	1252 – 1221
30	-	64	596 - 581	98	1268 – 1253
31	212 – 197	65	612 - 597	99	1300 – 1269
32	-	66	628 - 613	100	1316 – 1301
33	228 – 213	67	644 - 629	101	1348 – 1317
34	-	68	660 - 645	102	1364 – 1349
35	244 – 229	69	692 - 661	103	1396 – 1365
36	260 – 245	70	708 - 693	104	1412 – 1397
37	-	71	724 - 709	105	1444 – 1413
38	276 – 261	72	740 - 725	106	1460 – 1445

Допустима швидкість, км/год	Відстань до переїзду, м	Допустима швидкість, км/год	Відстань до переїзду, м	Допустима швидкість, км/год	Відстань до переїзду, м
39	-	73	756 - 741	107	1492 – 1461
40	292 – 277	74	772 - 757	108	1524 – 1493
41	308 – 293	75	788 - 773	109	1540 – 1525
42	-	76	804 - 789	110	1572 – 1541
43	324 – 309	77	820 - 805	111	1604 – 1573
44	340 – 325	78	836 - 821	112	1620 – 1605
45	356 – 341	79	868 - 837	113	1652 – 1621
46	-	80	884 - 869	114	1684 – 1653
47	372 – 357	81	900 - 885	115	1716 – 1685
48	388 – 373	82	916 - 901	116	1732 – 1717
49	-	83	948 - 917	117	1764 – 1733
50	404 – 389	84	964 - 949	118	1796 – 1765

У тому випадку якщо є необхідність у екстреному гальмуванні буде задіяний реле РГ яке керується терміналом ФОРТ-111 який впроваджений в схему дешифратора ДКСВ локомотива в ланцюг електропневматичного клапана.

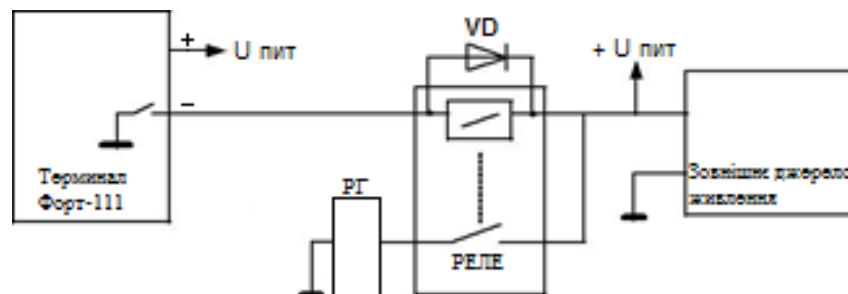


Рис. 2.5 Схема включення реле

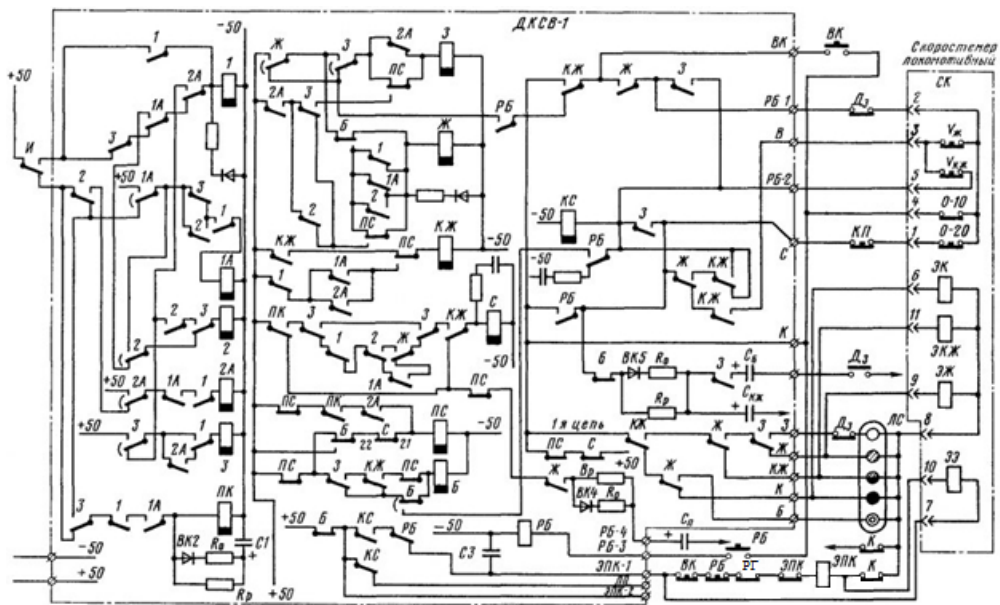


Рис. 2.6 Схема дешифратора ДКСВ

У тому випадку якщо в екстреному гальмуванні немає необхідності, а всього досить поступово знижувати швидкість, ця задача покладається на машиніста, останній буде інформований про необхідну швидкість через семисегментний індикатор який отримує інформацію з мікроконтролера.

Світлодіод (або світловипромінюючий діод) являє собою оптичний діод, що випромінює світлову енергію у вигляді «фотонів», якщо він зміщений у прямому напрямку. В електроніці ми називаємо цей процес електролюмінесценцією. Колір видимого світла, випромінюваного СІД, лежить в діапазоні від синього до червоного і визначається спектральною довжиною хвилі випромінюваного світла, яка, в свою чергу, залежить від різних домішок, які додаються в напівпровідникові матеріали у процесі їх виробництва.

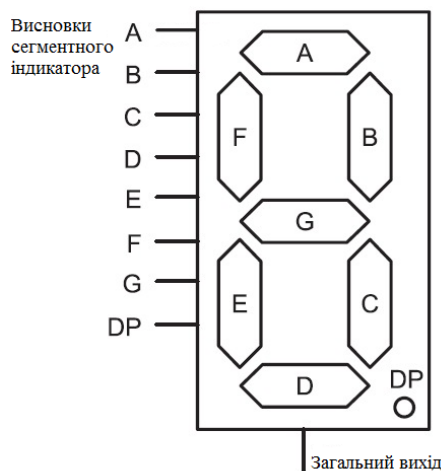


Рис. 2.7 Схематичне позначення семисегментного індикатора

Отже, пряме зміщення, подану на відповідні контакти світлодіодних сегментів в певному порядку, змусить деякі сегменти світитися, а решта залишаться затемненими, що дозволяє висвітити потрібний символ шаблону числа, яке буде відображено на дисплеї. Це і дозволяє нам представляти кожну з десяти десяткових цифр від 0 до 9 на 7-сегментному індикаторі.

Загальний висновок, як правило, використовується для визначення типу 7-сегментного дисплея. Кожен світлодіод дисплея має два з'єднувальних висновку, один з яких називається "анод", а інший, відповідно, носить назву "катод". Тому світлодіодний семисегментний індикатор може мати два типи схемотехнічного виконання – з загальним катодом (ОК) і з загальним анодом (ОА).

Окремі сегменти висвічуються подачею на їх анодний висновок сигналу "високого" логічного рівня або логічної "1" через обмежувальний резистор[10] для створення прямого зміщення окремих світлодіодів.

Загальний анод (ОА) - аноди всіх світлодіодних сегментів об'єднані і мають рівень логічної "1". Окремі сегменти індикатора світяться при з'єднанні кожного конкретного катода з землею, логічним "0" або низькопотенційного сигналом через відповідний обмежувальний резистор.

В цілому семисегментні індикатори з загальним анодом більш популярні, так як багато логічні схеми можуть зажадати більше струму, ніж здатний віддати джерело живлення. Також відзначимо, що дисплей з загальним катодом не є прямою заміною в ланцюзі для дисплея з загальним анодом. І навпаки - це рівноцінно включення світлодіодів в зворотному напрямку, і, отже, випромінювання світла не відбудеться.

2.4 Використання датчиків шляху та швидкості для контролю наближення поїзду до переїзду

Для підвищення надійності а в наслідок і безпеки руху в підсистемі розрахунку гнучкого (індивідуального) ділянки наближення , геопозиційне системи супутникової навігації не достатньо . Тому запропоновано доповнити систему датчиками шляху і швидкості системи АЛС-МУ . Датчик шляху і швидкості ДПС (ДШШ) призначений для експлуатації в складі АЛС-МУ і здійснює перетворення кута повороту (обертального руху) осі колісної пари в дискретні електричні сигнали, які використовуються для визначення швидкості і напрямку руху

локомотива. Датчик (ДШШ) встановлюється на буксі локомотива. Датчик (ДШШ) призначений для експлуатації в умовах помірного і холодного клімату виконання УХЛ, категорія 1 по ГОСТ 15150-69. За механічних впливів відповідає вимогам групи М26 по ГОСТ 17516.1-90.

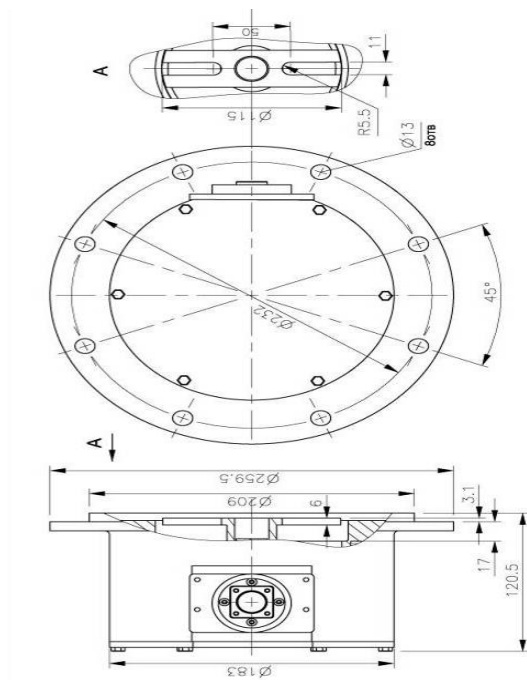


Рис. 2.8 Схема датчика шляху та швидкості

Експлуатаційні обмеження:

АЛС-МУ призначений для експлуатації на всіх типах локомотивів і мотор-вагонних потягів в діапазоні температур від мінус 40 до плюс 50 0С.

Напруга живлення $U_{ном}$. постійного струму АЛС-МУ винна бути від 0,6 $U_{ном}$. до 1,4 $U_{ном}$. при $U_{ном}$. рівній 24, 50, 75, 110 В, в залежності від виконання блоків. Пульсації вхідної напруги не повинні перевищувати 0,2 $U_{ном}$. Ст. Рівні вхідних сигналів, які подаються на АЛС-МУ, не повинні перевищувати $U_{ном}$. Ст.

Рівень механічних впливів не винен перевищувати вимоги групи М27 за ГОСТ 17516.1-90.

Дані з датчиків шляху і швидкості надходить на мікросхему форт , мікросхема обробляє дані і відправляє інформацію на переїзд з допомогою передавача t 574x

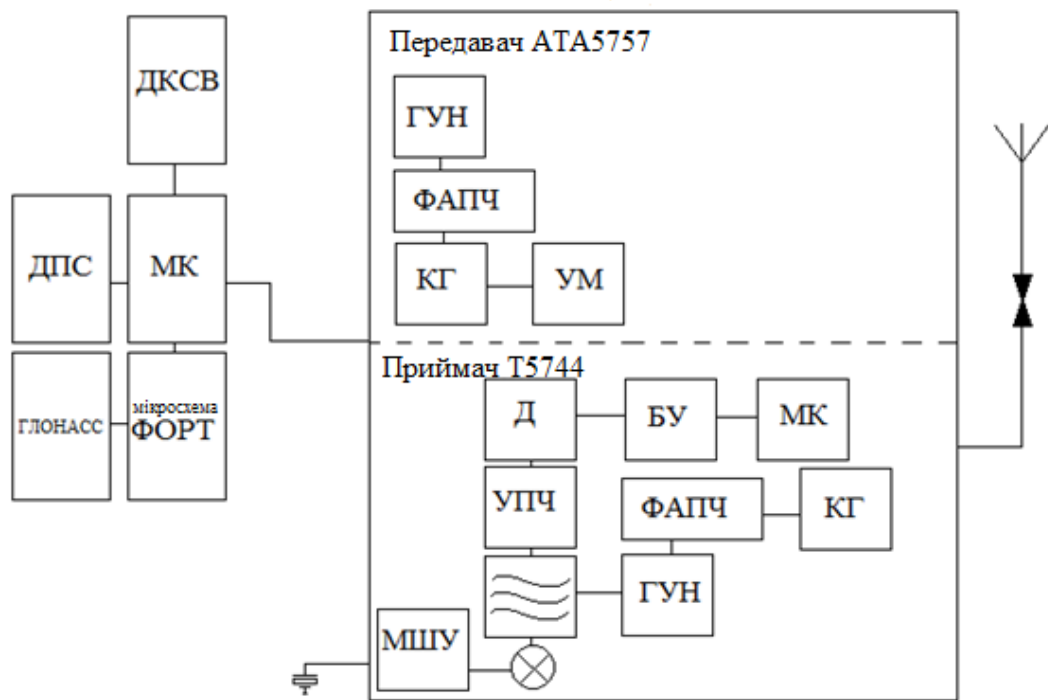


Рис. 2.9 Структурна схема локомотивного обладнання

МК-мікроконтролер.

ФАПЧ - фазова автопідстроювання частоти.

КГ - кварцовий генератор.

РОЗУМ-підсилювач потужності.

ГУН – генератор керований напругою.

МШУ - малошумящий підсилювач .

Д-демодулятор.

БУ - блок управління.

Передавачі Т575х:

- 1.Модуляція АМн/ЧМн
- 2.Простота схеми включення (8-вив. корпус, 5 зовнішньої. елементів)
- 3.Вбудований петлевий фільтр ФАПЧ
- 4.Макс. вихідна потужність 8.0...10 дБм при споживанні 9 мА
- 5.Широкий температурний діапазон -40°C...+85°C/+125°C)
- 6.Сумісність по розташуванню висновків
- 7.Чудова ізоляція ФАПЧ від РОЗУМ і джерела живлення
- 8.Несиметричний антенний вихід

9. Підтримка всіх стандартних несучих частот 315, 433 і 868/ 915 МГц

10. Надкомпактний корпус TSSOP8

Приймач T5744:

1. Простий приймач для недорогих радіопередавальних систем зі швидкостями до 10 кбод

2. АМн/ЧМн модуляція для передачі манчестерських або бифазних кодів при малому споживанні

3. Частотний діапазон 300...450 МГц

4. Висока чутливість особливо на малих швидкостях

5. Вихід RSSI дозволяє контролювати рівень прийнятого сигналу

6. Не вимагає програмування

7. Проста схема включення, можливість підключення друкованої антени

8. Рекомендована заміна для попередніх типів приймачів

Дане сімейство є послідовником приймачів і передавачів серії Ux74x. Передавачі мають лише 8 висновків і вимагають установки 5 зовнішніх компонентів. Крім того, вони оптимізовані для використання на транспорті, де робоча температура може досягати $+125^{\circ}\text{C}$. Схема приймачів практично не змінилася і багато в чому збігається з попередниками. При їх використанні слід звернути увагу на їх автономність (не потрібно програмування керуючих регістрів), наявність виходу RSSI (датчик рівня РЧ-сигнали). Інші відмітні особливості представників сімейств T575x і T574x представлені вище. В якості МК на малюнку 2 в загальному випадку рекомендовано використовувати AVR-мікроконтролер, але, якщо мова йде про високотемпературному застосуванні, аналогічного автомобільного, то більше підійде 4-розр. MARC-ядро, у якого верхня температурна планка $+125^{\circ}\text{C}$ і плюс до цього дуже низьке енергоспоживання.

Ідея додатково використовувати датчики шляху і швидкості полягає в тому, що на місцевості локомотив, за допомогою датчиків, може визначати своє місце знаходження на прив'язки до шляхових об'єктів, сигнальних точок. Після визначення координат рухомого складу апаратура, знаючи координати переїзду, обчислює ділянку наближення, після настання поїздом на ділянку локомотивна апаратура починає передавати інформацію про зайнятість ділянки наближення на переїзд, внаслідок чого переїзд закривається.

2.5 Висновок до другого розділу

Для перевірки можливості передачі інформації з переїзду на локомотив по каналу передачі кодів АЛСН було розроблено математичну модель каналу та перевірено можливість передачі інформації з переїзду на локомотив за допомогою Манчестерського коду.

Проаналізовано можливості використання супутникової навігації для контролю наближення поїзду до переїзду і прийнято використовувати в даній системі термінал FORT-111.

Для підвищення надійності а в наслідок і безпеки руху в підсистемі розрахунку гнучкого (індивідуального) ділянки наближення було розглянуто використання датчиків шляху та швидкості для контролю наближення поїзду до переїзду.

3 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ АПС ДЛЯ ЗАКРИТТЯ ПЕРЕЇЗДУ З УРАХУВАННЯМ ФАКТИЧНОЇ ШВИДКОСТІ ПОЇЗДА

3.1 Апаратура підсистеми розташована на переїзді

Після розгляду існуючих систем автоматичної сигналізації переїзду, пропонується до розгляду апаратуру підсистеми "контролю наближення поїзда до переїзду", яка встановлюється на переїзді[13]. До устаткування переїзду відноситься приймач "Т5744", передавач "АТА5757" а також мікросхеми Форт, датчиків контролю аварійної ситуації, а саме ич-датчиків, камер відео спостереження, індукційного шлейфа і мікроконтроллера.

Устаткування переїзду підсистеми працює таким чином на переїзд, а саме на термінал FORT 300gl по радіосигналу сигналу (ГЛОНАСС) передається інформація про швидкість і точне місце знаходженні локомотиву. Ця інформація обробляється в мікроконтрлері AVR і приймається рішення про зачиненні переїзду. Оскільки супутниковій навігації може бути недостатньо, паралельно переїзд приймає інформацію,приймачем t574x,з датчиків шляху і швидкості локомотиву які передаються передавачем t575x . Після цього приймач передає інформацію на мк- AVR, останній приймає рішення про закриття і відкриття переїзду.

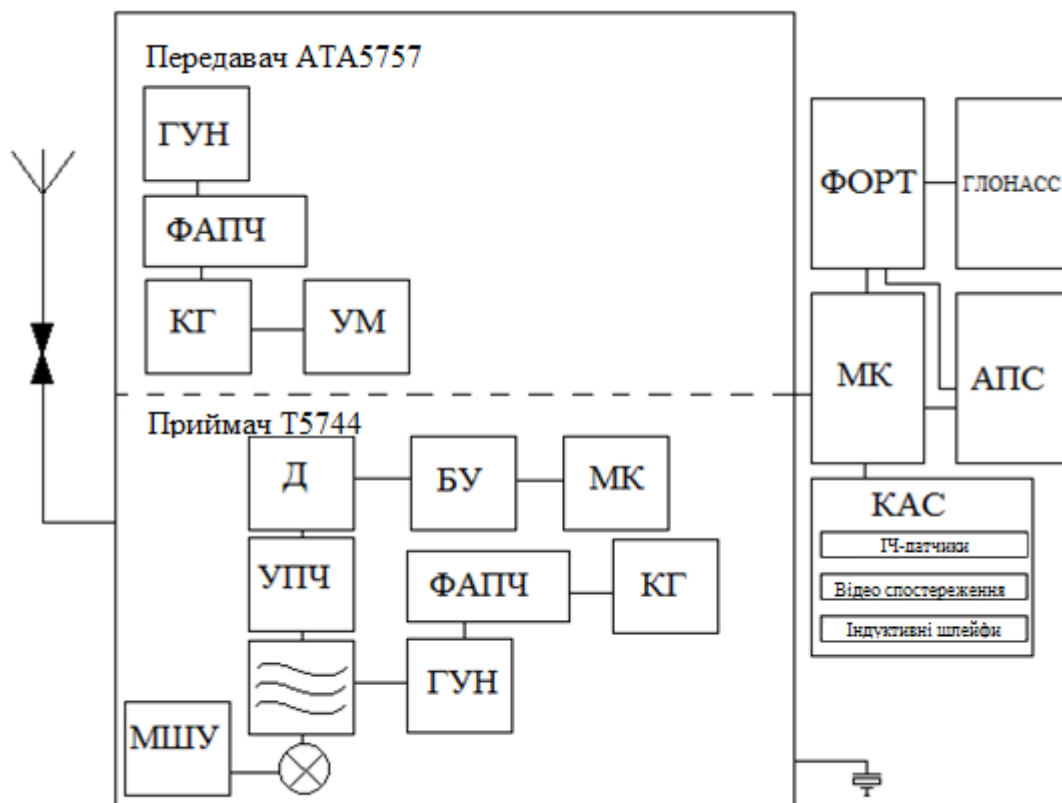


Рис. 3.1 Структура переїзного обладнання

Мікроконтроллером виступить мк-AVR - сімейство восьмибітових мікроконтроллерів фірми Atmel.

Мікроконтроллери AVR мають гарвардську архітектуру (програма і дані знаходяться в різних адресних просторах) і систему команд, близьку до ідеології RISC. Процесор AVR має 32 8-битних регістра загального призначення, об'єднаних в регістровий файл. На відміну від " ідеального" RISC, регістри не абсолютно ортогональні:

Деякі команди працюють тільки з регістрами r16.r31. До них відносяться команди, працюючі з безпосереднім операндом : ANDI/CBR, ORI/SBR, CPI, LDI, LDS (16-бит), STS (16-бит), SUBI, SBCI, а також SER і MULS;

Команди, що збільшують і зменшують 16-бітове значення (у тих моделях, де вони доступні) з безпосереднім операндом (ADIW, SBIW), працюють тільки з однією з пар r25:r24, r27:r26 (X), r29:r28 (Y), або r31:r30 (Z);

Команда копіювання пари регістрів (у тих моделях, де доступна) працює тільки з сусідніми регістрами, що розпочинаються з непарного (r1:r0, r3:r2, .., r31:r30);

Результат множення (у тих моделях, в яких є модуль множення) завжди поміщається в r1:r0. Також тільки ця пара використовується як операнди для команди самопрограмування (де доступна);

Деякі варіанти команд множення приймають як аргументи тільки регістри з діапазону r16.r23 (FMUL, FMULS, FMULSU, MULSU) Для передачі даних з переїзду на локомотив використовується передавач АТА5757.УВЧ АМн/ЧМн передатчі.

Відмітні особливості передавача :

- 1.ІС передавача з ФАПЧ і несиметричним вихідним каскадом
- 2.Висока вихідна потужність (6дБм) при споживанні 8,1 мА (315 МГц) і 8,5 мА (433 МГц)
- 3.Блоки ділення на 24 (АТА5756) і на 32 (АТА5757) для спільної роботи з кварцем на 13 МГц і малого часу запуску кварцевого генератора (КГ)
- 4.Підтримка схем модуляції АМн (амплітудна маніпуляція) і ЧМн (частотна маніпуляція)

5.Манчестер-кодування на швидкості 20 кбод і NRZ- кодування на швидкості 40 кбод.

Манчестерське кодування (код Манчестер- II) - двух-рівневий код, що самосинхронизируючийся, є одним із способів лінійного кодування (фізичного кодування), використовуваного в каналі зв'язку. При кодуванні нуль представлений переходом від високої напруги до низької, а одиниця - від низького до високого в центрі значущої позиції (за стандартом IEEE 802.3). Сигнал, підданий Манчестерському кодуванню, не має постійного струму зміщення, тому передавальні сигнал електричні з'єднання, можуть бути гальванічно розв'язані за допомогою трансформатора. Манчестерський код[12] є таким, що самосинхронизируючимся; останнє означає, що тактовий сигнал може бути відновлений із закодованих даних без використання скремблювання або додаткових сигналів синхронізації. Манчестерське кодування забезпечує часті переходи лінії напруга, прямо пропорційна тактовій частоті; це допомагає відновленню тактової частоти. У компоненті постійного струму кодований сигнал не залежить від даних і, отже, не несе ніякої інформації, дозволяючий сигнал для передачі по мережі (наприклад, Ethernet), яка, як правило, не передає постійний складовий.

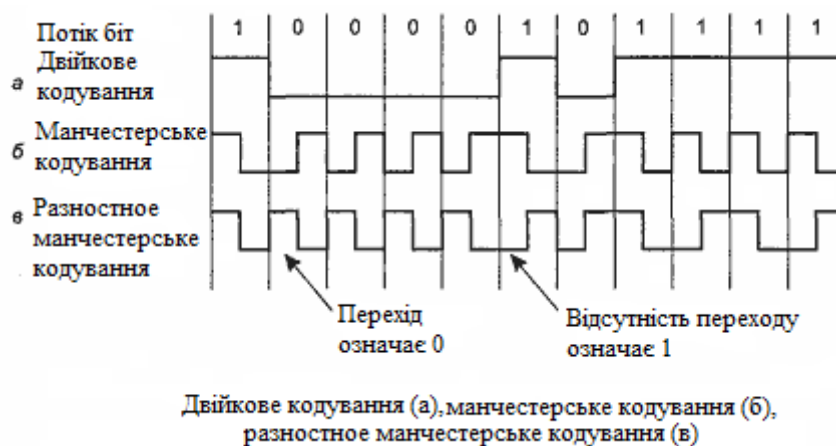


Рис. 3.2 Схема манчестерського кодування

Тобто:

-Кожен біт передається у встановлений термін.

-0 визначає перехід сигналу від низького до високого, 1 - від високого до низького.

-Переходи, які позначаються 0 або 1 відбуваються в середині періоду.

-Переходи на початку періоду є накладними витратами і не означають дані.

Манчестерське кодування завжди має перехід в середині кожного періоду бітів і може (залежно від інформації) мати перехід також на початку періоду. Напря́м серединного бітового переходу вказує на дані. Переходи на межах періоду не несуть в собі інформацію. Вони існують тільки щоб помістити сигнал в правильному стані, щоб дозволити серединний бітовий перехід. Існування гарантованих переходів дозволяє сигналу бути таким, що самосинхронізується, а також дозволяє приймачу правильно його вирівняти; приймач може визначити, чи існує зміщення на половину періоду біта, оскільки більше не буде постійних переходів впродовж кожного періоду бітів. Ціна цих переваг - це подвоєння вимог до смуги пропускання в порівнянні з схемами кодування NRZ.

6.Режими виключення, холостого ходу і активні режими дозволяють регулювати енергоспоживання і задаються через входи ASK, FSK, ENABLE

7.Вхід ENABLE також використовується для активізації 3-дротяного інтерфейсу

8.Вихід CLK активізується, якщо поточна амплітуда на кварцевому резонаторі складає 35%.80% від кінцевого значення

9.Час активізації виходу CLK зазвичай складає 0,6 мс

10.Діапазон напруги живлення : 2.0.3.6В в температурному діапазоні - 40°C.+125°C

11.Захист від електростатичних розрядів на усіх виведеннях (4 кВ по моделі людського тіла)

12.Малогабаритний корпус MSOP10

Переваги:

Інтегрований ключ ЧМн Дуже малий час активізації передачі, що не погіршується в процесі експлуатації : не більше 0,85 мс Використовувані кварцеві резонатори на 13,125МГц/13,56 МГц випускаються в малогабаритних корпусах

Приймачем в підсистемі служить T5744.Характеристики і переваги представлені нижче: -УВЧ АМн (ASK) приймач для прийому сигналів з частотою $f_0 = 300 \text{ МГц} - 450 \text{ МГц}$

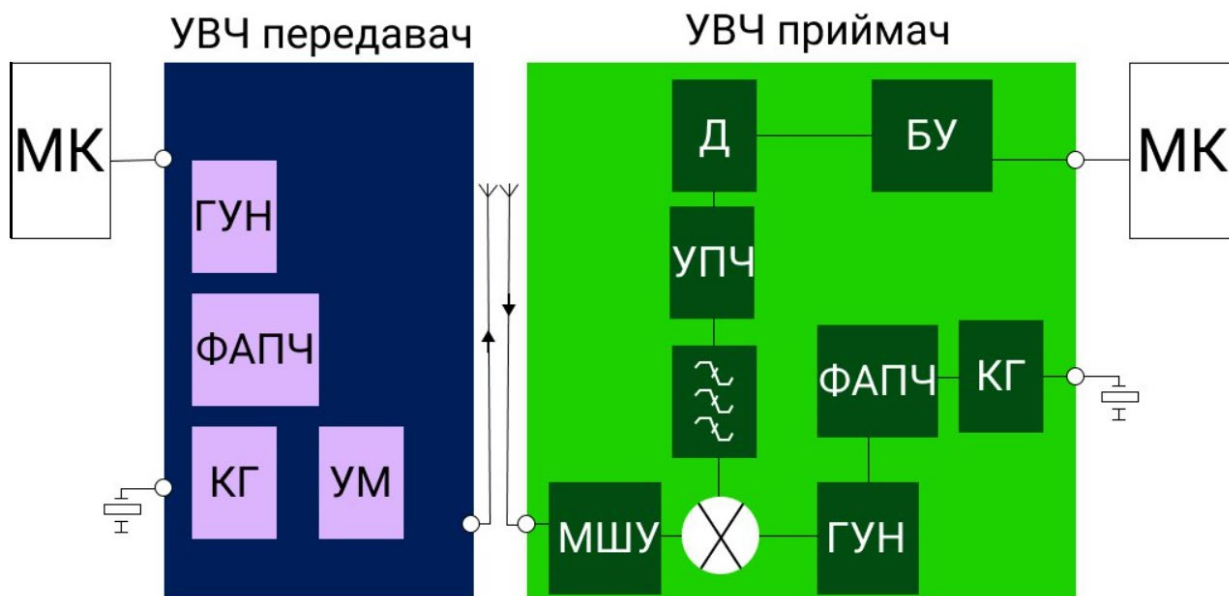


Рис. 3.3 Структурна схема приймача та передавача

- Мінімальна кількість зовнішніх компонентів, відсутність зовнішніх радіочастотних компонентів (за винятком антени)

- Висока чутливість (особливо на низьких швидкостях передачі даних)

- SSO20 і SO20 корпусу

- Вбудований ГУН -напруга живлення від 4.5 до 5.5 В, робочий температурний діапазон від

- 40°C до 105°C

- Несиметричний радіочастотний вхід, що дозволяє спростити узгодження із стандартною чверть хвильовою резонансною або друкарською антеною -дешевизна системи за рахунок високої міри інтеграції

- Підтримка різних протоколів передачі даних (ШИМ, код Манчестера і двофазний)

- Можливість розрізнення сигналів від різних передавачів за допомогою сигналу на виході RSSI (індикатор рівня прийнятого сигналу)

- Захист від ЕСП відповідно до MIL - STD. 883 (4 кВ модель людського тіла)

- Високе пригнічення (більше 40 дБ) сигналів дзеркальної частоти зважаючи на величину проміжної частоти, рівної 1 МГц, і наявності фільтру на ПАВ

- Можливість управління живленням зовнішнім мікроконтроллером

-Ширина смуги вхідного сигналу BIF = 600 кГц Для пакетної передачі і прийому інформації через радіоінтерфейс (GPRS) між локомотивом і переїздом був вибраний навігаційний термінал Fort - 300gl.

Опис терміналу :

Термінал призначений для експлуатації в наступних умовах:

- температура навколишнього повітря від мінус 40С до плюс 50С;
- атмосферний тиск не нижче 60 кПа (450 мм рт. Ст.).



Рис. 3.4 Вигляд навігаційного терміналу Fort - 300gl

3.2 Принцип роботи системи автоматичної переїзної сигналізації на точкових датчиках

Так як система Fort являється ще не зовсім досконалою і там є такі неприємні моменти, як наприклад може пропасти щільниковий зв'язок, і ми не зможемо бачити локомотив, який наближається до переїзду, тому я пропоную використовувати паралельно з нею ще й іншу систему АПС на точкових датчиках, яка проконтролює наближення поїзда до переїзду і також може закрити його в потрібний момент часу. Водночас обробку інформації можна наприклад не передавати диспетчеру і тд, а під'єднати до комплексу, який керує терміналом Fort.

Система автоматичної переїзної сигналізації[14] містить в собі різні компоненти. Цими компонентами є: комплект колійних датчиків разом з узгоджувальними пристроями, гальванічну розв'язку, два регістри типів “K555UP2”,

мультиплексор типу “K561КТЗ”, два мікроконтролера “PIC16F873”, ще один регістр “K555UP2” та модем MC145442B.

Принципова схема автоматичної переїзної сигналізації може бути розроблена на базі датчика типу RSR123-AEB. Виявлення коліс рухомого складу RSR123-AEB знаходить широке застосування на залізничних переїздах, такий датчик відрізняється гнучким інтерфейсом, який може бути розширений апаратним інтерфейсом. Такий датчик може передавати наступну інформацію: виявлення коліс рухомого складу (SIL 4), напрямок проходження поїзда (SIL 4), число осей, діагностичні дані.

Датчик коліс RSR123[15] заснований на запатентованій технології V.Mix, що є поєднанням кількох індуктивних принципів дії. Завдяки цьому датчик дуже стійкий до електромагнітних перешкод, викликаних вихрострумовими гальмами чи струмами в рейках. У комбінації з комунікаційною платою COM, плата обробки інформації АЕВ має гнучкий програмний інтерфейс. Вона може адаптуватися до специфічних системам замовника і може бути розширена апаратним інтерфейсом.

Перевагами даного датчика є: висока стійкість до електромагнітним перешкодам, зручне вставне з'єднання та рейкове захоплення, інтерфейс через оптрон або реле.

У комбінації з комунікаційною платою COM, плата обробки інформації АЕВ має гнучкий програмний інтерфейс. Вона може адаптуватися до специфічних системам замовника і може бути розширена апаратним інтерфейсом.

Технічні характеристики датчика RSR123

Температура от -40 °C до +85 °C

Допустима вологість: до 100%

Електромагнітна сумісність: EN 50121-4

Інші умови: УФ стійкість: так

Клас захисту: IP65 / IP68 до

8kПа/60 хв.

Діаметр колеса: від 300 мм до 2100 мм

Швидкість: від 0 км/год (спокій) до 450 км/год

Розміри: Висота: 60 мм, Ширина: 230 мм, Глибина: 77 мм

Допустимі рівні сигналів: Макс. напруга колектор – емітер:

70В пост. струму, макс. струм перемикання: 17 мА

Електроживлення: Напруга: від +19 В до +72 пост. струму

Потужність: приблизно 3 Вт на рахунковий пункт

Напруга ізоляції: 3100 В.

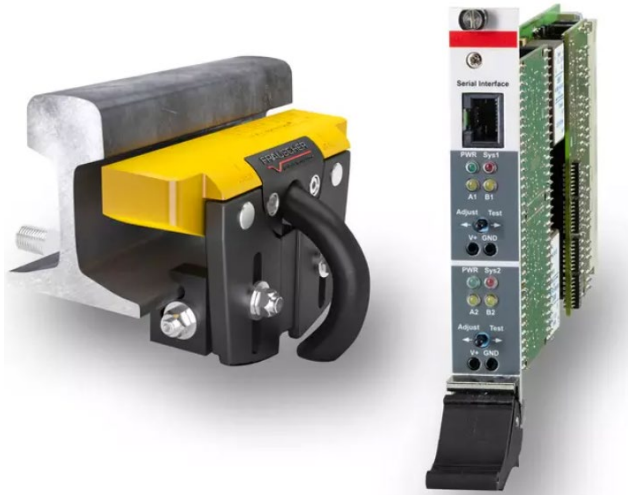


Рис. 3.5 Вигляд датчика коліс RSR123 у комбінації з комунікаційною платою обробки інформації АЕВ

Принцип дії системи засновується на циклічному одержанні, обробці та порівнянні даних, одержаних від напільного обладнання (колійних датчиків). При відсутності потяга на другій ділянці наближення до переїзду, система здійснює контроль наявності потяга шляхом опитування першого датчика по напрямку руху. В період інтервалу між запитами система виконує діагностику своїх блоків та правильність стану контрольних реле.

При проходженні першої колісної пари над першим датчиком, завдяки програмному забезпеченню, система після чергового запиту і наявності сигналу, перемикається на зчитування даних та вмикання лічильника циклів роботи схеми. Також тепер виконується опитування другого датчика першого комплекту. Коли другий датчик фіксує проходження поїзда, лічильник зупиняється. По кількості циклів визначається швидкість поїзду. Якщо швидкість не перевищує допустиму, на відстані розташування датчиків, система перемикається на роботу з другим комплектом по напрямку руху. У разі ж перевищення допустимої швидкості система закриває переїзд.

Відкриття переїзду відбувається слідуєчим чином: комплект датчиків який дав команду на закриття переїзду паралельно з цим фіксує кількість осей в

рухомому складі. Ця інформація запам'ятовується. За переїздом по напрямку руху розташований також комплект датчиків який призначений для фіксації кількості осей, що проїхали переїзд. Дані від першого і останнього датчика зрівнюються. Якщо вони співпадають, переїзд відкривається.

Принцип дії основних вузлів системи: сигнал від датчиків виходить у вигляді стрибка напруги, проходить через узгоджувальний пристрій та оптрону розв'язку, фіксується на входах регістру. Під час циклічного опитування через мультиплексор мікро контролер(МК) дає дозвіл на запис даних в регістр шляхом подачі сигналу високої напруги на ніжку PE регістра. Наступною дією МК дає дозвіл на зчитування даних з регістру подаючи сигнал високої напруги на ніжку EO регістра.

Зчитані дані фіксуються в порті В регістру. Далі слідує обробка даних та винесення рішення.

Другим основним вузлом є модемний вузол. Після обробки даних МК налаштовує свій порт В на передачу оброблених даних та запис їх в регістр, з якого під керівництвом МК відбувається передача даних на модем, який їх обробляє і через лінію зв'язку відправляє на ПК поста ЕЦ.

Для додержання правил безпеки руху та дотримання першого класу надійності в системі передбачене резервування шляхом дублювання а також використання елементів першого класу надійності реле НМШ та LC контуру. У разі порушення правильної роботи першого МК який контролюється другим МК вимикання першого відбувається шляхом розриву кола подачі тактової частоти від кварцового генератору. Вмикається другий і виконує ті ж функції, що і перший. Ця несправність виявляється під час планового огляду переїзної шафи завдяки індикації.

3.3 Висновок до третього розділу

У третьому розділі пропонується розглянути як можна модернізувати системи автоматичної переїзної сигналізації для закриття переїзду з урахуванням фактичної швидкості поїзда. До розгляду також було узят апаратуру підсистеми "контролю наближення поїзда до переїзду", яка встановлюється на переїзді.

Також було розглянуто принцип роботи та дії запропонованої системи, яка створена на базі точкових датчиків коліс типу RSR123. При використанні мікропроцесорної системи контролю переїзду для нас відкриваються широкі

можливості для діагностування та контролю багатьох перегінних систем, завдяки потрібному програмному забезпеченню МК та до комплектації. Наприклад можливо створити мікропроцесорний аналог системи ПОНАБ додавши до колійних датчиків датчик контролю температури букс.

4 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ ПІДСИСТЕМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ

Згідно зі статистикою, до 98,5% дорожньо-транспортних пригод на залізничних переїздах відбуваються через усвідомлені або неусвідомлені грубі порушення водіями Правил дорожнього руху. Крім того, до трагедій на переїздах призводять помилки водіїв в оцінці дорожньої обстановки через неухважність, безтурботність або перебування в стані алкогольного сп'яніння.

Найнеблагополучніша ситуація із забезпеченням безпеки руху складається на переїздах, що не обслуговуються черговими працівниками. Тут трапляється близько 85% від загальної кількості дорожньо-транспортних пригод на залізничних переїздах. Проблема в тому, що при закритті переїзду задовго до проїзду потягу, відбуваються значні затримки в русі автомобілів, а для зменшення цих затримок необхідно контролювати положення потягу на ділянці наближення постійно по мірі його наближення до переїзду, з чим не справляються класичні системи залізничної автоматики.

Розробка підсистеми контролю положення поїзда на ділянці наближення актуальна оскільки кількість дорожньо транспортних негараздів в останні роки критично зростають. Із цих причин видно що обладнання на залізничному переїзді необхідно автоматизувати та вдосконалювати.

Таблиця 4.1.

Статистика дтп на переїздах

Рік	2013	2014	2015	2016	2017
Кіл. Дтп	94	67	73	62	176
Загинуло	23	18	13	11	43
Травмовано	48	34	32	22	70

Більшу частину дорожньо транспортних негараздів відбуватися на переїздах без чергових і не обладнаних автоматичною переїздною сигналізацією.

Статистика типів переїздів

Тип переїзду	Кількість
Всього	5816
ДСП+АПС	1402
С ДСП	61
АПС	2862
АПС без шлагбаума	1491

Більшість переїздів не охороняються і машиніст не має можливості ще на під'їзді до зайнятого переїзду застосувати гальмування. Це зумовлює необхідність розробки додаткових систем контролю зайнятості переїзду.

Але навіть сучасні системи контролю аварійної ситуації на переїздах не завжди працюють ефективно такі як, додаткові шлагбауми і подъемные плити.

Тому використовуючи одночасно паралельно систему Fort і систему на точкових датчиках ми зможемо бачити та контролювати як приближається поїзд до переїзду, а відповідно закривати переїзд не заздалегідь, а саме в потрібний момент часу, таким чином затримки автомобільного транспорту на переїзді зменшаться, не буде пробок, не буде зривів пломби для екстреного гальмування щоб пропустити автотранспорт, який накопичився і т.д.

Другий момент це те, ситуація на переїзді автоматично передається на локомотив інформацію, а значить на переїзді не буде розбитих автомобілів, тому що поїзд зможе плавно зупинитися перед переїздом, якщо хтось на ньому застряг чи взагалі трапилася якась надзвичайна ситуація.

Установка даної підсистеми на залізної дорозі України дасть наступні переваги:

- Онлайн зв'язок між локомотивом і преездом.

- Можливість плавного зниження швидкості при ручному влученні загороджувальної сигналізації а також автоматичної роботи систем контролю аварійної ситуації на переїзді .

- Зменшення часу простою автотранспорту на закритих переїздах.

При використанні підсистеми контролю приближення поїзда до переїзду, а так само систем контролю аварійної ситуації на переїзді, немає необхідності в використанні класичної автоматичної переїзної та загороджувальної сигналізації. Але, оскільки підсистема ще нова, а переїзди відносяться до одних з самих небезпечних місць на залізниці України, ми не можемо повністю відмовитися від класичних систем переїзної автоматики.

Поставивши дану підсистему на залізницю України отримуємо наступні економічні та інфраструктурні ефекти.

Як було написано вище, на території України велика кількість переїздів, обладнаних автоматичної переїзної сигналізацією, являються не охоронними, без чергового по переїзду (ЧП), а це означає що на даних переїздах немає загороджувальної сигналізації, тому ризик аварійних ситуацій на них дуже великий. Так само ризик великий і на переїздах з ЧП і загороджувальної сигналізацією, оскільки рішення про включення загородження приймає черговий по переїзду, а так як в такому випадку не виключена помилка і людський фактор, може бути втрачено час для запобігання аварій на переїзді. Підсистема дозволяє максимально знизити кількість аварійних ситуацій на переїздах.

Так що впровадження запропонованої підсистеми позитивно вплине не тільки на безпеку на переїздах а і на розвиток залізничного транспорту України

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК ДО РОБОТИ

Метою дипломного проекту є розробка методів та засобів для розширення функціональних можливостей систем автоматичної переїзної сигналізації по контролю наближення поїзду.

Для цього в роботі проведений аналіз існуючих систем АПС, прийнято рішення покращувати стандартну систему автоматичної переїзної сигналізації з автоматичними шлагбаумами для контролю з використанням терміналів FORT та за використанням колійних точкових датчиків для контролю та наближення.

Для контролю наближення до переїзду було розроблено локомотивну частину системи. Для цього при розробці використовувалось математичне моделювання для аналізу каналу передачі сигналів числового коду АЛСН, аналіз можливості використання супутникової навігації для контролю наближення поїзду до переїзду, термінали FORT-111 та використання датчиків шляху та швидкості для контролю наближення поїзду до переїзду.

Для розробки засобів для підвищення ефективності контролю наближення поїздів до переїзду та керування переїзною та локомотивною сигналізацією було обрано використовувати схему манчестерського кодування, структурні схеми переїзного обладнання, приймача та передавача, та точкові датчики типу RSR123-AEB.

В цілому робота виконана з напрямком на майбутню модернізацію залізних доріг в Україні. Якщо використати дану розробку то значно можуть зменшитися аварійні ситуації на переїздах, і у зв'язку з цим не буде затримок поїздів та автотранспорту на своїх шляхах.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Казаков А.А., Казаков В.А., Бубнов В.Д. Системы интервального регулирования движения поездов, М.: Транспорт, 1986 г., 399 с.
2. Типовые материалы для проектирования 410407-тмп. Схемы переездной сигнализации для переездов, расположенных на перегонах при любых средствах сигнализации и связи. Альбом 1 , альбом 2, 2006г.
3. Дмитриев В.С., Минин В.А. Новые системы автоблокировки, М: «Транспорт». 1981 г., 247 с.
4. Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України. – К.: Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2003.
5. Правила технічної експлуатації залізниць України, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996р. №411 зі змінами та доповненнями, Київ, 2003р., 133 с.
6. Правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізницях України ЦШ/0030, затверджені наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 17.11.2003 № 288-Ц.
7. Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) на залізницях України ЦШЕОТ-0018, затверджена наказом Міністра транспорту України № 492 від 12 жовтня 1999 р.
8. ГЛОНАСС/GPS-терминал FORT-111 Wi-Fi (gsm + wifi). Режим доступа: <https://sfort-telecom.ru/oborudovanie/monitoring/fort-111wf/> (дата звернення: 01.01.2021р.) – Назва з екрана.
9. Казаков А.А., Казаков Е.А. Автоблокировка, локомотивная сигнализация и автостопы: Учебник для техникумов ж-д транспорта. 7-е изд. перераб. и доп. М.: Транспорт, 1980. — 360 с.
10. Кириленко, А.Г. Электрические рельсовые цепи: учебное пособие / А.Г. Кириленко, Н.А. Пельменева. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2006. – Режим доступа: http://static.scbist.com/scb/uploaded/3_relsovie_tsepi.pdf

11. Тарасов Е.М. Математическое моделирование рельсовых цепей с распределенными параметрами рельсовых линий: учеб. пособие [Текст] / Е.М. Тарасов - Самара: СамГАПС, 2003. - 118с.
12. Код Манчестер - П. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/8701532/page:2/> (дата звернення: 01.01.2021р.) – Назва з екрана.
13. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: учеб. [Текст]: пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / Андерс Э., Берндт Т., Довгий И. и др -.Москва: Интекст, 2010. 496 с.
14. Шило В.Л., Популярні цифрові мікросхемиа [Текст]: Довідник / В.Л Шило – М.: Металлургия 1988 р.
15. Система обнаружения колес RSR123-AEB. Режим доступа: <https://www.frauscher.com/Frauscher/Mediencenter/Datasheets/RU/Datasheet%20RSR123-AEB.pdf> (дата звернення: 01.11.2021р.) – Назва з екрана.