

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Комп'ютерні технології і системи»

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

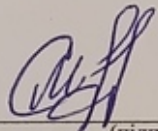
### Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Розробка системи діагностування переїздної сигналізації на ділянках наближення та переїздних коліях станції»

за освітньою програмою: «Автоматика та автоматизація на транспорті»

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

Виконав: студент  
групи «АТ2326»

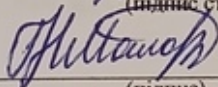


(підпис студента)

/Михайло САЛИК/

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:



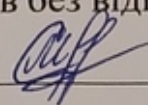
(підпис)

/ас. Наталія МАЛОВІЧКО/

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент



(підпис)

Дніпро – 2025 рік

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

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

Explanatory Note  
to Master's Thesis

on the topic: «Development of a system for diagnosing crossing signaling on the approach sections and crossing tracks of the station»  
according to educational curriculum «Automatics and Automation on transport»  
in the Speciality: «174 Automation and computer-integrated technologies»

Done by the student of the group AT2326:

/Mykhailo SALYK/

Scientific Supervisor:

/Nataliia MALOVICHKO/

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Комп'ютерні технології і системи»

Кафедра: «Автоматика та телекомунікації»

Рівень вищої освіти: магістр

Освітня програма: «Автоматика та автоматизація на транспорті»

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

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

студенту Салику Михайлу Богдановичу

1. Тема роботи: «Розробка системи діагностування переїздної сигналізації на ділянках наближення та переїздних коліях станції.»

Керівник роботи: Маловічко Наталія Валентинівна, асистент

затверджені наказом № 20 ст. від 05.01.2024

2. Строк подання студентом роботи: 15.01.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Ділянка залізниць з напівавтоматичним блокуванням

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

4.1 Аналіз функціонування існуючих систем залізничної сигналізації

4.2 Технічне обслуговування, особливості функціонування та причини несправностей апаратури АПС, розташованої в зоні дії ЕЦ

4.3 Розробка структурної та принципової схеми діагностування

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

16 слайдів для презентації

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз функціонування існуючих систем залізничної сигналізації	1.12.24	30%
2	Технічне обслуговування, особливості функціонування та причини несправностей апаратури АПС, розташованої в зоні дії ЕЦ	15.12.24	60%
3	Розробка структурної та принципової схеми діагностування	30.12.24	100%
4	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.25	
5	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	23.01.25	

Студент

---

  
(підпис)Михайло САЛИК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

---

  
(підпис)ас. Наталія МАЛОВІЧКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

71 с., 15 рис., 3 таблиці, 11 джерел.

**Об'єкт проектування:** апаратура автоматичної переїзної сигналізації на ділянках наближення та під'їзних коліях станції.

**Мета магістерської роботи:** є розробка технічних засобів для контролю стану переїздів в межах станції та на ділянках наближення.

У вступному розділі дослідження подано ґрунтовний аналіз статистичних даних щодо виникнення відмов, а також здійснено детальний огляд сучасних систем автоматизованої переїзної сигналізації, спрямований на підвищення їхньої ефективності в аспектах моніторингу функціонального стану та впровадження механізмів самодіагностики.

У другому розділі виконано комплексний аналіз автоматизованих систем управління переїздами, інтегрованих із централізованими станційними системами. Детально розглянуто особливості алгоритмів їхнього кодування, процедури синхронізації та механізми регулювання уповільнення, а також проаналізовано специфіку технічного обслуговування, виявлено основні причини та види найбільш поширених несправностей на залізничних переїздах.

У третьому розділі реалізовано проектування принципів і функціональних схем, що забезпечують технічну діагностику обладнання автоматизованої переїзної сигналізації. Крім того, розроблено підсистему відеомоніторингу, яка забезпечує високий рівень інтеграції з іншими компонентами автоматизованих систем.

Впровадження запропонованої системи діагностики дасть змогу суттєво знизити ризик виникнення аварійних ситуацій на переїздах цього типу, забезпечить оперативне усунення несправностей у роботі обладнання автоматичної переїзної сигналізації, що сприятиме підвищенню пропускну здатності залізничних шляхів і скороченню затримок у русі як автотранспорту, так і залізничних перевезень.

Ключові слова: СИСТЕМА ПЕРЕЇЗНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ПЕРЕЇЗД, ДІЛЯНКИ НАБЛИЖЕННЯ, СТРУКТУРНА ТА ПРИНЦИПОВА СХЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ, ВІДЕОПОСТЕРЕЖЕННЯ.

## ЗМІСТ

Вступ .....	8
1 Аналіз функціонування існуючих систем залізничної сигналізації.....	10
1.1 Статистичні дані щодо транспортних пригод на переїздах.....	10
1.2 Класифікація залізничних переїздів.....	12
1.3 Вимоги до проектування системи переїзної сигналізації .....	15
1.4 Типи конструкцій світлофорів на залізничних переїздах.....	18
1.5 Принцип роботи схеми керування автоматизованої переїзної сигналізації .	23
1.6 Керування світлофорною сигналізацією на залізничному переїзді.....	27
1.7 Функції щитка керування залізничним переїздом.....	28
1.8 Постановка задачі.....	31
1.9 Висновки до першого розділу.....	33
2 Технічне обслуговування, особливості функціонування та причини несправностей апаратури АПС, розташованої в зоні дії ЕЦ .....	34
2.1 Технічне обслуговування залізничних переїздів на станціях .....	34
2.2 Особливості функціонування переїздів при інтеграції з електричною централізацією (ЕЦ).....	36
2.3 Організація затримок часу при ув'язуванні АПС і ЕЦ.....	40
2.4 Типові несправності в експлуатації залізничних переїздів .....	47
2.5 Висновки до другого розділу .....	48
3 Розробка структурної та принципової схеми діагностування .....	49
3.1 Принципи ліквідації відмов у пристроях автоматики.....	49
3.2 Структура системи та параметри діагностування .....	50

3.3	Складові системи діагностування: структурно-функціональні аспекти ...	52
3.4	Дослідження можливостей застосування кольорового відеомоніторингу для підвищення безпеки у небезпечних зонах .....	61
3.5	Системи відеоспостереження на залізничному транспорті .....	63
3.6	Структурна схема та функціонування системи відеоспостереження.....	65
3.7	Перспективи впровадження системи відеоспостереження .....	66
3.8.	Висновки до третього розділу.....	68
	Висновки.....	69
	Перелік посилань .....	70

## ВСТУП

Ефективне функціонування залізничного транспорту є неможливим без активного використання комплексних засобів автоматизації та телемеханіки. Основним завданням цих технічних систем є забезпечення високого рівня пропускної та провізної здатності залізничної мережі, що супроводжується безумовним дотриманням нормативних вимог до безпеки руху поїздів. Згідно з функціональним призначенням, пристрої автоматизації поділяються на перегінні та станційні.

З огляду на впровадження прискореного руху поїздів на українських залізницях, питання підвищення рівня безпеки в місцях перетину залізничних колій з автомобільними шляхами набуває особливої актуальності. Зростання кількості аварійних ситуацій на переїздах зумовлене переважно систематичним порушенням водіями автотранспорту правил безпеки під час перетину залізничного полотна, а також відсутністю оперативних даних про фактичну зайнятість переїзду, що унеможлиблює своєчасне реагування машиністів поїздів.

На охоронюваних переїздах черговий по переїзду, у випадку зупинки автотранспортних засобів на закритому переїзді, має технічну можливість попередити машиніста про перешкоду на маршруті руху поїзда. Водночас більшість переїздів залишаються неохоронюваними, що унеможлиблює завчасне гальмування машиніста до моменту наближення до зайнятого переїзду. Така ситуація визначає необхідність впровадження додаткових систем моніторингу зайнятості переїзду, здатних підвищити рівень безпеки на цих ділянках залізничної інфраструктури.

Слід також зауважити, що сучасні системи переїзної сигналізації нерідко спричиняють значні необґрунтовані затримки в русі автотранспорту. Основною причиною є завчасне закриття переїзду задовго до проходу поїзда, що призводить до накопичення транспортних засобів, особливо в місцях, де переїзди розташовані поблизу залізничних станцій або на під'їзних коліях.

Оскільки такі переїзди переважно знаходяться в межах населених пунктів, інтенсивність руху на них є надзвичайно високою. Крім того, тривалість закриття переїздів додатково зростає через їх інтеграцію із системами електричної централізації, які здійснюють закриття задовго до фактичного виконання маршруту. У зв'язку з цим посилення контролю на таких переїздах набуває критичної важливості для забезпечення раціонального функціонування транспортної інфраструктури.

# 1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

## 1.1 Статистичні дані щодо транспортних пригод на переїздах

Інтенсивне зростання кількості транспортних засобів на автомобільних шляхах, а також підвищення їхніх технічних характеристик, таких як вантажопідйомність і швидкість руху, обумовлює суттєве збільшення інтенсивності трафіку на залізничних переїздах. Наслідком цього є зростання кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), що вимагає запровадження сучасних підходів до облаштування місць перетину залізничних колій із дорогами, їхнього технічного обслуговування, а також впровадження превентивних заходів, спрямованих на підвищення безпеки руху та зміцнення транспортної дисципліни водіїв.

Згідно зі статистичними даними, наведеними в таблиці 1.1, спостерігається динаміка збільшення кількості транспортних засобів на автомобільних шляхах України одночасно зі скороченням кількості залізничних переїздів на мережі країни.

**Таблиця 1.1** – Динаміка кількості автотранспортних засобів і залізничних переїздів в Україні

Параметр	2017	2018	2019	2020	2021
Автотранспортні засоби, тис. од.	6915	7271	7662	7927	8162
Залізничні переїзди, од.	5315	5242	5235	5161	5074

Аналіз показує, що протягом п'ятирічного періоду кількість автотранспортних засобів зросла на 18%, тоді як чисельність залізничних переїздів зменшилася на 4,5%. Це призвело до суттєвого збільшення транспортного навантаження на кожен окремий переїзд, що, в свою чергу, ускладнило забезпечення безпеки на цих об'єктах.

Статистичні дані щодо аварій на залізничних переїздах за семирічний період представлені в таблиці 1.2.

**Таблиця 1.2** – Статистика ДТП на залізничних переїздах України

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

Аналізуючи дані, можна зробити висновок, що хоча загальна кількість ДТП на переїздах поступово зменшується, їх наслідки залишаються критичними. Такі інциденти спричиняють значні людські втрати та матеріальні збитки, що вимагає впровадження додаткових інженерно-технічних рішень для підвищення рівня безпеки на залізничних переїздах.

Згідно з даними таблиці 1.3 і рисунка 1.1, понад 60% ДТП припадає на переїзди, які не мають чергового працівника, але обладнані сигналізацією. Це свідчить про недостатність існуючих систем сигналізації для забезпечення належного рівня безпеки.

**Таблиця 1.3** – Розподіл ДТП за типами залізничних переїздів

Тип переїзду	2010	2011	2012	2013	2014	2015	За 6 років
Без чергового із сигналізацією	67	42	62	62	37	36	306
Без чергового без сигналізації	9	8	9	12	11	9	58
З черговим та із сигналізацією	17	16	8	10	7	14	72
З черговим без сигналізації	1	0	0	0	0	1	2
Поза переїздами	7	14	10	10	12	13	66
<b>Всього ДТП</b>	<b>101</b>	<b>80</b>	<b>89</b>	<b>94</b>	<b>67</b>	<b>73</b>	<b>504</b>

## Розподіл ДТП за переїздами

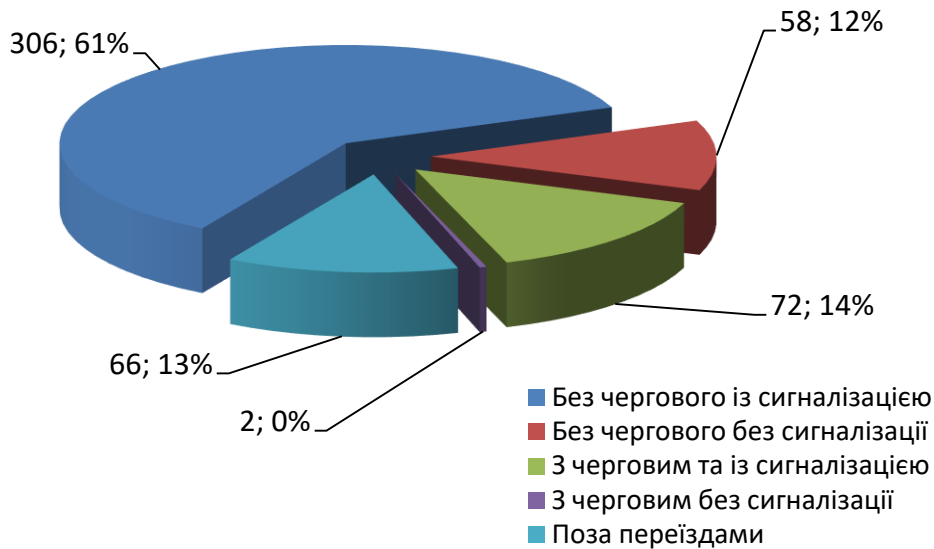


Рисунок 1.1 – Розподіл ДТП за типами залізничних переїздів

Основною причиною ДТП на переїздах є недисциплінованість водіїв, зокрема ігнорування сигналів сигналізації, що пов'язано з тривалими затримками перед відкриттям переїзду. Ці затримки найчастіше виникають у межах станцій чи на під'їзних ділянках, де переїзди залишаються закритими на тривалий час через процес формування маршрутів. Така ситуація вимагає вдосконалення існуючих систем моніторингу та контролю для мінімізації затримок і зменшення ризиків аварійності.

### 1.2 Класифікація залізничних переїздів

Залізничні переїзди, враховуючи інтенсивність руху поїздів і автотранспорту, поділяються на чотири основні категорії.

До I категорії належать переїзди, що розташовані на перетинах:

- залізничних колій, де рух здійснюється понад 16 поїздів на добу, із автодорогами, якими проїжджає понад 7000 транспортних засобів на добу (загальний рух в обох напрямках);
- залізничних шляхів, якими проходить понад 100 поїздів на добу, із автодорогами з потоком понад 3000 транспортних засобів на добу;

- залізничних колій, на яких швидкість руху поїздів перевищує 120 км/год, незалежно від інтенсивності руху автомобільного транспорту.

До II категорії належать переїзди, розташовані на перетинах:

- залізничних колій із рухом до 16 поїздів на добу з автодорогами, якими проходить понад 7000 транспортних засобів на добу;
- станційних або під'їзних колій із автомобільними шляхами, де інтенсивність перевищує 7000 транспортних засобів на добу;
- залізничних колій із потоком 17–100 поїздів на добу й автодорогами з інтенсивністю 3001–7000 транспортних засобів на добу;
- залізничних колій, де проходить понад 100 поїздів на добу, та автодорогами, якими користується від 1001 до 3000 транспортних засобів на добу;
- залізничних шляхів із рухом понад 200 поїздів на добу та автодорогами, інтенсивність яких становить від 201 до 1000 транспортних засобів на добу.

До III категорії належать переїзди, що знаходяться на перетинах:

- залізничних колій із рухом до 16 поїздів на добу з автомобільними шляхами, інтенсивність яких становить 3001–7000 транспортних засобів на добу;
- станційних і під'їзних колій із автодорогами, що мають потік від 3001 до 7000 транспортних засобів на добу;
- залізничних колій із рухом 17–100 поїздів на добу й автодорогами з потоком від 1001 до 3000 транспортних засобів на добу;
- залізничних колій, де здійснюється рух 101–200 поїздів на добу, із автодорогами з інтенсивністю 201–1000 транспортних засобів на добу;
- залізничних шляхів, на яких проходить понад 200 поїздів на добу, та автодорогами з потоком до 200 транспортних засобів на добу.

До IV категорії належать усі інші переїзди.

Переїзди, розташовані на перетинах залізничних шляхів із автодорогами загального користування або вулицями в межах населених пунктів, відносяться до переїздів загального користування. Їх утримання й обслуговування регламентується власником залізничних шляхів та здійснюється за його рахунок.

Переїзди, що знаходяться на перетинах залізничних шляхів із під'їзними коліями до підприємств або організацій, є переїздами незагального користування.

Переїзди, розташовані в межах території підприємств (наприклад, заводів, складів, депо, елеваторів тощо) або на станціях, які забезпечують технологічні процеси, класифікуються як технологічні проїзди й не враховуються в обліку як залізничні переїзди.

Залізничні переїзди поділяються на регульовані та нерегульовані:

Регульовані переїзди обладнані засобами переїзної сигналізації або обслуговуються черговим працівником і оснащені шлагбаумами.

Переїзди з автоматизованими сигналізаційними системами та шлагбаумами можуть обслуговуватися черговим персоналом або перебувати під контролем систем відеонагляду.

Нерегульовані переїзди не обладнані сигналізаційними засобами й не обслуговуються черговим персоналом. Безпека таких переїздів залежить від уваги водіїв і пішоходів.

За узгодженням із Державною автоінспекцією переїзди можуть бути оснащені додатковими технічними засобами, які підвищують рівень безпеки або перешкоджають виїзду транспортних засобів на переїзд у разі дії сигналізації.

Планування транспортних зв'язків залізниць передбачає поступове заміщення перетинів на одному рівні шляхопроводами.

Категорії переїздів та інтенсивність руху поїздів і автотранспорту регулярно переглядаються, як правило, щорічно. На основі отриманих результатів формується список переїздів для зміни умов обслуговування.

Переїзди I, II, III категорій, а також ті, на яких швидкість руху поїздів перевищує 120 км/год, не підлягають відкриттю.

Згідно з класифікацією, розглянутий переїзд належить до III категорії й є регульованим. Його основним засобом регулювання є світлофори системи переїзної сигналізації із червоними вогнями, білим сигнальним індикатором та звуковою сигналізацією.

### **1.3 Вимоги до проєктування системи переїзної сигналізації**

Усе обладнання залізничних переїздів має відповідати положенням Правил дорожнього руху та Правил технічної експлуатації залізниць України.

Переїзди повинні облаштовуватися на прямолінійних ділянках залізничних колій і автодоріг, поза межами виїмок або зон із недостатньою видимістю. Для розглянутого проєкту забезпечено належний рівень видимості на місцевості.

Перетинання залізничних колій із автомобільними шляхами має здійснюватися під прямим кутом. У разі технічної неможливості мінімально допустимий кут становить  $60^\circ$ . Переїзди, що розташовані під гострішими кутами, підлягають реконструкції під час оновлення дорожньої інфраструктури. Проєктований переїзд відповідає вимогам, оскільки його перетинання із залізницею й автодорогою виконано під прямим кутом.

Забороняється облаштування переїздів через станційні колії, на яких здійснюється приймання, відправлення або безперервний рух потягів. У таких випадках переїзди мають бути ліквідовані або перенесені на перегін.

На автомобільних шляхах у межах 10 метрів від крайньої рейки переїзду з обох боків повинна бути забезпечена горизонтальна площадка. На ділянках завдовжки щонайменше 20 метрів перед цією площадкою поздовжній ухил дороги не повинен перевищувати 30%. Проєктований переїзд розташований на прямолінійній ділянці дороги без ухилів, що відповідає нормативам.

У випадках складних рельєфних умов (гірська місцевість, міські вулиці тощо) профіль автодороги може адаптуватися за погодженням із Державною автоінспекцією та відповідними дорожніми службами.

На переїздах, розташованих на магістральних залізничних коліях, для водіїв автотранспортних засобів має бути забезпечена видимість наближення поїзда на відстані щонайменше 400 метрів у кожному напрямку з позиції 50 метрів від крайньої рейки.

Машиністи потягів повинні мати змогу оглядати середину переїзду з відстані 1000 метрів. Якщо зазначених умов неможливо дотриматися, для нерегульованих переїздів необхідно передбачити встановлення додаткових сигнальних пристроїв і дорожніх знаків.

У разі відсутності капітальних споруд поблизу переїзду видимість має бути відновлена протягом 10 днів із моменту виявлення проблеми.

Проїзна частина складається з настилу та під'їзних шляхів. Її ширина має відповідати ширині автодороги й бути не меншою за 6 метрів.

Настил переїзду може виготовлятися з різних матеріалів, таких як залізобетон, дерево, гумово-кордові компоненти або інші затверджені конструкції. У розглянутому проєкті для настилу використано гумово-кордовий матеріал, укладений на дерев'яних шпалах.

Зовнішні краї настилу повинні розташовуватися на одному рівні з верхньою площиною головки рейки, тоді як у середині настил може підніматися над рівнем рейки не більше ніж на 40 мм.

Для підвищення стійкості настилу у проєктованому переїзді застосовуються відбійні бруси, які захищають конструкцію настилу та забезпечують її довговічність і безпеку експлуатації.

Настили з гумово-кордовим покриттям повинні бути розташовані врівень із верхньою площиною головки рейок. При цьому проїзд гусеничних транспортних засобів через переїзди дозволяється лише за умови виконання заходів, спрямованих на збереження функціональності рейкових кіл.

Дерев'яні настили залізничних переїздів мають поступово замінюватися на залізобетонні, гумово-кордові або інші сучасні матеріали в рамках капітального ремонту. Для переїздів I та II категорій пріоритет надається використанню інноваційних настилів.

Для забезпечення безперешкодного проходу реборди коліс залізничного транспорту у межах настилу встановлюються контррейки, спеціальні балки чи інші технічні пристрої. Ширина жолоба повинна бути в межах 75–110 мм, а глибина – не менше 45 мм. У проєкті передбачено використання контррейок для підвищення експлуатаційної надійності.

Сигнальні стовпчики висотою 0,75–0,8 м розташовуються на узбіччях доріг на відстані не менше 2,5 м від крайньої рейки. Відстань між осями стовпчиків становить 1,5 м, а від брівки земляного полотна та краю проїзної частини – 0,35 м і 0,75 м відповідно.

У місцях регулярного прогону худоби встановлюються огорожі з бетону, дерева або металу висотою 0,8–1,2 м, а також загороджувальні сітки. У цьому проєкті такі заходи не передбачені через відсутність прогону худоби.

На переїздах із пішохідним потоком понад 100 осіб/год або в населених пунктах необхідно облаштовувати тротуари, пішохідні доріжки й звукові сигнали, що активуються під час наближення потяга. У даному проєкті інтенсивність пішохідного руху незначна, тому такі заходи не передбачені.

На підходах до переїздів із боку залізничних колій встановлюються сигнальні знаки "С", що зобов'язують машиністів подавати звукові сигнали. Із боку автодоріг на неохоронюваних переїздах розміщуються дорожні знаки "Одноколійна залізниця" або "Багатоколійна залізниця". У цьому проєкті встановлено знак "Багатоколійна залізниця" для автомобілів і знаки "С" для машиністів на відстані 800 м від переїзду.

На електрифікованих ділянках розташовуються знаки 3.18 "Рух транспортних засобів, висота яких перевищує ... м, заборонено" із показником 4,5 м. Вони встановлюються за 15 м від крайньої рейки, відповідно до проєктних вимог.

Попереджувальні знаки 1.27, 1.28, 1.29, 1.30 розміщуються на підходах до переїздів із боку автодоріг за 150–300 м (або 50–100 м у межах населених пунктів) від крайньої рейки. У цьому проєкті встановлено знак "Залізничний переїзд без шлагбаума" за 250 м від переїзду.

Для оперативного відкриття переїзду після проходження потяга застосовуються додаткові ізолюючі стики, що скорочують довжину рейкових кіл ділянок наближення.

- На одноколійних ділянках стики встановлюються за 40 м перед переїздом.
- На двоколійних ділянках стики розміщуються за 40 м до переїзду й за 150 м після нього.

Довжина рейкових кіл ділянок наближення визначається розрахунково, враховуючи час, необхідний для безпечного звільнення переїзду транспортними засобами, а також максимальну швидкість руху поїздів на ділянці.

#### **1.4 Типи конструкцій світлофорів на залізничних переїздах**

На залізничних переїздах, оснащених автоматичною світлофорною сигналізацією, світлофори встановлюються з правого боку дороги за напрямком руху транспортних засобів. Конструкція світлофорів включає дві сигнальні головки, обладнані червоними миготливими лампами (рис. 1.2).

Червоні сигнали орієнтовані на автомобільну дорогу та вказують на стан переїзду:

Вимкнений сигнал: відсутність потяга на підході, що дозволяє рух через переїзд згідно з правилами дорожнього руху.

Миготливий сигнал: заборона руху через переїзд у зв'язку з наближенням потяга, що інформує водіїв командою "Стій! Рух через переїзд заборонено".

Одночасно з червоними сигналами активуються електричні дзвінки, які додатково попереджають учасників руху про небезпеку. Після проходження потяга через переїзд система автоматично вимикає світлові та звукові сигнали.

Перетин переїзду дозволяється лише за умови вимкнення червоних сигналів. Водії транспортних засобів зобов'язані візуально переконатися у відсутності наближення потяга.

Видимість залізничних колій визначається як достатня, якщо:

- з відстані 50 м від колії водій може побачити потяг, що наближається, на відстані не менше ніж 400 м;
- машиніст потяга може оглянути переїзд із відстані не менше ніж 1000 м.

Світлофори автоматичної сигналізації обладнані двома сигнальними головками, які працюють у режимі поперемінного миготіння червоними лампами. Така схема забезпечує:

Підвищену надійність: у разі виходу з ладу однієї лампи інша продовжує виконувати функції сигналізації.

Інформативність сигналу: червоні миготливі лампи ефективно привертають увагу водіїв і пішоходів.

Додатково на світлофорах встановлюються акустичні пристрої (дзвінки), які працюють паралельно зі світловими сигналами, привертаючи увагу учасників руху до небезпеки.

Автоматична світлофорна сигналізація спроектована з урахуванням безпеки. У разі виникнення несправностей система переходить у захисний режим. Наприклад, при пошкодженні електричних рейкових кіл або обладнання, що відповідає за керування сигналами, переїзні світлофори автоматично вмикають червоні сигнали.

Захисний режим унеможливорює проїзд через переїзд, гарантуючи безпеку навіть за умов відмови системи.

Основним завданням світлофорів є забезпечення безпечного перетину залізничного переїзду. Надійність електроживлення, апаратури та всіх компонентів сигналізації має відповідати підвищеним технічним вимогам, що забезпечують їхню стабільну роботу та мінімізують ризики відмов.

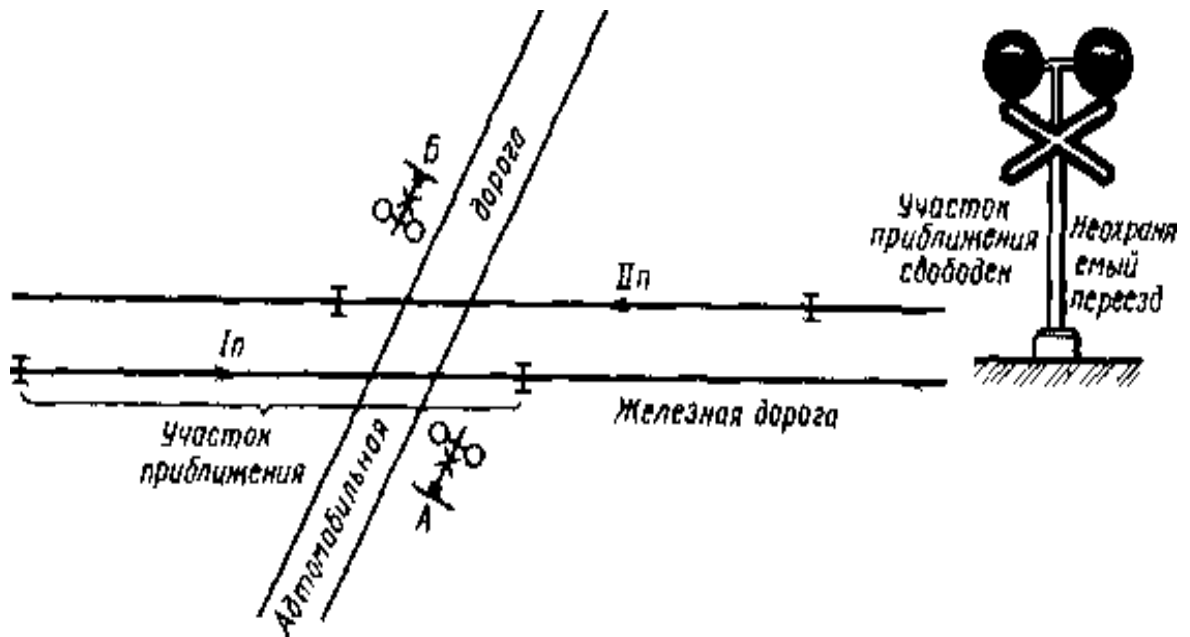


Рисунок 1.2 – Схема переїзду з автоматичною світлофорною сигналізацією

Система автоматизованої світлофорної сигналізації функціонує в режимі постійного самодіагностування, забезпечуючи готовність до переходу в активний робочий режим у разі зайняття поїздом зони наближення перед залізничним переїздом. Така зона складається з одного або кількох електричних рейкових контурів, кількість яких визначається за допомогою розрахунків, що враховують максимальну швидкість руху потягів на певній ділянці, довжину переїзду, а також параметри транспортних засобів, зокрема їх довжину та швидкість, під час перетину переїзду.

Стандартна автоматизована світлофорна сигналізація з двома сигнальними головками, що працює у двох режимах (світіння або відсутність світіння червоних сигнальних вогнів), не забезпечує можливості інформування водіїв транспортних засобів про можливі технічні несправності системи. У цьому контексті червоні сигнальні вогні можуть бути відключені через відсутність потягів у зонах наближення до переїзду або сигналізувати про технічну несправність обладнання. Враховуючи це, на переїздах із високим рівнем небезпеки, які не охороняються та характеризуються значним обсягом руху залізничного й автомобільного транспорту, застосовуються вдосконалені автоматизовані системи світлофорної сигналізації. Такі системи оснащені

додатковою третьою сигнальною головкою, що обладнана місячно-білим миготливим вогнем, який виконує інформативну функцію.

Світлофори, оснащені додатковими місячно-білими сигнальними вогнями, забезпечують наступні режими сигналізації: два червоні миготливі вогні або один нерухомий червоний вогонь забороняють рух транспортних засобів через переїзд; місячно-білий миготливий вогонь, який світиться за відсутності червоних вогнів, свідчить про відсутність охорони переїзду, активований стан переїзної сигналізації та її справність. У такому випадку водії транспортних засобів повинні самостійно переконатися у відсутності потягів чи дрезин перед перетином переїзду. У разі, якщо жоден із сигнальних вогнів не світиться, це вказує на вимкнення або несправність переїзної сигналізації. У такій ситуації водій зобов'язаний забезпечити безпечний проїзд, впевнившись у відсутності потягів чи дрезин на підходах до переїзду.

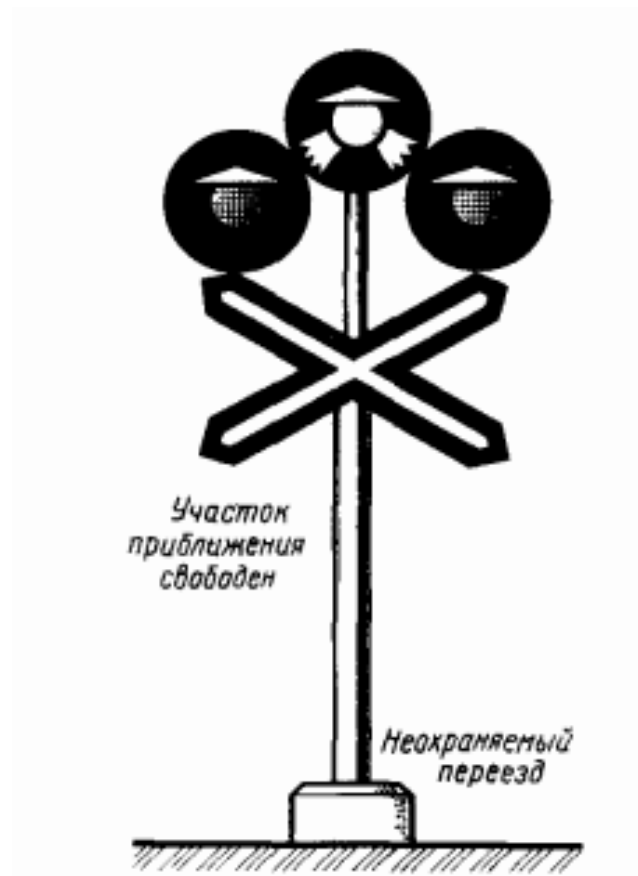


Рисунок 1.3 – Сигнал з додатковим місячно-білим показанням.

До автоматизованої світлофорної сигналізації з місячно-білим миготливим вогнем висуваються підвищені вимоги, спрямовані на забезпечення її стабільної, безперебійної та надійної роботи в умовах інтенсивного транспортного потоку.

1. **Вимоги до функціонування світлових сигналів.** Активізація червоних сигнальних вогнів і деактивація місячно-білого миготливого сигналу є обов'язковою для двоколіїних та багатоколіїних ділянок під час руху поїздів, незалежно від напрямку їх переміщення (як по встановленому, так і по невстановленому напрямках). Ця вимога забезпечує уніфіковану безпеку для всіх типів експлуатаційних умов.
2. **Передача даних про стан сигналізації.** На залізничних переїздах, обладнаних системами з місячно-білим миготливим вогнем, інформація про стан сигналізації повинна передаватися на диспетчерський пульт найближчої станції. У разі наявності диспетчерської централізації ці дані мають бути синхронізовані з пультом управління диспетчера.
  - При наближенні до передаварійного стану система автоматично активує сигнал у вигляді білої лампи на пульті.
  - У випадку переходу в аварійний режим активуються червоні та жовті миготливі лампи, які сигналізують про критичну несправність.

Черговий по станції та диспетчер повинні:

- Зафіксувати факт несправності переїзної автоматики у журналі форми ДУ-46.
- У випадку аварійного стану оперативно повідомити машиніста поїзда, що наближається, про несправність сигналізації, зазначивши необхідність зниження швидкості руху до 25 км/год.
- Передати інформацію про несправність електромеханіку сигналізації, централізації та блокування (СЦБ), а також повідомити чергового сусідньої станції.

- До моменту усунення несправності забезпечити інформування всіх машиністів поїздів, які прямують у напрямку несправного переїзду, шляхом видачі відповідного попередження.
3. **Захист від помилок у роботі сигналізації.** Для попередження некоректної роботи системи сигналізації, зокрема її передчасної деактивації через навмисне накладання штучних шунтів на рейкові кола, передбачено застосування послідовної схеми із впровадженням тимчасового захисту.
- Ця схема базується на роботі реле, яке активується залежно від результатів контролю наступних параметрів:
- Зайняття поїздом ділянки наближення до переїзду.
  - Перебування поїзда в зоні самого переїзду.
  - Повне звільнення переїзду після проходження транспортного засобу.

Активізація схеми підрахунку можлива виключно при русі поїзда по правильному колійному шляху або відповідно до встановленого напрямку. Це забезпечує належну координацію між фактичним станом переїзду та його сигнальними індикаторами.

### **1.5 Принцип роботи схеми керування автоматизованої переїзної сигналізації**

**Стан системи за відсутності поїзда на ділянках наближення**

У разі відсутності поїзда на ділянках наближення до залізничного переїзду (1У1, 1У2, 2У1, 2У2, 3У1, 3У2, 4У1, 4У2) основні та блокуючі реле (СК, БН, БН1) знаходяться у ввімкненому стані. Реле рахунків (С1, С2, ПС2, С3) і блокуючі реле залишаються у знеструмленому стані. Реле КТ1, КТ2, В1, В2 під напругою, що відповідає відкритому стану переїзду. У такому режимі на світлофорах переїзду активовані місячно-білі миготливі сигнали, що інформують про його справність.



Реле С2 активується з затримкою, під час якої реле С1з і СМ2 завершують свою роботу. С2 переходить у режим самоблокування, а фронтові контакти С1 відключають реле СМ, СМ1 і СМ2. Після трьох секунд реле СМ2 знеструмлюється.

#### **Реакція системи на зайняття третьої ділянки**

Зайняття третьої ділянки (3У) можливе лише після проходження другої ділянки (2У) і щонайменше через три секунди. При зайнятті ділянки 3У активуються реле С3 і ПС2, які блокуються власними фронтними контактами. Протягом затримки на відпаданні реле С2 фронтові контакти реле С3 заряджають конденсатор БК, який активує реле БВ.

#### **Робота реле БВ і ПБВ у режимі імпульсної пари**

Фронтний контакт реле БВ і тилловий контакт реле 3У2 замикають коло реле ПБВ. Паралельно до його обмотки підключається конденсатор, що заряджається. Контакти реле ПБВ відключають конденсатор БК від реле БВ, яке через час затримки активує коло для повторного заряджання конденсатора. Цикл роботи реле БВ і ПБВ повторюється, забезпечуючи стабільну роботу імпульсної схеми.

#### **Реакція системи на зайняття четвертої ділянки**

Зайняття поїздом четвертої ділянки (4У) призводить до активації реле Б через зарядження конденсатора БК. Це забезпечується завдяки тилловим контактам реле 4У2, МБ1, С2, а також фронтним контактам реле С3 і МБВ.

Ця поетапна послідовність узгоджує стан сигналізації з переміщенням поїзда, забезпечуючи надійну та безпечну роботу переїзду.

**Часовий інтервал для ділянки 4У.** Зайняття ділянки наближення 4У має відбуватися протягом 30 секунд після проходження поїздом ділянки 3У. Контроль цього інтервалу забезпечується реле БВ, ПБВ і МБВ, які підтримують функцію відстеження часу шляхом керування затримкою.

**Утримання реле С3 і ПС2.** Реле С3 і ПС2 залишаються активними завдяки фронтним контактам реле МБ1 і МБ2, які замикають відповідні кола. Ці реле виконують роль фіксації стану схеми та її адаптації до руху поїзда.

**Продовження роботи реле.** Після проходження ділянки 3У послідовність роботи реле Б, ПБ1 і ПБ2 триває 110 секунд. Цей період визначено для поїзда довжиною 1350 м, що рухається зі швидкістю 50 км/год, і є достатнім для звільнення перших трьох ділянок наближення.

**Дії після звільнення ділянки 2У.** При звільненні ділянки 2У фронтіві контакти реле ПС2, 2У1 і СМ2 утворюють нове коло, що заряджає конденсатор БК і повторно активує реле БВ. Це забезпечує синхронізацію роботи системи під час наступного етапу проходження поїздом ділянок.

**Робота сигналізації після звільнення 2У.** Завдяки фронтівім контактам реле 1У1, 1У2, 2У1, 2У2, МБВ, С3 і тилівім контактам термоелемента 51-53, активуються реле КТ1 і КТ2. Через 8–18 секунд ці контакти запускають реле В1, В2, ПВ1 і ПВ2, які вимикають червоні миготливі вогні на переїзних світлофорах, повертаючи систему до стану очікування.

**Дії після звільнення ділянки 3У.** Звільнення ділянки 3У має бути завершено за 30 секунд після її зайняття. У цей період фронтіві контакти реле МБВ, С3, МБ1, 2У2 і 3У2, а також тиліві контакти реле 4У2, СМ2 і С2 утворюють коло для повторного заряду конденсатора БК. Це забезпечує функцію блокуючих реле Б, ПБ1, ПБ2, що координують подальше проходження ділянки 4У поїздом.

**Активація сигналів після звільнення ділянки 4У.** Коли поїзд звільняє ділянку 4У, реле ВБ1 і ВБ2 активуються через фронтіві контакти реле 3У1, 3У2, ПВ1, ПВ2, КМП і ПО. Це включає місячно-білі миготливі вогні на переїзних світлофорах. Якщо потяг встигає звільнити ділянку 4У до завершення затримки реле Б, ПБ1, ПБ2, усі блокуючі реле повертаються до початкового стану.

**Дії у разі перевищення часу на ділянці 4У.** Якщо час руху поїзда на ділянці 4У перевищує час затримки реле Б, ПБ1, ПБ2, реле МБ1, МБ2, В1, В2, ПВ1, ПВ2, ВБ1, ВБ2 знеструмлюються. У цьому разі вимикаються місячно-білі сигнали, а на світлофорах активуються червоні миготливі вогні, що забороняють проїзд через переїзд.

**Налаштування ємності конденсаторів.** Для точного регулювання роботи блокуючих реле Б і Б1, виводи конденсаторного блоку БКШ-1 монтується на окремі клеми нульового з'єднання. Це дозволяє коректно підібрати необхідну ємність для забезпечення стабільного функціонування системи.

### **1.6 Керування світлофорною сигналізацією на залізничному переїзді**

Для забезпечення підвищеної надійності роботи систем переїзної сигналізації впроваджено технологію роздільного вмикання ламп світлофорів. Такий підхід сприяє вдосконаленню процесу безперервного моніторингу стану монтажних з'єднань у ланцюгах живлення ламп, а також спрощує калібрування необхідного рівня напруги.

Червоні миготливі вогні світлофорів активуються за допомогою тилових контактів реле ПВ1 і ПВ2, які виконують роль повторювачів, замикаючи реле В1 та В2.

Дзвінки акустичної сигналізації вмикаються через контакти реле ППВ, яке додатково забезпечує передачу контрольного сигналу про технічний стан переїзду через систему ЧДК до станції.

Як датчик імпульсів, що відповідає за миготливий режим ламп, застосовується мікроелектронний пристрій типу ДІМ-1. Датчик генерує імпульси з тривалістю 0,75 с та аналогічною паузою між ними.

Призначення реле та інших компонентів

М, ДІМ 2, реле РТ, РІ (кожух ТШ-65В) – підтримують миготливий режим для червоних і білих ламп.

М1 – повторювач фронтового контакту реле ДІМ 2 для забезпечення миготливого режиму ламп 1Л.

М2 – повторювач тилового контакту реле М1 для керування червоними лампами 2Л.

КМ – контролює функціональність датчика імпульсів і перевіряє імпульсну роботу реле М для миготливого режиму білих ламп.

КМК – перевіряє стан червоних ламп і контролює реле М2. У разі несправності червоні лампи 1Л і 2Л перестають миготіти та світяться рівномірно.

КМП – передає через систему ЧДК інформацію про несправність незалежно від стану прилеглих ділянок.

ВБ1, ВБ2 – основні й резервні реле для активації білих миготливих сигналів.

АО1, АО2, БО1, БО2, АБО, ББО – вогневі реле для моніторингу цілісності ниток ламп. Залежно від типу використовуваного реле застосовуються АОШ2-180/0,45 або 02-0,7/150.

ПО, О – формують контрольні коди ЧДК для попередження аварійних ситуацій.

А, А1 – забезпечують моніторинг наявності основного та резервного джерела змінного струму.

ДСН – реле для контролю напруги.

ДСН1 – повторювач реле ДСН.

Г1, Г2 – генератори типу ГКШ для роботи системи ЧДК.

Особливості живлення системи

Лампи світлофорів живляться змінним струмом від трансформаторів типу СОБС-2А (СТ1, СТ2, АС, АМС, БС, БМС).

Реле П і М отримують живлення від блоку БП типу БВ, з'єднаного із трансформатором ПТ1 через обмотку П.

Генератори сигналів РК працюють через трансформатор ПТ2, а блокуючі реле (П1, М1) типу НМШ2-12000 живляться через блок БПВ, з'єднаний із трансформатором ПТ3.

Генератори Г1 і Г2 живляться напругою 14В від трансформатора ГТ типу СТ-5.

## **1.7 Функції щитка керування залізничним переїздом**

Щиток керування переїздом застосовується на охоронюваних залізничних переїздах для оперативного управління шлагбаумами та світлофорними

пристроями. Цей пристрій (рис. 1.5) встановлюється на зовнішній стіні будівлі чергового по переїзду або на спеціальній опорі.

На щитку розташовані такі кнопки:

- З (закриття) – активує переїзні світлофори та закриває шлагбауми;
- О (відкриття) – деактивує світлофори та піднімає шлагбауми;
- ЗС (включення загородження) – запускає загороджувальні світлофори;
- Б (підтримка) – фіксує шлагбауми у відкритому положенні, зберігаючи миготливу сигналізацію світлофорів;
- ВЗ (вимкнення дзвінка) – відключає акустичну сигналізацію;
- МН, МЧ – керують маневровими світлофорами на під'їзних коліях.

Щиток обладнаний контрольними лампами:

- НІ, ПП – показують стан наближення потяга у непарному (парному) напрямку;
- АО, БО – контролюють цілісність ламп переїзних світлофорів;
- КМ – діагностує стан реле миготливої роботи;
- З1, З2 – перевіряють лампи загороджувальних і попереджувальних світлофорів;
- А1, А2 – резервні індикатори;
- МН, МЧ – відображають стан ламп маневрових світлофорів.

Закриття переїзду. Кнопка З ініціює відключення реле ПВ1, активуючи переїзні світлофори та опускаючи шлагбауми. Для відкриття використовується кнопка О, яка спричиняє збудження реле ПВ1 і підняття шлагбаумів. Цей процес узгоджується з порядком роботи автоматичної системи.

Активація загороджувальних світлофорів. Кнопка ЗС активує реле ЗГ, яке вимикається, приводячи до запуску низькоомних обмоток вогневих реле 10 (20). У результаті на світлофорах загородження з'являється червоне світло.

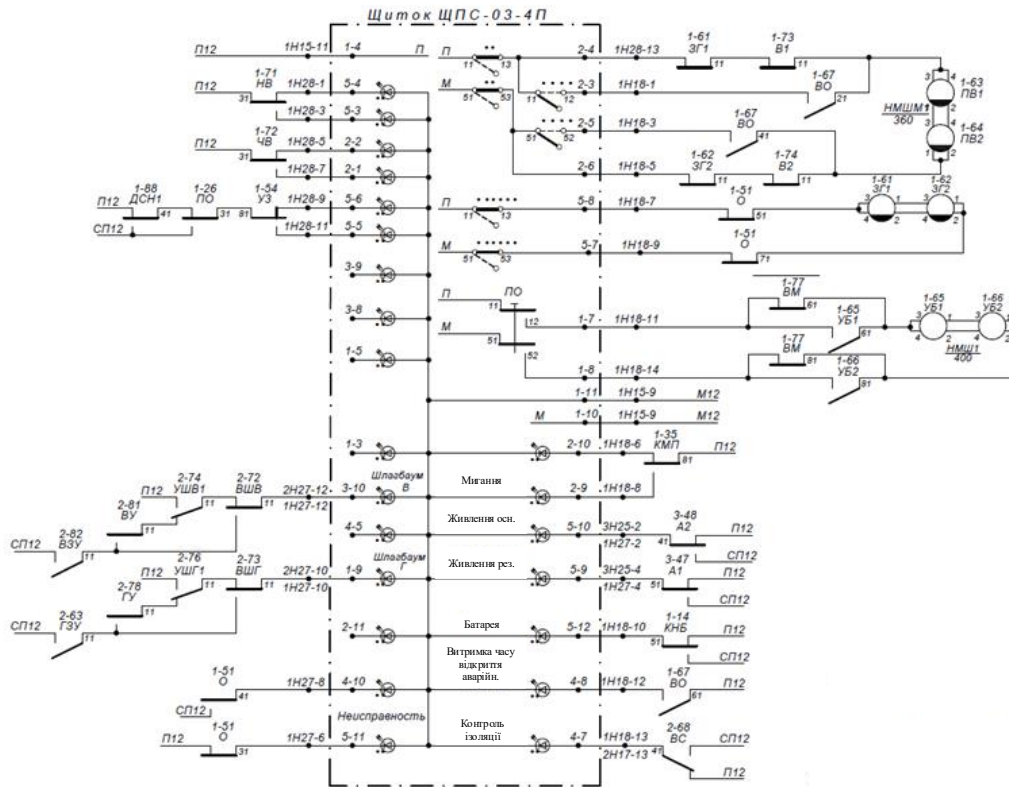


Рисунок 1.5 – Схема типового щитка керування

Контроль наближення потяга:

- Білий індикатор НП (ПП) сигналізує про вільність ділянки наближення;
- Червоний індикатор НП (ПП) вказує на зайнятість ділянки.

Перевірка стану ламп світлофорів:

- Справність ламп при відкритих шлагбаумах відображається рівним світінням індикатора АБО білим кольором;
- При закритих шлагбаумах – червоним світлом. Несправність ламп сигналізується їх миготінням. Аналогічний принцип застосовується для ламп загороджувальних світлофорів:
- У вимкненому стані лампи 31 (32) світяться білим світлом;
- У ввімкненому – червоним.

Режим миготіння. Миготливий режим забезпечується маятниковим трансмітером МТ-2 разом із реле М, КМ, КМК, що передають сигнали через систему диспетчерського контролю ЧДК.

Справність ламп контролюється реле АО, БО, що діагностують кожне з двох сигнальних джерел світла на різних світлофорах:

- У відсутність потяга реле АО живиться через високоомну обмотку, яка з'єднує фронтові контакти реле В із лампами 1Л і 2Л. Аналогічно працює реле БО.

З наближенням потяга поступово деактивуються реле НВ (ЧВ), В, ПВ. Це запускає трансмітер МТ, який ініціює імпульсну роботу реле М. Реле КМ контролює миготливий режим, підтримуючи збудження реле КМК через фронтний контакт.

Дзвінки та світлофори. Тилові контакти реле ПВ активують дзвінки на світлофорних щоглах, а реле В перемикає обмотки вогневих реле на низькоомні, що вмикає сигнальні лампи.

Мікроелектронний датчик імпульсів. На сучасних переїздах використовується датчик імпульсів типу ДІМ-1, який забезпечує стабільну роботу миготливої сигналізації.

Цей комплекс забезпечує безперебійну роботу системи переїзного регулювання, оптимізуючи керування шлагбаумами, сигналізацією та індикацією стану.

### **1.8 Постановка задачі**

На залізничному транспорті перетинання залізничних колій із автомобільними шляхами часто реалізується у формі залізничних переїздів, зокрема в межах станцій або на підходах до них. Це обумовлено тим, що залізничні станції зазвичай розташовані в населених пунктах із високою інтенсивністю автомобільного руху та розвиненою інфраструктурою автодоріг. Разом із тим, такі переїзди виступають зонами підвищеного ризику аварій через складність впровадження транспортних розв'язок різнорівневого типу, що вимагають значних фінансових ресурсів.

Кожен залізничний переїзд є критичною точкою транспортної інфраструктури з огляду на безпеку руху. Особливої уваги заслуговують переїзди, розташовані у межах станцій, де рівень автомобільного руху зазвичай є вищим, ніж на міжстанційних ділянках. Їхня експлуатація

ускладнюється тривалістю закриття для пропуску залізничних транспортних засобів, яка є значно більшою порівняно з переїздами на перегонах.

Тривале блокування руху призводить до накопичення транспортних засобів, що спричиняє зростання заторів та провокує водіїв на порушення правил дорожнього руху, зокрема ігнорування сигналізації та механізмів блокування. Такі порушення значно підвищують ризик виникнення аварійних ситуацій.

Зменшення часу закриття переїзду без порушення технологічних регламентів є складним завданням через специфіку роботи залізничного транспорту. Тому важливим аспектом є:

- Підвищення ефективності контролю вільності переїзду для забезпечення безпеки руху.
- Зменшення часу, необхідного на відновлення працездатності переїзду у разі виникнення технічних несправностей.

Реалізація цих заходів сприятиме мінімізації ризиків для учасників дорожнього руху, а також підвищенню загальної ефективності функціонування залізнично-дорожньої інфраструктури.

Метою роботи є розробка технічних засобів для контролю стану переїздів в межах станції та на ділянках наближення.

Задачі дослідження:

- провести аналіз існуючих пристроїв керування автоматичною переїзною сигналізацією та визначити властивості систем по самодіагностиці та фіксації внутрішніх відмов;

- розробити структурну та принципіві схеми контролю та діагностування стану переїзної сигналізації на ділянках наближення та в зоні станції;

- розробити схему відео контролю переїзної зони та об'єднати її зі схемою діагностування апаратури переїзду.

Об'єкт дослідження – процес функціонування автоматичної переїзної сигналізації на ділянках наближення та під'їзних коліях.

Предмет дослідження – методи та засоби контролю стану адладання автоматичної переїзної сигналізації.

## **1.9 Висновки до першого розділу**

У вступному розділі цієї роботи проведено статистичне дослідження, результати якого засвідчили, що найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод виникає на неохоронюваних залізничних переїздах. Головною причиною таких інцидентів є недотримання водіями автотранспорту правил дорожнього руху, що зазвичай пов'язано з тривалим очікуванням відкриття переїзду.

Крім того, у цьому розділі здійснено аналіз існуючих систем сигналізації на залізничних переїздах. Згідно з отриманими даними, прискорення процесу відкриття переїздів у рамках цих систем є вкрай складною задачею.

Таким чином, у даній роботі слід зосередити увагу на розробці інженерних рішень, спрямованих на мінімізацію часу простою автомобільного транспорту, який виникає внаслідок збоїв у роботі автоматизованих систем переїзної сигналізації.

## **2 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПРИЧИНИ НЕСПРАВНОСТЕЙ АПАРАТУРИ АПС, РОЗТАШОВАНОЇ В ЗОНІ ДІЇ ЕЦ**

### **2.1 Технічне обслуговування залізничних переїздів на станціях**

На станційних переїздах відсутні специфічні умови технічного обслуговування, але існує особливість, яка полягає у виконанні робіт обслуговуючим персоналом у зоні підвищеного ризику. Це зумовлено тим, що під час проведення профілактичних перевірок може порушуватися габарит наближення. Профілактичні перевірки виконуються наступним чином.

Контроль стану акумуляторів і вимірювання напруги виконують при вимкненому змінному струмі або за допомогою акумуляторного тестера. Перевірку щільності електроліту здійснюють із періодичністю один раз на два тижні. Напругу на акумуляторах переїздів, обладнаних шлагбаумами з електродвигунами змінного струму, вимірюють через 10–15 хвилин після відключення струму. Для переїздів із двигунами постійного струму перевірка здійснюється після триразового відкривання-закривання шлагбаумів за відсутності живлення змінного струму.

#### **Перевірка стану та видимості переїзних світлофорів**

Стан світлофорів оцінюють візуально, звертаючи увагу на цілісність лінзових комплектів, стан захисних елементів, наявність кріпильних гайок і справність запірних механізмів. Лінзи очищають тканиною, змоченою водою або гасом. За значного забруднення використовують розчинник "646", після чого поверхню витирають сухою тканиною.

Видимість вогнів перевіряють, враховуючи відстань: на прямих ділянках автомобільних доріг – не менше 100 метрів, на кривих – не менше 50 метрів. Частота та рівномірність миготіння вогнів також підлягають перевірці. Кількість миготінь кожної лампи має становити від 38 до 42 разів за хвилину.

Якщо світлофори обладнані світлодіодними головками, здійснюється зовнішній огляд для виявлення темних плям на світлофільтрах. При виявленні понад 16 несправних світлодіодів головка підлягає заміні.

#### Перевірка дії пристроїв переїзної сигналізації

На переїздах із черговим працівником електромеханік перевіряє працездатність кнопок на щитку керування та функціонування автоматичних пристроїв. Ці дії виконуються під наглядом чергового працівника, який забезпечує коректну роботу кнопок.

#### Вимірювання електричних характеристик шлагбаума

Для переїздів зі шлагбаумами на змінному струмі номінальна напруга кіл керування становить 12 В, а для постійного струму – 24 В. Напруга на клеммах електромагнітної муфти у ввімкненому стані має бути не нижче 11 В для 12 В живлення та не нижче 23 В для 24 В живлення.

Напруга на клеммах електродвигунів має відповідати значенням: для змінного струму – не менше 210 В, для постійного – не нижче 22 В.

Опір ізоляції між корпусом і електричним монтажем має бути не менше 25 МОм.

#### Вимірювання часових характеристик шлагбаума

Час підйому та опускання загороджувального бруса повинен становити від 8 до 25 секунд. Час автоматичного вимкнення двигуна при недосягненні брусом верхнього положення має бути в межах 18–25 секунд.

#### Заміна ламп і оформлення результатів

Заміна ламп переїзних світлофорів здійснюється згідно з технологічними картами, а результати робіт фіксуються у картці ШУ-61. Лампи щитка керування змінюють у міру їхнього виходу з ладу.

## 2.2 Особливості функціонування переїздів при інтеграції з електричною централізацією (ЕЦ)

Коли переїзд знаходиться на першій або другій ділянці наближення до станції, для управління ним в одному напрямку можуть використовуватися наявні сповіщувальні проводи. Схеми сповіщення переїздів при цьому варіюються залежно від прийнятої на станції схеми оповіщення.

### Системи сповіщення та енергозабезпечення

За умови електричної тяги поїздів найчастіше використовується чотирипровідна схема постійного струму. Однак досить поширеною є й двопровідна система, яка функціонує за принципом накладення змінного струму частотою 50 Гц (рис. 2.1). Така система потребує використання трансляційного обладнання для змінного струму в розрізі ланцюга сповіщення на переїзді.

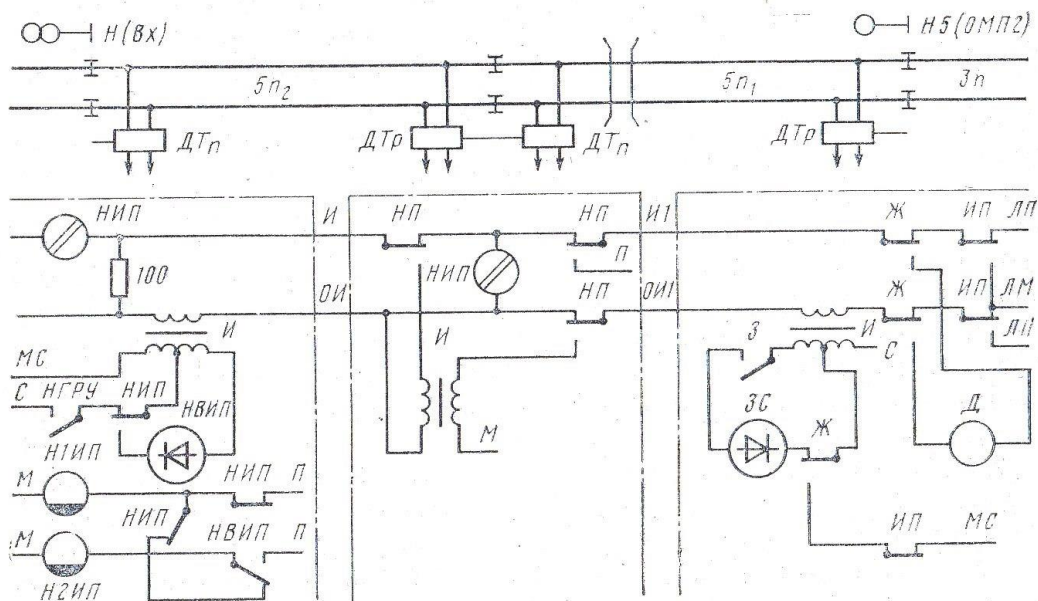


Рисунок 2.1 – Принцип роботи системи ув'язки переїздів із системою централізації

У разі відсутності рухомого складу на непарній колії реле НИП на переїзді та станції отримують живлення прямою полярністю від сигнальної установки ОМП2.

Якщо вхідний світлофор станції відкритий для руху по головному шляху, до світлофора ОМП2 надходить змінний струм частотою 50 Гц для збудження реле ЗС.

При вступі поїзда на ділянку 3А поблизу світлофора Н5 реле ИП вимикається, що викликає зміну полярності струму в ланцюзі сповіщення. Унаслідок цього поляризовані контакти реле НИП подають команду на закриття переїзду. Одночасно на станцію надходить повідомлення про те, що поїзд увійшов на другу ділянку наближення.

Коли поїзд займає ділянку 5П1, реле НИП вимикаються, переїзд залишається закритим, а на станцію передається інформація про зайнятість першої ділянки наближення.

При вступі на ділянку 5П2 реле НП на переїзді вимикається, а в ланцюг сповіщення подається живлення для активації реле Д на світлофорі Н5. Це реле використовується для переключення приладів рейкового кола з метою кодування сигналів, що передаються слідом за поїздом.

У новіших схемах функції реле Д виконуються комплектами комутаційних пристроїв, які управляються безпосередньо реле Ж.

Після звільнення ділянки 3А за умови зайнятості ділянки 5П1 змінний струм подається від світлофора Н5 у ланцюг повідомлення для передачі інформації на станцію про звільнення другої ділянки наближення.

### **Особливості трансляції струму та управління сигналізацією**

На переїзді змінний струм транслюється за допомогою трансформатора через тилові контакти реле НП та джерело постійного струму.

**На ділянках із двосторонньою автоматичною блокуванням (АБ).** Під час руху в установленому напрямку сповіщення здійснюється за однією або двома ділянками наближення. У разі руху в несанкціонованому напрямку повідомлення завжди відбувається за дві ділянки наближення за допомогою контактів реле Ж і дешифраторів АБ, встановлених на переїзді.

Ця система забезпечує високу надійність роботи переїздів, узгоджуючи їх функціонування з автоматикою станції та вимогами безпеки на залізничному транспорті.

Функціонування автоматичних огорожувальних пристроїв на залізничних переїздах, що знаходяться на станції або в її безпосередній близькості, узгоджується з показаннями вхідних і вихідних світлофорів.

### **Умови включення огорожувальних пристроїв**

1. При відправленні поїзда від вихідного світлофора. Якщо час оповіщення на переїзді, розташованому на станції, забезпечується під час рушання поїзда з місця, огорожувальні пристрої активуються, коли поїзд вступає на ділянку наближення за умови відкритого вхідного або вихідного світлофора.
2. При прийомі поїзда. У разі прийому поїзда переїзд закривається після вступу поїзда на ділянку наближення, незалежно від положення вхідного світлофора.
3. При відправленні поїзда черговим по станції. У цьому випадку переїзд закривається вручну, шляхом натискання сигнальної кнопки, після чого вихідний світлофор відкривається із заданою витримкою часу.

Довжина ділянок наближення розраховується з урахуванням можливості беззупинкового пропуску поїздів:

- По головних коліях: береться до уваги максимальна допустима швидкість руху.
- По бічних коліях: у розрахунок закладається швидкість 50–80 км/год залежно від марки хрестовини (наприклад, 1/9, 1/11, 1/18, 1/22).

Час фактичного оповіщення  $t_{\text{ф}}$  визначається за формулою:

$$t_{\text{ф}} = t_{\text{п}} + t_{\text{в}},$$

де:

- $t_{\text{п}}$  – час руху поїзда від вихідного світлофора до переїзду,
- $t_{\text{в}}$  – час приведення поїзда в рух (залежить від типу поїзда):

- 120 с для вантажного,
- 15 с для пасажирського,
- 5 с для моторвагонного.

Необхідний час оповіщення  $t_c$  порівнюється з фактичним  $t_{\phi}$ . Якщо  $t_c > t_{\phi}$ , визначається витримка часу перед відкриттям світлофора.

Особливості закриття переїзду

1. Відправлення поїзда під закритий світлофор. Для закриття переїзду використовується спеціальна кнопка.
2. Маневрові роботи. Переїзд закривається вручну черговим по станції, використовуючи окрему кнопку для огороження.

На ділянках, обладнаних двоколійною числовою автоматичною блокуванням (АБ), для управління огорожувальними пристроями використовується двопровідна схема постійного струму (рис. 2.2). Така схема дозволяє передавати сигнали зі станції до переїзду на великій відстані.

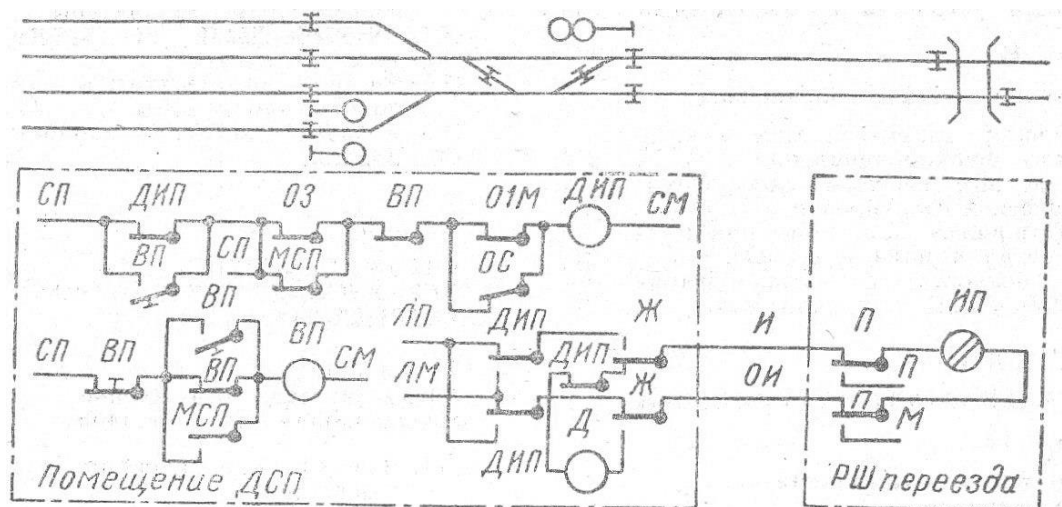


Рисунок 2.2 – Увязка АПС що знаходиться на ділянці віддалення та ЕЦ при двоколійному кодовому АБ

Якщо потяг вирушає із відкритим вихідним світлофором, через контакти маршрутного та сигнального реле розривається коло самоблокування станційного сигналізуючого реле ДИП. Зміною полярності струму в лінії сигналізації передається команда на закриття переїзду. Реле ДИП активується після звільнення стрілочної секції через контакт повільнодіючого на

відключення (для перевірки втрати шунта) повторювача колійного реле МСП. У разі несправності стрілочної секції реле ДИП збуджується шляхом витягування кнопки. Коли потяг перебуває на ділянці видалення, здійснюється кодування рельсового кола в напрямку поїзда, що рухається. При відправленні потяга під закритий світлофор переїзд зачиняється натисканням кнопки ВП і вимкненням допоміжного реле ВП. Живлення реле ВП відновлюється автоматично заднім контактом реле МСП або вручну шляхом витягування кнопки ВП (у разі скасування відправлення поїзда). Контакт реле ОС у колі живлення реле ДИП запобігає закриттю переїзду під час маневрових операцій на станції та при пошкодженні стрілочної секції. Якщо сигналізація на переїзд надходить від вихідних світлофорів, контакти реле ОС у лінію живлення ДИП не включаються. У такій ситуації реле ДИП вимикається, коли потяг вступає на стрілочну секцію відправлення. На одноколійних ділянках сигналізація на переїзд завжди подається з зайнятої станційної ділянки для забезпечення функціонування лічильної схеми.

### **2.3 Організація затримок часу при ув'язуванні АПС і ЕЦ**

Під час проектування систем сповіщувальної сигналізації спершу слід визначити розрахункові критичні точки, з яких потрібно подавати сигнал про наближення поїзда до переїзду. Ці точки встановлюються залежно від довжини переїзду та максимально можливих швидкостей руху поїздів на кожному шляху. Для головного шляху розрахунок здійснюється з урахуванням пропуску найшвидшого поїзда, тоді як на бічних коліях враховується можливість пересування поїздів із відхиленням через пологу стрілку 1/22 на швидкості 120 км/год, через стрілку 1/18 – на швидкості 80 км/год, а при відхиленні за стрілками 1/11 чи 1/9 – на швидкості 50 км/год. У процесі розрахунків визначають довжини ділянок наближення. Для переїздів, розташованих у межах станційної горловини, приймаються такі умови для початку подачі сигналу:

**Прийом поїздів.** Сигнал подається з моменту проходження поїзда за вхідний світлофор, якщо відстань між переїздом і світлофором дорівнює або перевищує розрахункову довжину ділянки наближення для безперервного руху.

Якщо відстань між переїздом і світлофором дорівнює або перевищує довжину ділянки наближення при рушанні з місця, сигнал подається або з моменту заняття поїздом ділянки наближення для безупинного руху при відкритому світлофорі, або з моменту відкриття вхідного світлофора, якщо поїзд перебуває на ділянці наближення.

За умови, що відстань між переїздом і світлофором менша, ніж розрахункова довжина ділянки наближення для рушання з місця, сигнал передається з моменту заняття поїздом ділянки наближення незалежно від стану вхідного світлофора.

**Відправлення поїздів.** Сигнал подається з моменту проходження поїзда за вихідний світлофор, якщо відстань між переїздом і світлофором дорівнює або перевищує довжину розрахункової ділянки наближення для безперервного руху.

Якщо відстань менша за довжину розрахункової ділянки для безперервного руху, але дорівнює або перевищує довжину ділянки при рушанні з місця, сигнал подається після встановлення маршруту відправлення з моменту входу поїзда в початок розрахункової ділянки.

За умови, що відстань між переїздом і світлофором менша за довжину розрахункової ділянки як для безупинного руху, так і для рушання з місця, сигнал подається, як у попередньому випадку, але при відкритті вихідного світлофора з зайнятого шляху подача сигналу здійснюється спершу, а після витримки часу відкривається світлофор.

**Маневрові пересування.** У маршрутизованих маневрах сигнал подається при відкритті найближчого до переїзду маневрового світлофора, який захищає виїзд на переїзд. Якщо маневровий світлофор розташований безпосередньо біля переїзду, його відкриття відбувається із затримкою або без неї, залежно від місцевих умов.







подачі сигналу закриття на переїзд. Після натискання кнопки ИЧ збуджується реле ИВР, яке активує самоблокування і знеструмлює реле ПИР. Через контакти реле ПИР передається сигнал на переїзд і вводиться в дію стабілітрон із витримкою часу. Реле ИВР має самоблокувальну схему, яка автоматично розмикається лише після надсилання повідомлення на переїзд під час встановлення маршруту. Для цього в коло самоблокування реле ИВР може бути інтегровано передній контакт сигнального реле.

Під час встановлення маневрових маршрутів у напрямку переїзду обмотка реле КПИР, підключена за схемою плану станції, розривається тиловим контактом сигнального реле, якщо світлофор відкривається одразу, або контактом початкового реле, якщо маневровий сигнал відкривається із затримкою часу. У всіх ситуаціях руху поїздів до переїзду без прокладання організованих маршрутів реле ПИР знеструмлюється натисканням відповідної кнопки.

Пристрої сигналізації на переїзді (лампи та дзвінки) підключаються через кабель із живленням від поста централізації. Розрив або пошкодження цих проводів призводить до припинення сигналізації, тому для перевірки справності лінії на посту централізації встановлюють реле КПР. Це реле у разі відсутності сигналу отримує живлення змінним струмом за схемою напівперіодного випрямлення, контролює обриви й замикання проводів, які підключені до дзвінків, а також цілісність обмоток дзвінків.

При скасуванні невикористаного маршруту, з якого сигнал на переїзд ще не надходив, реле КПИР короткочасно знеструмлюється. Після активації в блоках СП і УП реле РР одночасно замикають кола маршрутних реле та розривають кола реле КСР. Контакти реле КСР розмикають коло реле КПИР, побудоване за планом станції, тоді як коло другої обмотки реле КПИР ще не замкнене через контакти реле ЗР, які активуються лише після замикання передніх контактів маршрутних реле.

Якщо переїзд розташований на значній відстані від поста централізації, можлива реалізація схеми з використанням місцевого джерела постійного струму на переїзді (рис. 2.6).

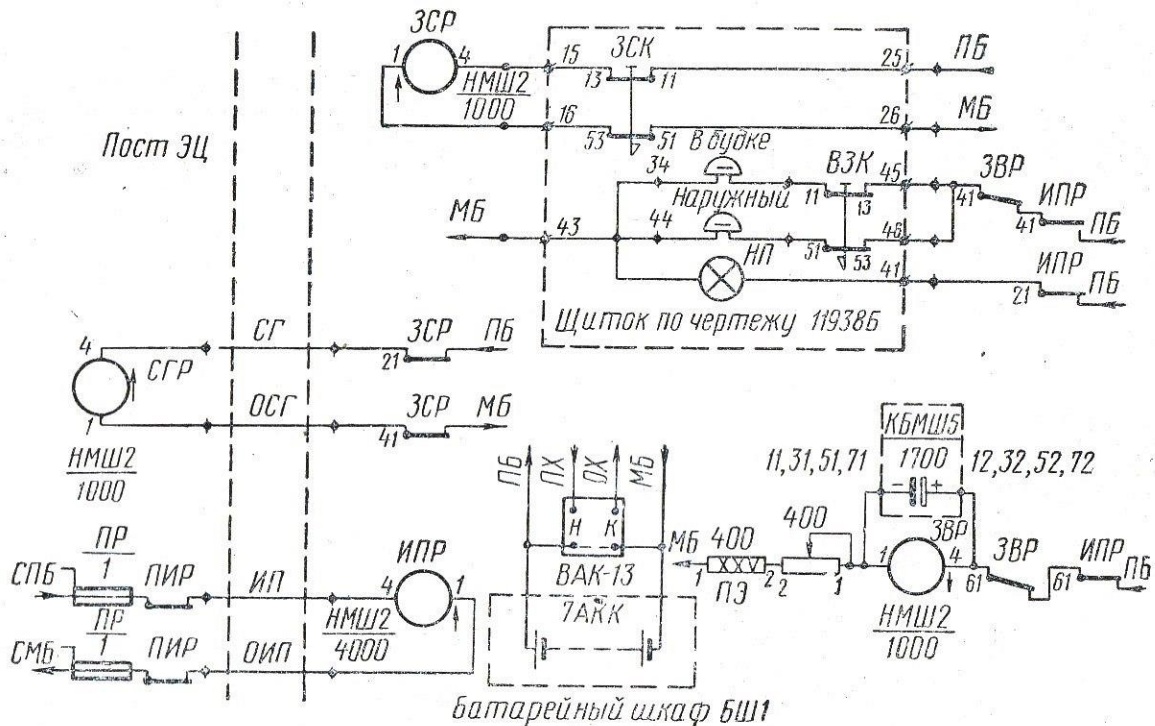


Рисунок 2.6 Схема ув'язки з місцевим живленням

У цій схемі лампи на щиті переїзду та дзвінки активуються тильовими контактами реле ИПР, яке розташоване у релейній шафі переїзду. Реле ИПР отримує живлення від поста централізації через передні контакти реле ПИР і зазвичай перебуває у збудженому стані. Для того щоб дзвінки при наближенні поїзда працювали з інтервалами, а не безперервно, у релейній шафі переїзду встановлюють дзвінкове реле ЗВР.

У випадку натискання кнопки закриття світлофорів ЗСК на переїзді реле СР на посту централізації знеструмується, розмикаючи своїми контактами коло сигнальних реле світлофорів, які ведуть на переїзд. Якщо на переїзді є джерело постійного струму з резервним живленням від акумуляторної батареї, то живлення для загороджувальних сигналів підключається з цього джерела через релейну шафу переїзду. У такому разі через контакт кнопки ЗСК у релейній шафі переїзду активується реле ЗСР, контакти якого

використовуються для вмикання загороджувальних сигналів і подачі живлення до реле СГР, розташованого на посту централізації.

#### **2.4 Типові несправності в експлуатації залізничних переїздів**

Однією з ключових технічних несправностей, що ускладнюють функціонування залізничних переїздів, є порушення електричних контактів у запобіжниках, інтегрованих в електроприводи шлагбаумів. Такий дефект унеможлиблює підйом брусів шлагбаума, спричиняючи значні перешкоди для руху автотранспортних засобів. Головна проблема цього виду несправності полягає в її раптовому характері, що унеможлиблює завчасне виявлення та попередження.

Другою поширеною проблемою є порушення синхронізації у роботі реле ПБ типу НМШ2-12000, що негативно впливає на функціонування реле МБ, яке є ключовим елементом у схемі автоматичного відкриття переїзду. Навіть короткочасна втрата контакту в реле МБ здатна призвести до раптового і непередбачуваного для водіїв закриття шлагбаума, створюючи загрозу для безпеки дорожнього руху.

Ще однією актуальною технічною проблемою є зниження ефективності роботи генераторів, зокрема типу ГП, під впливом низьких температур. При температурі  $-5^{\circ}\text{C}$  і нижче ці пристрої демонструють нестабільність у роботі, що може спричинити перебої у функціонуванні переїзду.

Для забезпечення належного технічного стану залізничних переїздів щорічно у квітні-травні, а на переїздах з інтенсивним автобусним рухом додатково у вересні-жовтні, здійснюється комплексний огляд об'єктів. У цих перевірках беруть участь керівники дистанцій колії спільно з представниками дистанцій сигналізації та зв'язку, енергозабезпечення, головного ревізора з питань безпеки руху, Державної автомобільної інспекції, дорожньо-експлуатаційних організацій, а також начальники станцій, якщо переїзд розташований у межах залізничної станції. До складу комісії також залучаються балансоутримувачі автомобільних доріг, що перетинають

залізничні шляхи, та організатори пасажирських перевезень на автобусних маршрутах загального користування.

На переїздах із високою інтенсивністю автобусного руху до складу комісії додатково входять представники органів, відповідальних за регулювання та контроль у сфері автомобільного транспорту.

За підсумками оглядів складаються детальні календарні плани усунення виявлених недоліків. У межах цих заходів організується приведення у належний технічний стан обладнання, пристроїв переїздів та прилеглих ділянок автодоріг і вулиць, відповідно до нормативних вимог ДСТУ 3587-97 і положень Правил технічної експлуатації залізниць України.

## **2.5 Висновки до другого розділу**

У другому розділі роботи розглянуто аспекти технічного обслуговування переїздів, характерні несправності та специфіку функціонування при ув'язці зі станційними пристроями. На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що регулювання роботи переїздів, розташованих у межах станції або поблизу неї, є досить складним завданням, особливо при забезпеченні затримки відкриття в умовах маневрових маршрутів або за маршрутами без включення сигналу.

Віддалені переїзди, у свою чергу, вимагають прокладання додаткових ліній ув'язки та організації місцевих джерел живлення для забезпечення їх надійної роботи.

## 3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ

### 3.1 Принципи ліквідації відмов у пристроях автоматики

Під час ліквідації технічних відмов на залізничних переїздах важливо враховувати низку ключових аспектів. Насамперед, необхідно мінімізувати тривалість усунення несправності, що дозволяє зменшити затримки руху поїздів у разі інциденту. Скорочення цього часу досягається завдяки системам, які забезпечують обслуговуючий персонал точними даними про вузол, де виникла несправність. Це підвищує оперативність дій електромеханіка чи іншої відповідальної особи.

Відновлення функціональності системи залежить від таких випадкових величин: часу пошуку несправності  $t_{\text{п}}$ , часу повідомлення про відмову  $t_{\text{оп}}$ , часу прибуття до місця несправності  $t_{\text{пр}}$  та часу безпосереднього усунення несправності  $t_{\text{ус}}$  [7]:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{п}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{ус}} \quad (3.1)$$

У сучасних системах діагностики автоматики час повідомлення про несправність є мінімальним. Величина  $t_{\text{оп}}$  визначається тривалістю циклу опитування контрольованих компонентів і у більшості систем становить лише кілька секунд. Таким чином, під час розрахунків часу відновлення цією величиною можна знехтувати. Формула набуває вигляду:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{п}} + T_{\text{пр}} + T_{\text{ус}} \quad (3.2)$$

де:

$T_{\text{п}}$  – середнє значення часу пошуку несправності;

$T_{\text{пр}}$  – середній час прибуття до об'єкта несправності;

$T_{\text{ус}}$  – середній час усунення несправності.

Сумарний час  $T_{\text{в}}$  суттєво впливає на затримки руху поїздів, що актуалізує завдання його скорочення.

Останнім часом спостерігається тенденція до зниження кількості технічних одиниць на одного електромеханіка, що водночас збільшує розміри ділянок

обслуговування. Наприклад, одному електромеханіку можуть бути доручені дві невеликі станції з пристроями електричної централізації. Такий підхід створює додаткові труднощі: під час виконання планового технічного обслуговування на одній станції електромеханік може отримати повідомлення про несправність на іншій. У таких випадках час на прибуття до місця несправності суттєво збільшується.

Додатковим ускладненням є проживання електромеханіка не за місцем дислокації об'єкта обслуговування, що також негативно впливає на швидкість ліквідації відмов.

У зв'язку з цим актуальним завданням є розроблення та впровадження ефективних систем моніторингу й діагностики, які дозволяють автоматизувати процес виявлення несправностей і скоротити час на їх пошук. Інтеграція таких систем значно підвищить оперативність обслуговування пристроїв автоматики, мінімізуючи негативний вплив на рух поїздів.

### **3.2 Структура системи та параметри діагностування**

З огляду на складність експлуатації залізничних переїздів у межах станцій, запропоновано структуру діагностичної системи, яка забезпечує всебічний контроль стану обладнання переїзду.

Система діагностування шаф переїзду включає наступні елементи:

- Мікроконтролер (МК): виконує програмне керування режимами роботи, обробляє команди читання та запису, здійснює вибір пристроїв для збору даних, необхідних для аналізу.
- Пристрій керування читанням та записом: забезпечує взаємодію між датчиками й обчислювальними модулями.
- Пристрій фіксації аналогових сигналів: передає отримані параметри на обробку до мікроконтролера.
- Аналогово-цифровий перетворювач (АЦП): забезпечує перетворення аналогових даних у цифрову форму для подальшого аналізу.

- Мультиплексор: спрямовує сигнали з різних датчиків до пристроїв обробки.
- Пристрій фіксації дискретних сигналів: реєструє стани окремих компонентів системи.
- Пристрій узгодження рівнів та гальванічної розв'язки: забезпечує електричну ізоляцію та адаптацію сигналів до входів системи.
- Модем: використовується для передачі діагностичної інформації на віддалені пункти контролю.

Система універсальна й дозволяє виконувати моніторинг як охоронюваних, так і неохоронюваних переїздів, а також об'єктів на під'їзних коліях і ділянках із високою інтенсивністю руху потягів. Вона забезпечує контроль дискретних сигналів, що характеризують стан обладнання та аналогових сигналів, що відображають параметри роботи основних компонентів.

### **Контроль дискретних сигналів**

Діагностична система аналізує наступні показники:

- Наявність живлення в основному та резервному фідерах.
- Активність реле подвійного зниження напруги (ДСН).
- Стан живлення у релейній шафі.
- Робочий стан загороджувальних світлофорів.
- Коректність роботи схеми контролю миготіння.
- Активність кнопки закриття переїзду.
- Контроль напруги та ізоляції акумуляторної батареї.
- Стан шлагбаумів (відкритий/закритий, утримання у відкритому положенні).
- Цілісність ниток червоного вогню світлофорів (переїзних і загороджувальних).
- Аварійні стани, наприклад, вимкнення або пошкодження шлагбаума.

### **Контроль аналогових сигналів**

Аналіз аналогових сигналів включає:

- Напругу основного живлення (реле А): дані знімаються з клем ПП1-1 та ПП2-2, порівнюються із заданими номінальними значеннями. Вимірювання виконується за допомогою АЦП і мікроконтролера.
- Напругу на лампах загороджувальних світлофорів: контроль виконується через комутатор із наступною обробкою мікроконтролером, що забезпечує порівняння результатів із нормативними параметрами.
- Параметри коду рейкового кола: діагностика проводиться через аналогово-цифровий перетворювач і трансформатор. Контролюються амплітуда сигналу, тривалість імпульсів і пауз та стабільність коду.
- Напругу на лампах переїзної сигналізації та брусі шлагбаума.
- Напругу двигуна під час закриття шлагбаума: дозволяє оцінити ефективність роботи приводу.

### **3.3 Складові системи діагностування: структурно-функціональні аспекти**

Зважаючи на кількість параметрів, які відстежуються мікропроцесорною системою, обрано мікроконтролер PIC16F873, розроблений компанією Microchip. Цей пристрій відзначається наявністю енергозберігаючих режимів та функцій захисту програмного коду. У його архітектуру інтегровано сторожовий таймер (WDT), котрий можна деактивувати виключно через конфігураційні біти. Для підвищення надійності роботи WDT оснащено незалежним RC-генератором.

Додатково передбачено два таймери для ініціалізації мікроконтролера:

Таймер стабілізації генератора (OST): забезпечує стан скидання мікроконтролера до досягнення стабільної частоти тактових імпульсів.

Таймер подачі живлення (PWRT): активується при ввімкненні живлення та підтримує стан скидання протягом типового часу 72 мс, поки не стабілізується рівень напруги.

Ці функції в більшості випадків усувають потребу у використанні зовнішніх схем скидання. Режим SLEEP гарантує мінімальне енергоспоживання, а вихід із нього можливий через зовнішній сигнал скидання, переповнення сторожового таймера або подію переривання.

Різноманіття режимів роботи тактового генератора розширює галузі застосування мікроконтролера:

RC-генераторний режим забезпечує економічність конструкції.

Режим LP (низькочастотний кварцовий резонатор) оптимізує енергоспоживання.

Порти вводу-виводу мікроконтролера

PORTA: шестививідний порт, який може функціонувати як вхід або вихід, що регулюється бітами регістра TRISA.

Операції запису в PORTA реалізуються за алгоритмом «читання – модифікація – запис».

Вхід RA4 оснащено тригером Шмідта, а вихід має відкритий стік; інші входи обладнані TTL-буферами, а виходи – КМОП-буферами.

PORTB: восьмививідний двонапрямлений порт, частина каналів якого суміщена зі схемами низьковольтного програмування.

Входи RB7 ÷ RB4 можуть генерувати переривання за зміною логічного рівня.

У разі налаштування на вихід, генерація переривань стає недоступною.

PORTC: восьмививідний двонапрямлений порт, що використовується разом із периферійними модулями (TMR1, SPI, MSSP, USART, I2C).

Налаштування функціоналу здійснюється через регістр TRISC для забезпечення коректної роботи модулів.

Аналого-цифровий перетворювач (АЦП): функціональні характеристики

Вбудований 5-канальний модуль АЦП реалізує перетворення напруги в 10-розрядний цифровий код за методом послідовного наближення.

Вхідний сигнал через мультиплексор заряджає внутрішній конденсатор, після чого здійснюється оцифрування значення напруги.

Джерело опорної напруги може бути вибране програмно (VDD, VSS, RA2 або RA3).

Модуль підтримує роботу в режимі SLEEP, використовуючи RC-генератор для формування тактових імпульсів.

Для управління аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) мікроконтролера передбачено чотири регістри:

1. ADRESH – регістр старшого байта результату.
2. ADRESL – регістр молодшого байта результату.
3. ADCON0 – регістр управління функціонуванням модуля АЦП.
4. ADCON1 – регістр конфігурації, що визначає вхідні лінії для роботи модуля АЦП і режим їхнього використання (аналоговий або цифровий).

Основні функції регістрів управління

- ADCON0 забезпечує конфігурацію модуля АЦП, включаючи активацію перетворення, вибір каналу та контроль завершення процесу.
- ADCON1 дозволяє налаштувати входи мікроконтролера як аналогові або цифрові, залежно від потреби.

Результат 10-бітного перетворення зберігається у спарених регістрах ADRESH:ADRESL. По завершенню оцифрування прапорець GO/-DONE (біт ADCON0<2>) скидається, і встановлюється прапорець переривання ADIF.

Порядок роботи з АЦП

1. Активація та конфігурація модуля через регістри ADCON0 та ADCON1.
2. Налаштування відповідних ліній вводу через регістр TRISA. Для аналогових входів біти регістру TRIS встановлюються в '1', а для цифрових виходів – у '0'.
3. Очікування стабілізації сигналу для повного заряджання конденсатора CHOLD. Максимально допустимий опір джерела сигналу – 10 кОм.
4. Ініціація перетворення шляхом встановлення біта GO/-DONE у '1'.
5. Після завершення перетворення зчитування результату з регістрів ADRESH:ADRESL.

Технічні особливості роботи АЦП

- Тривалість перетворення: Час перетворення одного біта становить TAD, а для 10-бітного результату мінімальний час – 12TAD.
- Частота оцифрування: Не перевищує 50 кГц за умови мінімального значення TAD = 1,6 мкс.
- Робота в режимі SLEEP: При використанні RC-генератора (ADCS1:ADCS0 = 11) можлива мінімізація цифрового шуму, а після завершення процесу мікроконтролер виходить із SLEEP за допомогою переривання.

У мікроконтролері інтегровано два модулі CCP, які реалізують три режими роботи:

1. Захоплення: Використовується таймер TMR1, фіксуючи час появи певного сигналу.
2. Порівняння: Застосовує TMR1 для визначення моменту активації події.
3. Широтно-імпульсна модуляція (ШІМ): Використовує TMR2 для формування сигналів із заданими параметрами.

Кожен модуль CCP має 16-бітний регістр, що складається із двох байтів (CCPRxH – старший і CCPRxL – молодший).

Модуль CCP1 генерує 10-бітний сигнал ШІМ на виводі RC2, що має бути налаштований як вихід (біт TRISC<2> встановлюється в '0'). У цьому режимі регістр CCP1CON визначає параметри сигналу ШІМ, включаючи значення робочого циклу.

Робота модулів АЦП та CCP дозволяє створювати універсальні системи управління і контролю, які забезпечують високу точність і гнучкість у конфігурації, що є критично важливим для застосування в автоматизованих системах.

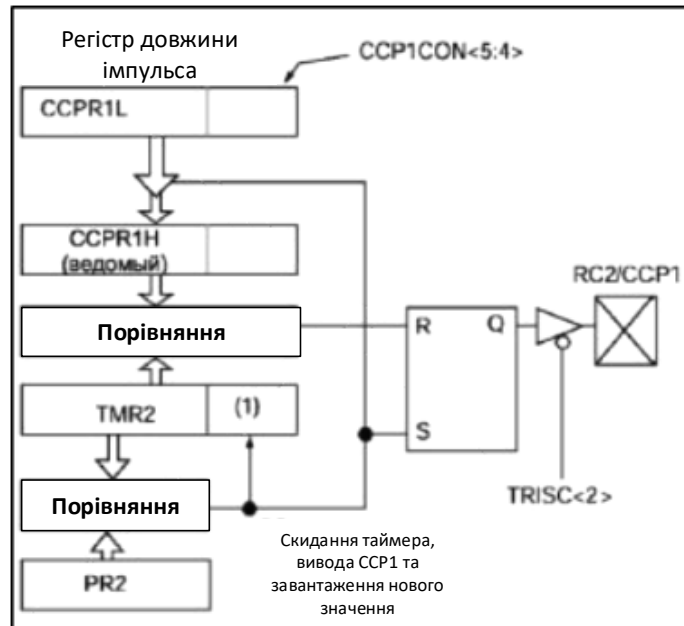


Рисунок 3.1 – Структурна схема модуля CCP1 у ШИМ режимі

Для активації модуля CCP у режимі ШИМ рекомендується використовувати наступний алгоритм:

1. Задати період ШИМ у регістрі PR2;
2. Встановити тривалість імпульсу в регістрах CCPR1L та CCP1CON <5:4>;
3. Налаштувати контакт CCP1 як вихід, скинувши біт TRISC<2>;
4. Задати коефіцієнт поділу частоти та активувати TMR2 у регістрі T2CON;
5. Перевести модуль CCP1 у режим ШИМ.

Коли значення TMR2 дорівнює PR2, відбувається обнулення лічильника TMR2, і на вхід S тригера подається сигнал логічної одиниці. На виході RC2 формується сигнал із рівнем логічної 1. Модуль ШИМ розпочинає новий цикл, завантажуючи дані з регістра CCPR1L до CCPR1H. Період ШИМ задається значенням у регістрі PR2 і обчислюється за формулою:

$$T_{\text{ШИМ}} = (PR2 + 1) \cdot 4 \cdot T_{\text{ГТН}} \cdot K_{\text{TMR2}}$$

де  $T_{\text{ГТН}}$  – період роботи генератора тактових імпульсів,

$K_{\text{TMR2}}$  – коефіцієнт поділу частоти для TMR2.

На рисунку 3.2 представлено часову діаграму одного циклу ШІМ (період і тривалість високого рівня сигналу).

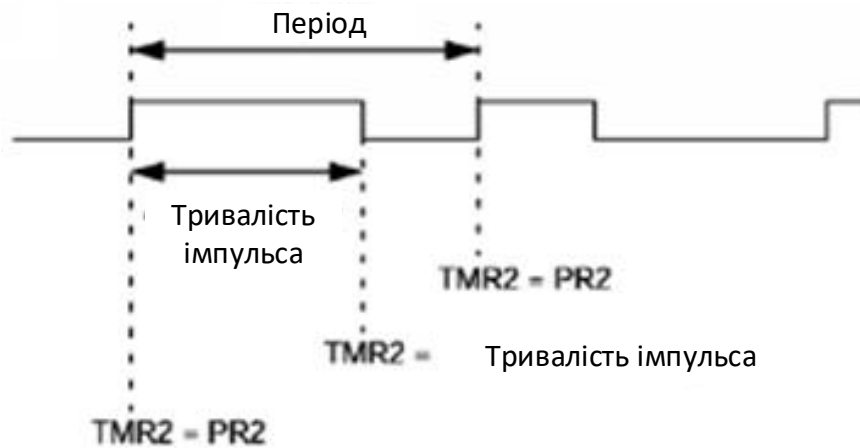


Рисунок 3.2 – Тимчасова діаграма одного циклу ШІМ

Шпаруватість сигналу широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) визначається значеннями бітів, що зберігаються у регістрах `CCPR1L` та `CCP1CON<5:4>`. Для 10-бітного режиму ШІМ старші вісім бітів розташовуються в регістрі `CCPR1L`, тоді як молодші два біти утримуються в регістрі `CCP1CON<5:4>`. Розрахунок тривалості сигналу високого рівня здійснюється за формулою:

$$t_{\text{ШІМ}} = (\text{CCPR1L} : \text{CCP1CON} < 5 : 4 >) \cdot T_{\text{ГТН}} \cdot K_{\text{TMR2}}$$

Дані регістри можуть бути модифіковані у будь-який момент, проте значення регістра `CCPR1H` залишається незмінним до моменту збігу значень `PR2` та `TMR2`. У режимі ШІМ регістр `CCPR1H` доступний виключно для операцій читання. Разом із внутрішнім дворозрядним тригером цей регістр формує буфер для ШІМ, що забезпечує коректний запис нового значення тривалості імпульсу. У разі збігу значень `CCP1` і `TMR2` логічна одиниця подається на вхід `R` тригера, а на виході `RS2` формується сигнал логічного нуля.

Для управління процесами читання та запису використовується мікросхема типу `K531IP24` – універсальний восьмирозрядний регістр, який може функціонувати як зсувний або накопичувальний регістр. Передача даних можлива як у правому, так і в лівому напрямках. Вихідні буферні елементи

підтримують Z-стан, що дозволяє зменшити кількість контактів мікросхеми вдвічі. Вісім виводів (4–7 і 13–16) утворюють порт даних, що функціонує як вхід або вихід залежно від команди.

Мікросхема IP24 підтримує чотири синхронні режими роботи: зсув вправо, зсув вліво, паралельне завантаження та збереження даних. Для організації багаторозрядних регістрів передбачені входи послідовних даних DS0 і DS7 (лівий і правий входи відповідно). Виходи Q0 і Q7 виконують аналогічні функції. Завантаження або зчитування даних відбувається через порти Вх./Вих.0–Вх./Вих.7, а режим роботи визначається входами вибору S0 та S1, а також входами дозволу E01 і E02, які активують виходи. Всі зазначені входи синхронізуються з позитивним фронтом тактового сигналу, за винятком асинхронного входу скидання R.

Вхід скидання R блокує роботу тактового генератора та інших входів, приводячи регістр у початковий нульовий стан. Для каскадного з'єднання кількох регістрів IP24 вихід Q7 одного регістра підключається до входу DS0 наступного. У разі організації кільцевої рециркуляції даних останній вихід Q7 з'єднується із входом DS0 першого регістра, утворюючи замкнений цикл.

Виходи порту даних можуть працювати у трьох режимах:

Зчитування з регістра – якщо на входах E01 і E02 встановлено низький рівень, а на входах S0 або S1 також активовано низький рівень напруги, усі вісім контактів порту діють як виходи, відображаючи дані регістра.

Завантаження в регістр – за високого рівня на входах S0 та S1 дані із шини записуються до регістра через порт, синхронізуючись з позитивним фронтом тактового сигналу.

Розрив виходів – у разі встановлення високого рівня напруги на будь-якому з входів E01 або E02, виходи переходять у розімкнений Z-стан, що дозволяє працювати з шиною з ємнісним навантаженням.

Буферні підсилювачі виходів IP24 забезпечують ефективну взаємодію з високошвидкісними системами передачі даних, зберігаючи стабільність роботи навіть у складних умовах.

Для забезпечення інтеграції кількох компонентів у спільну шину даних застосовується мультиплексор K561КТЗ, який виконує функцію чотириканального комутатора для цифрових і аналогових сигналів. Кожен ключ цієї мікросхеми оснащений вхідним і вихідним сигналами, а також входом дозволу передачі сигналу Е1. Еквівалентна схема ключа відповідає однополюсній структурі, яка забезпечує функцію замикання електронного контакту. У даній архітектурі вхід Е1 відіграє роль керуючого елемента. Канали комутатора двонапрявлені, із опором 80 Ом, причому розбіжність між каналами не перевищує  $\pm 5$  Ом, а опір керуючого входу досягає  $10^{12}$  Ом.

Комутатор пропускає цифрові сигнали з амплітудою до  $U_{и.п.}$ , а аналогові – з піковою амплітудою  $U_{п.п.}/2$ . При навантаженні 10 кОм і частоті 10 кГц співвідношення рівнів сигналу у замкнутому та розімкнутому станах становить не менше 65 дБ. Ізоляція керуючого входу від каналу забезпечується опором  $10^{12}$  Ом. Передача сигналів із частотою 900 кГц за навантаження 1 кОм характеризується ослабленням на рівні  $-50$  дБ. Затримка поширення сигналу через канал складає 10–25 нс. Мультиплексор застосовується для реалізації таких функцій, як перемикачі-мультиплексори, ключі вибірки сигналу, комутаційні вузли та модулятори-демодулятори.

На базі K561КТЗ можливе проектування комутаторів для ЦАП і АЦП, а також схем цифрового регулювання параметрів сигналу, таких як частота, фаза чи коефіцієнт підсилення.

Для обробки аналогових сигналів використовується аналогово-цифровий перетворювач K572ПВ1, що є 12-розрядним універсальним багатофункційним компонентом для мікропроцесорних систем із низькою або середньою швидкістю. У комбінації із зовнішнім операційним підсилювачем або генератором тактових імпульсів мікросхема реалізує функцію АЦП послідовних наближень із виходом паралельного двійкового коду через трьохстанні каскади.

Мікросхема виконана у 48-вивідному металокерамічному корпусі. У конструкції послідовно-паралельних АЦП використовується методика

поєднання послідовного й паралельного перетворення. Перший АЦП генерує п старших бітів вихідного коду, після чого цифрова інформація передається на вхід ЦАП. Порівняння результату роботи ЦАП із вхідним сигналом дозволяє отримати залишок, який спрямовується на вхід АЦП для визначення п молодших бітів.

Функціонування K572ПВ1 базується на принципі послідовних наближень із програмованим зсувом. Перетворення виконується за 12 робочих і 2 допоміжних такти. Перший допоміжний такт відповідає за синхронізацію та ініціалізацію пристрою, другий – за формування сигналу. Кожен такт триває два імпульси тактового генератора. Вихідні дані доступні для зчитування після завершення чергового такту, синхронізуючись із позитивним фронтом сигналу.

Для передачі сигналів до станції застосовується модем MC145442B, що підтримує стандартний модемний протокол ITU-T V.21. Цей протокол є дуплексним, з розділенням каналів за частотою та частотною модуляцією (FSK). У нижньому каналі, який використовується для передачі даних викликаючим модемом, логічна "1" кодується частотою 980 Гц, а "0" – 1180 Гц. У верхньому каналі, призначеному для відповіді, "1" передається на частоті 1650 Гц, а "0" – 1850 Гц. Швидкість передачі даних становить 300 бод (300 біт/с).

Протокол V.21 характеризується високою перешкодостійкістю, що дозволяє його використання в умовах значних завад. Завдяки своїй простоті він широко застосовується у спеціалізованих системах, які потребують надійного передавання даних, таких як системи факсимільного зв'язку чи команди керування (верхній канал).

З огляду на наведені властивості протоколу V.21, він оптимально відповідає технічним вимогам розроблюваної системи. Принципова схема контролю й діагностування представлена на відповідних слайдах.

### **3.4 Дослідження можливостей застосування кольорового відеомоніторингу для підвищення безпеки у небезпечних зонах**

Аналіз функціонування людсько-технічних систем, які забезпечують регулювання інтервального руху поїздів, демонструє, що їх ефективність суттєво обумовлена як оперативними, так і стратегічними управлінськими рішеннями, а також технічними параметрами станційних пристроїв залізничної автоматики. Управлінські рішення, ухвалені диспетчерами залізничних дільниць, черговими по станції та локомотивними екіпажами, мають на меті забезпечення виконання графіка руху поїздів із дотриманням усіх норм безпеки. При цьому такі рішення базуються на ґрунтовному знанні технічного потенціалу обладнання, професійній компетенції та розвинених інтуїтивних навичках.

Значущою складовою ухвалення управлінських рішень є точність і своєчасність інформації, отриманої від систем автоматизації та сигналізації на залізничному транспорті. У зв'язку зі зростанням швидкості руху поїздів посилюються вимоги до аналітичних здібностей фахівців, адже сучасні системи управління знижують фізичне навантаження, але водночас збільшують інтелектуальну й емоційну напругу. Майже 80% оперативних рішень базуються на аналізі візуальної інформації, отриманої з сигнальних систем щодо розташування поїздів на станціях і міжстанційних дільницях [4].

Разом із тим, обсяг і якість даних, що надходять з індикаційних пристроїв пультів і табло управління, часто виявляються недостатніми для повного відображення ситуації на залізничній мережі. Це змушує диспетчерів і чергових по станції здійснювати додатковий аналіз та доповнювати інформацію самостійно, що може спричиняти затримки в ухваленні рішень та підвищення рівня втоми. Спроби покращити інформаційне забезпечення шляхом збільшення кількості індикаційних пристроїв не дали бажаного ефекту, адже надмірна кількість даних ускладнює їх сприйняття та аналіз.

У 70–80-х роках ХХ століття з метою розв’язання цих проблем розпочалося впровадження систем чорно-білого промислового телебачення для контролю окремих технологічних операцій на залізничному транспорті [5]. Однак через високу вартість, значні розміри обладнання та складність його обслуговування поширення таких систем було обмеженим.

Сучасні цифрові кольорові системи відеомоніторингу характеризуються доступнішою вартістю, компактністю та функціональністю, дозволяючи диспетчерам і черговим у реальному часі спостерігати за об’єктами контролю [4]. Зважаючи на переваги кольорового відеозображення, важливим є дослідження специфіки використання кольорового контрасту для забезпечення ефективного моніторингу небезпечних зон на об’єктах залізничного транспорту.

Особливості застосування кольорового контрасту у відеомоніторингу

Сприйняття кольору виникає внаслідок дії світлового потоку з обмеженим спектром на сітківку ока. Ключовим фактором у формуванні чіткого зображення є кольоровий контраст – відмінність у сприйнятті одного кольору на фоні іншого. Залежно від умов спостереження, контраст може або підсилювати, або послаблювати кольорове сприйняття.

Виділяють три основні типи кольорового контрасту: одночасний, бінокулярний і послідовний [5].

Одночасний кольоровий контраст проявляється у зміні сприйняття кольору залежно від яскравості, відтінку й насиченості сусідніх кольорових фонів. Наприклад, жовтий колір може здаватися зеленуватим на червоному фоні або набувати насиченості на синьому. У промисловому телебаченні цей тип контрасту найчастіше проявляється у вигляді краєвого контрасту – на межах розділення кольорових полів [5].

Бінокулярний контраст виникає, коли одне око сприймає один колір, а друге – контрастний відтінок, наприклад, синій і жовтий або червоний і блакитний.

Послідовний кольоровий контраст проявляється у зміні сприйняття кольору при переході від одного відтінку до іншого або до білого фону, який може сприйматися як забарвлений у додатковий колір.

Сприйняття кольору залежить також від розмірів елементів зображення. При зменшенні розмірів об'єктів кольори можуть втрачати яскравість або взагалі сприйматися як сірі.

Беручи до уваги зазначені особливості, доцільним є впровадження систем відеомоніторингу з високою роздільною здатністю, що дозволить покращити контроль небезпечних зон на переїздах та інших об'єктах залізничної інфраструктури.

### **3.5 Системи відеоспостереження на залізничному транспорті**

Сучасні телевізійні системи збору та фіксації інформації на об'єктах залізничного транспорту [11] призначені для здійснення моніторингу різних інфраструктурних об'єктів, таких як сортувальні станції, пасажирські платформи, території вокзальних комплексів, залізничні переїзди та контейнерні зони. Вони також виконують функції комерційного огляду рухомого складу, контролюють процес екіпірування локомотивів і забезпечують перевірку прибуття поїздів у повному складі.

Телевізійні комплекси (рис. 3.3.) у спрощеному варіанті включають декілька камер передавання сигналу та інтегровану систему дистанційного керування, яка забезпечує регулювання параметрів зображення, таких як фокусування, відкриття діафрагми, а також керування положенням камери (обертання, нахил тощо). Зокрема, розглянемо блок-схему пристрою, що реалізує зчитування номерів елементів рухомого складу за допомогою високотехнологічних відеокамер.

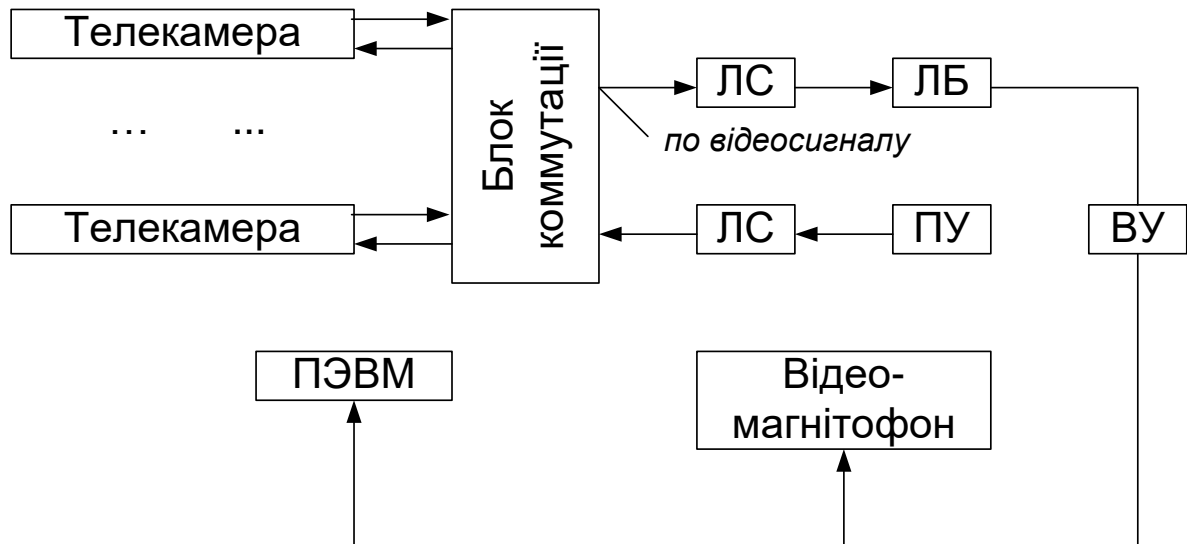


Рисунок 3.3 – Структура та принцип роботи систем відеоспостереження

Функціонування пристрою (рис. 3.4.) реалізується наступним чином. Відеосигнал, що формується імпульсною телекамерою, передається через кабельну лінію зв'язку до блоку керування (БУ), де він проходить обробку в підсилювачі та селекторі. Останній здійснює виділення синхросигналів із загального телевізійного сигналу. Виділені синхросигнали, після посилення, спрямовуються до блоку автоматичного регулювання швидкості обертання магнітного диска (ПАНІВ) і до дільника частоти. З виходу дільника частоти кадрові синхроімпульси надходять до блоку синхронізації, що забезпечує регулювання дозволу запису та точність позиціонування (БСРЗ).

Під час процесу «запису» відеосигнал надходить до відеоконтрольного пристрою (ВУ), де відбувається його обробка в аналого-цифровому перетворювачі (АЦП) та частотному модуляторі (ЧМ). Сформований телевізійний сигнал передається до каналу запису (КЗ) і зберігається на магнітному диску. Відеомагнітофон (ВМ) виконує функції запису телевізійного сигналу на носій.

Під час процесу «читання» частотно-модульований сигнал зчитується із магнітного диска, підсилюється в каналі відтворення (КВ) накопичувача (Н) і подається на частотний демодулятор (ЧД). Після демодуляції отриманий сигнал через блок керування (БУ) спрямовується до відеоконтрольного

пристрою (ВУ). Регулювання дозволу запису здійснюється за допомогою блоку управління позиціонуванням відеоголовок (БУпоз), що забезпечує точність і надійність роботи системи.

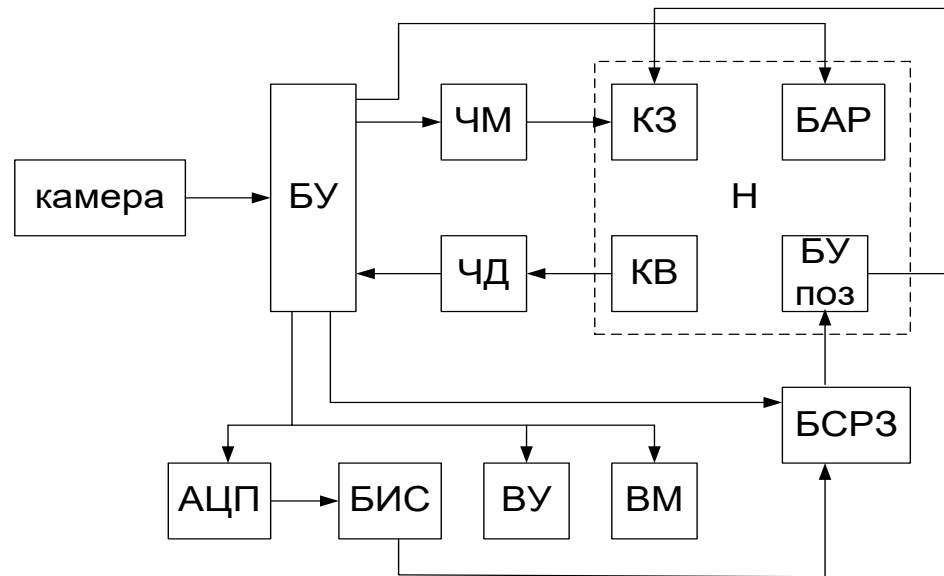


Рисунок 3.4 – Блок-схема пристрою прочитування номерів одиниць рухомого складу за допомогою відеокамер

### 3.6 Структурна схема та функціонування системи відеоспостереження

Система відеоспостереження складається з наступних ключових модулів:

Блоки на залізничному переїзді. На чотирьох опорах, розташованих симетрично з обох боків залізничної колії, встановлено високоточні відеокамери, які забезпечують відеозйомку в режимі реального часу. Ці камери підключені до обладнання, інтегрованого в релейну шафу, розташовану безпосередньо на переїзді. До складу цього обладнання входять:

- джерела живлення;
- цифровий відеореєстратор;
- модем для передачі даних;
- функціональний модуль ПК2202.

Обладнання центрального пункту (ЦП). На центральному пункті, призначеному для моніторингу та управління, розташовано такі елементи:

- модем для прийому даних;

- джерела живлення;
- комутатор для маршрутизації сигналів;
- персональний комп'ютер для аналізу й обробки інформації.

Відеодані, що генеруються камерами, спрямовуються на цифровий відеореєстратор, де вони записуються й передаються на модем. Модем, використовуючи канал зв'язку, відправляє ці дані в модуль ПК2202 у режимі реального часу. Далі інформація передається на центральний пункт управління, де вона відображається на екрані персонального комп'ютера, забезпечуючи оперативний доступ до стану переїзду.

Інтеграція цієї системи забезпечує низку значущих переваг:

Оперативність і точність. Миттєве відображення ситуації на моніторі чергового по станції дозволяє своєчасно реагувати на потенційні загрози чи порушення.

Ресурсна оптимізація. Комбіноване використання однієї лінії зв'язку для реалізації відеомоніторингу та виконання діагностичних процедур значно зменшує потребу в додаткових комунікаційних ресурсах.

Підвищення ефективності. Поєднання функцій спостереження й діагностики сприяє зменшенню витрат та підвищує загальну продуктивність системи.

Таким чином, впровадження подібної системи не лише підвищує безпеку залізничного транспорту, але й сприяє ефективному управлінню ресурсами.

### **3.7 Перспективи впровадження системи відеоспостереження**

Розроблена система відеоспостереження є інноваційним і високоефективним рішенням для підвищення безпеки на залізничних переїздах. Її впровадження, навіть за умови помірних фінансових вкладень, дозволяє суттєво зменшити рівень ризику в зонах перетину залізничних колій з автомобільними шляхами. Досвід міжнародної експлуатації подібних технологій демонструє, що завдяки цим системам можна досягти майже повного усунення небезпеки на переїздах.

Використання пристроїв відеоспостереження забезпечує передачу відеоінформації до чергового по станції (ДСП), а в перспективі – безпосередньо до локомотивних бригад. Це дозволить машиністам отримувати актуальну інформацію про стан переїздів на маршруті руху в реальному часі, що значно підвищить оперативність прийняття рішень.

### **Основні переваги системи відеоспостереження**

1. **Автоматичне збереження даних.** Всі записи про зайнятість переїзду автоматично зберігаються у системі ДЦ «Каскад» протягом 90 діб, що забезпечує можливість ретроспективного аналізу подій.
2. **Економія ресурсів.** Передача даних із відеокамер здійснюється без необхідності прокладання додаткових каналів зв'язку, що суттєво знижує витрати на впровадження системи.
3. **Швидкий доступ до інформації.** Оперативні дані передаються всім зацікавленим сторонам, включаючи диспетчера дистанції сигналізації та зв'язку (ШЧ) та поїзного диспетчера.
4. **Інформування машиніста.** У майбутньому передбачено впровадження технологій автоматичної передачі даних машиністу, що виключає необхідність залучення працівників служби зв'язку до цього процесу.
5. **Розпізнавання транспортних засобів.** Використання сучасних алгоритмів комп'ютерного зору дозволить системі автоматично ідентифікувати транспортні засоби, які перебувають на переїзді, забезпечуючи додатковий рівень безпеки.

Запропонована система не лише суттєво підвищує рівень безпеки на залізничних переїздах, але й створює платформу для впровадження новітніх технологій. Вона сприяє автоматизації управління транспортною інфраструктурою та закладає основу для розробки рішень, орієнтованих на зменшення впливу людського фактора й підвищення ефективності роботи залізничного транспорту.

### 3.8. Висновки до третього розділу

У цьому розділі виконано розробку принципів і функціональних схем діагностування залізничних переїздів, які перебувають у зоні контролю станції. Окреслено ключові технічні рішення щодо впровадження системи відеоспостереження, що забезпечить черговому по станції можливість оперативного моніторингу стану переїзду, зокрема виявлення автотранспорту на його території.

Також розглянуто перспективи інтеграції системи діагностування із системою відеоспостереження. Запропоновано концепцію використання спільного персонального комп'ютера, розташованого у приміщенні чергового по станції, для обробки інформації обох систем. Для передачі даних передбачено використання загального каналу зв'язку, який реалізується через існуючу кабельну лінію, вже задіяну для управління переїзною сигналізацією та активації оповіщень із боку станції.

На основі виконаного аналізу зроблено висновок, що запропоновані технічні рішення спрямовані на підвищення ефективності роботи обслуговуючого персоналу у сфері моніторингу та управління обладнанням залізничних переїздів. Реалізація цих заходів дозволить знизити ризики у зоні переїздів і суттєво покращити ефективність функціонування транспортної інфраструктури.

## ВИСНОВКИ

**В результаті проведених досліджень та виконаної роботи отримані наступні результати:**

1. Проведено аналіз існуючих пристроїв керування автоматичною переїзною сигналізацією та визначено властивості систем по самодіагностиці та фіксації внутрішніх відмов. В результаті аналізу прийняте рішення про необхідність створення окремої системи діагностування, так як в існуючих системах дані функції не реалізовані.

2. Розроблено структурну та принципові схеми контролю та діагностування стану переїзної сигналізації на ділянках наближення та на під'їзних шляхах станції. Проведено вибір аналогових та дискретних величин для діагностування, наведений алгоритм роботи розроблених систем.

3. Розроблено схему відео контролю переїзної зони та виконано об'єднання її зі схемою діагностування апаратури переїзду. Розглянуті переваги такого об'єднання та наведена його економічна доцільність.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України. – К.: Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2003.
2. Правила технічної експлуатації залізниць України, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996р. №411 зі змінами та доповненнями, Київ, 2003р., 133 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Кулик П.Д., Ивакин В.С., Удовиков А.А. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание, поиск и устранение неисправностей, повышение эксплуатационной надежности [Текст] / П.Д. Кулик, В.С. Ивакин, А.А. Удовиков //Киев: Издательский дом «Мануфактура», 2004. 288с.
7. «Інструкція з улаштування та експлуатації залізничних переїздів» (Затверджено Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України 26.01.2007 N 54, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 22 лютого 2007. за N 162/13429).
8. Інструкція з сигналізації на залізницях України (наказ МТЗУ від 23.06.08 № 747).

9. «Основні вимоги до автоматичної світлофорної сигналізації з основними та додатковими автоматичними (напівавтоматичними) шлагбаумами, які повністю перекривають проїжджу частину на переїздах, що обслуговуються черговим працівником» (Затверджено першим заступником Генерального директора Укрзалізниці 10.04.2001.).

10. ЦШ/0040. Правила прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів залізничної автоматики і телемеханіки (пристроїв СЦБ), затверджені наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 19.12.2005 № 414-Ц.

11. ЦД-0058 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України, затверджена наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 31.08.2005 № 507