

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет залізничного транспорту
Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів

ОБЛАДНАННЯ ДІЛЬНИЦІ ЗАЛІЗНИЦІ “М-Н” СИСТЕМОЮ АВТОМАТИЧНОГО БЛОКУВАННЯ З ЦЕНТРАЛІЗОВАНИМ РОЗМІЩЕННЯМ ОБЛАДНАННЯ

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи першого
освітнього ступеня бакалавр

ВКР 01.25.01.15.ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти
групи 135 – ОКСКРП – Д22
(робота виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)



Євгеній КОВАЛЕНКО

Керівник старший викладач



Олексій ЛАЗАРЄВ

Рецензент



Наталія КОРОЛЬОВА

Харків 2025 рік

Анотація

У випускній кваліфікаційній роботі досліджено проблему підвищення безпеки та ефективності руху поїздів на ділянці залізниці «М – Н» шляхом впровадження системи автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання (АБТЦ). У роботі проведено аналіз сучасних вітчизняних і закордонних систем інтервального регулювання, розроблено похідну та основну проєктну документацію для обраної системи, наведено технічні рішення щодо побудови кабельної мережі, систем керування світлофорами, рейковими колами, переїзною сигналізацією та блокувальними реле. Окрему увагу приділено питанням техніки безпеки при будівництві та експлуатації систем автоматики. Проведено порівняльний аналіз ефективності нової системи та надано практичні рекомендації з її впровадження. Робота супроводжується графічними матеріалами та охоплює актуальні аспекти автоматизації залізничної інфраструктури відповідно до сучасних стандартів безпеки.

Ключові слова: автоматичне блокування, централізоване розміщення, залізнична безпека, рейкові кола, система сигналізації, інтервальне регулювання, АБТЦ, телемеханіка, інфраструктура, автоматизація залізничного транспорту.

Abstract

The final qualification project investigates the issue of improving train traffic safety and efficiency on the "M – N" railway section by implementing an automatic block system with centralized equipment placement (ABTC). The study includes an analysis of modern domestic and international interval control systems, development of preliminary and main design documentation for the selected system, and presentation of technical solutions for building the cable network, signal light control systems, track circuits, level crossing signaling, and interlocking relays. Special attention is given to safety measures during construction and operation of automation systems. A comparative analysis of the system's effectiveness is conducted, and practical recommendations for implementation are provided. The project is supported by graphical materials and addresses key aspects of railway infrastructure automation in accordance with modern safety standards.

Keywords: automatic block, centralized equipment placement, railway safety, track circuits, signaling system, interval control, ABTC, telemechanics, infrastructure, railway transport automation.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет інформаційно – керуючих систем та технологій
Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
доцент, канд. техн. наук

«24» лютого 2025 р. Василь СОТНИК

ЗАВДАННЯ ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Коваленкові Євгенію Олександровичу.

1 Тема Обладнання ділянки залізниці «М – Н» системою автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання

керівник : Лазарев Олексій Владленович, старший викладач кафедри АТ
затверджені розпорядженням по факультету інформаційно – керуючих систем та технологій від «24» лютого 2025 року №11

2 Строк подання студентом закінченої роботи «2» червня 2025 року

3 Вихідні дані Колійний план ділянки перегону «М – Н». Нормативно – технічна документація із експлуатації та обслуговування пристроїв АБТЦ. Науково – технічна та періодична література із галузі ЗА. Експериментальні та статистичні дані якості роботи систем АБТЦ. Технічні умови для проєктування та будівництва АБТЦ. Інструкції з експлуатації та обслуговування пристроїв АБТЦ. Стандарти безпеки та нормативи щодо управління колійним рухом на перегонах. Дослідження з ефективності та надійності систем автоматизованого блокування та контролю. Порівняльний аналіз різних систем автоматизованого блокування та контролю за якістю роботи. Аналіз аварійності та безпеки руху по перегонах з використанням систем автоматизованого блокування.

4 Зміст розрахунково – пояснювальної записки

1 Аналіз наявних систем інтервального регулювання руху поїздів на перегонах

2 Розробка похідної проєктної документації автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання АБТЦ

3 Розробка основної проєктної документації автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання АБТЦ

4 Техніка безпеки при будівництві та експлуатації пристроїв і систем автоматики

5 Перелік графічного матеріалу

Схематичний план перегону

Колійний план перегону

Схеми рейкових кіл

Схеми керування вогнями світлофорів

Схеми кодування рейкових кіл

Схеми переїзної сигналізації

Схеми блокувальних реле

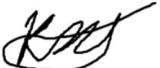
Схеми ув'язки між станціями

6 Дата видачі завдання « 24 » лютого 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз наявних систем інтервального регулювання руху поїздів на перегонах	25.02.2025	
2 Розробка похідної проєктної документації автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання АБТЦ	10.03.2025	
3 Розробка основної проєктної документації автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання АБТЦ	25.03.2025	
4 Техніка безпеки при будівництві та експлуатації пристроїв і систем автоматики	17.04.2025	

Примітка – Розгорнутий календарний план виконання випускної кваліфікаційної роботи наведений у додатку до завдання.

Студент  Євгеній КОВАЛЕНКО

Керівник  Олексій ЛАЗАРОВ

ДОДАТОК ДО ЗАВДАННЯ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Реферат	07.05.2025	
Вступ	25.02.2025	
1 Аналіз наявних систем інтервального регулювання руху поїздів на перегонах	25.02.2025	
1.1 Вітчизняні системи інтервального регулювання руху поїздів на перегонах	26.02.2025	
1.2 Закордонні системи інтервального регулювання руху поїздів на перегонах	26.02.2025	
1.3 Особливості побудови систем переїзної сигналізації в Україні та в світі	28.02.2025	
1.4 Аналіз систем, технічні вимоги та обрання системи для проектування	28.02.2025	
1.5 Висновки за розділом	28.02.2025	
2 Розробка похідної проєктної документації автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання АБТЦ	10.03.2025	
2.1 Структурна схема системи	10.03.2025	
2.2 Одонитковий план перегону	11.03.2025	
2.3 Розрахунок довжини ділянок наближення до переїзду	12.03.2025	
2.4 Колійний план перегону	19.03.2025	
2.5 Розробка кабельної мережі	23.03.2025	
2.6 Висновки за розділом	24.03.2025	
3 Розробка основної проєктної документації автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання АБТЦ	25.03.2025	
3.1 Схеми рейкових кіл	27.03.2025	
3.2 Схеми керування вогнями світлофорів	29.03.2025	
3.3 Схеми кодування рейкових кіл	02.04.2025	
3.4 Схеми переїзної сигналізації	04.04.2025	
3.5 Схеми блокувальних реле	07.04.2025	
3.6 Схеми ув'язки між станціями	09.04.2025	
3.7 Висновки за розділом	15.04.2025	
4 Техніка безпеки при будівництві та експлуатації пристроїв і систем автоматики	17.04.2025	
4.1 Аналіз небезпек при будівництві та експлуатації систем автоматики	19.04.2025	
4.2 Заходи з захисту від атмосферних перенапружень	21.04.2025	
4.3 Розрахунок захисного заземлення	24.04.2025	
4.4 Висновки за розділом	29.04.2025	
Висновки	03.05.2025	
Список використаної літератури	05.05.2025	

Студент



Євгеній КОВАЛЕНКО

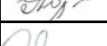
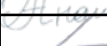
Керівник



Олексій ЛАЗАРСЬ

Зміст

Вступ	9
1 Аналіз наявних систем інтервального регулювання руху поїздів на перегонах	10
1.1 Вітчизняні системи інтервального регулювання руху поїздів на перегонах	10
1.2 Закордонні системи інтервального регулювання руху поїздів на перегонах	19
1.3 Особливості побудови систем переїзної сигналізації в Україні та в світі	28
1.4 Аналіз систем, технічні вимоги та обрання системи для проєктування	35
1.5 Висновки за розділом	36
2 Розробка похідної проєктної документації автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання АБТЦ	37
2.1 Структурна схема системи	37
2.2 Однонитковий план перегону	40
2.3 Розрахунок довжини ділянок наближення до переїзду	41
2.4 Колійний план перегону	44
2.5 Розробка кабельної мережі	44
2.6 Висновки за розділом	45
3 Розробка основної проєктної документації автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання АБТЦ	46
3.1 Схеми рейкових кіл	46
3.2 Схеми керування вогнями світлофорів	47

					ВКР 01.25.01.15.ПЗ			
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Обладнання дільниці залізниці «М – Н» системою автоматичного блокування з централізованим розміщенням обладнання	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Коваленко					6	92
Перевір.		Лазарев						
Рецензент		Корольова						
Н. контр.		Ананьєва						
Затв.		Сотник				УкрДУЗТ 135 – ОКСКРП – д22		

3.3 Схеми кодування рейкових кіл	48
3.4 Схеми переїзної сигналізації	52
3.5 Схеми блокувальних реле	53
3.6 Схеми ув'язки між станціями	54
3.7 Висновки за розділом	57
4 Техніка безпеки при будівництві та експлуатації пристроїв і систем автоматики	58
4.1 Аналіз небезпек при будівництві та експлуатації систем автоматики	58
4.2 Заходи з захисту від атмосферних перенапружень	65
4.3 Розрахунок захисного заземлення	70
4.4 Висновки за розділом	75
Висновки	76
Список використаних джерел	77
Додаток А Однонитковий план перегону	79
Додаток Б Колійний план перегону	80
Додаток В Схеми тональних рейкових кіл	81
Додаток Г Схеми сигнальних установок	82
Додаток Д Схеми тональних рейкових кіл, їх кодування та контроль жил кабелю	83
Додаток Е Схеми послідовності заняття рейкових кіл	84
Додаток Ж Схеми кодування перегінних рейкових кіл	85
Додаток З Схеми замикання та розмикання перегінних пристроїв	86
Додаток К Схеми управління автоматичною переїзною сигналізацією	87
Додаток Л Схеми релейної шафи переїзду зі світлофорною сигналізацією	88
Додаток М Схеми блокувальних реле	89
Додаток Н Чотирьохпровідна схема зміни напрямку руху на перегоні	90
Додаток О Схеми лінійних кіл	91
Додаток П Схеми поєднання станційних та перегінних систем автоматики і телемеханіки	92

Вступ

Автоблокування є ключовими технологіями в автоматичці, які застосовуються в залізничному транспорті. Вони виконують критичну роль в інтервальному контролі руху поїздів на міжстанційних ділянках, що сприяє безпеці та ефективності руху поїздів. На даний момент, на залізничній мережі найбільш розповсюдженими є релейні системи автоблокування. Ці системи використовують релейні технології для моніторингу та управління рухом поїздів.

Більшість ділянок обладнані системою автоблокування з числовим кодом (АБТ) з децентралізованим розташуванням обладнання. Це означає, що обладнання розташоване безпосередньо на ділянках, що дозволяє забезпечити більш точний моніторинг та управління рухом поїздів. Також широко застосовується система автоблокування з централізованим розташуванням обладнання (АБТЦ). Ця система використовується як стандартна для обладнання ділянок при новому будівництві та капітальному ремонті. Вона передбачає розміщення всього обладнання в одному централізованому місці, що спрощує обслуговування та підтримку системи.

Система АБТЦ використовує тональні рейкові кола для моніторингу та управління рухом поїздів. Вона передбачає не лише вивчення принципів конструкції майбутнього обладнання, але й розуміння фізики процесів, що відбуваються в електричних колах та електронних схемах, призначення та роль окремих вузлів та елементів. Важливо відзначити, що в майбутньому гарантується висококваліфіковане технічне обслуговування обладнання, оперативне виявлення та усунення пошкоджень без затримок поїздів. Це важливий аспект, оскільки будь – які затримки в русі поїздів можуть мати серйозні наслідки.

Слід врахувати сучасні вимоги до роботи залізничних систем, які вимагають все більшої автоматизації управління процесом перевезень. Перспективні системи автоматики та телемеханіки повинні мати якісно нові та більш широкі функціональні можливості в порівнянні з існуючими, забезпечувати підвищення рівня безпеки руху поїздів. Це важливий аспект, оскільки безпека руху поїздів є одним з основних пріоритетів на залізничному транспорті.

					ВКР 01.25.01.15.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У випускній кваліфікаційній роботі здійснено детальне та комплексне вивчення, пов'язане з обладнанням перегону між станціями «М – Н» дистанції сигналізації, централізації та блокування. Цей процес включав застосування системи з тональними рейковими колами з централізованим розташуванням апаратури типу АБТЦ. Система АБТЦ була вибрана як основа для цього процесу через низку переваг, які вона надає.

По – перше, вона дозволяє значно зменшити обсяг і час монтажних робіт під час введення в експлуатацію. Це може бути особливо корисним у ситуаціях, коли час є критичним фактором, що вимагає швидкого впровадження та запуску системи.

По – друге, використання системи АБТЦ дозволяє зменшити норму часу на обслуговування перегону. Це може призвести до підвищення ефективності роботи та зниження витрат на обслуговування, що є важливим аспектом для будь – якої організації, що прагне оптимізувати свої ресурси.

По – третє, обладнання перегону системою АБТЦ передбачає розміщення апаратури на постах ЕЦ, у транспортабельному модулі на перегоні. Це означає, що кількість апаратури, розташованої на перегоні, зводиться до мінімуму, що сприяє підвищенню ефективності та зниженню витрат. Це також дозволяє зменшити потребу в обслуговуванні та ремонті обладнання, що знаходиться на перегоні.

На сьогодні система АБТЦ розглядається як перспективний проект і активно впроваджується на мережі залізниць. Це свідчить про високу ефективність та надійність цієї системи, а також про те, що вона відповідає сучасним вимогам і стандартам в галузі залізничного транспорту. Це підтверджує її високу адаптивність до змінюваних умов роботи та здатність відповідати викликам сучасного залізничного та магістрального транспорту.

					ВКР 01.25.01.15.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1 Бойник А.Б., Кошовий С.В., Панченко С.В., Сотник В.А. Системи інтервального регулювання руху поїздів на перегонах. Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. 241с.

2 Кошевий С.В., Каменєв О.Ю., Бабаєв М.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Системи автоматики на перегонах». Частина 7. Методичні вказівки – Харків: УкрДУЗТ, 2015. 7с.

3 Сміт Д. Рівні та режими ETCS. Європейської Комісії. [Текст]. Наукова стаття за тематикою розвиток автоматизованих систем залізничного транспорту в Європі та світі: наукова стаття / Видавництво «Європасвіт» – Л: 2019.

4 Сміт Д. Системи керування рухом потягів на перегонах ETCS. [Текст]. Наукова стаття у журналі Транспорт Європи / Видавництво «Трейн» – Б: 2020.

5 Бойник А.Б., Кошовий С.В., Панченко С.В., Сотник В.А. Системи інтервального регулювання руху поїздів на перегонах. Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. 289с.

6 Бойник А.Б., Бойник В.В. Технічне вдосконалення перегінних систем залізничної автоматики. Вісник економіки транспорту і промисловості – 2004 – Вип. 8 – С. 72 – 77.

7 Бойник А.Б., Коваленко Г.В., Макаренко Р.В. Перспективні системи інтервального регулювання руху поїздів на перегонах // Залізнич. трансп. України. - 2005. – № 6. – С.23 –25.

8 Бойнік А.Б., Панченко С.В., Лазарєв О.В. Обладнання залізничного перегону пристроями автоматики і телемеханіки: методичні вказівки до курсового проекту №597 – Х.: ХарДАЗТ, 2002.

9 Бузанов С. П., Харламов В.Ф. Охорона праці на залізничному та магістральному транспорті. Навчальний посібник. – Х: 2008. 6с.

10 ДСТУ 12.1.012 – 08 «Вібраційна безпека. Загальні вимоги». [Текст]. – введений 20.05.2008. – К.: Вид-во стандартів, 2008. – 9с.

					ВКР 01.25.01.15.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 ДСТУ 2867 – 05 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги. [Текст]. – введений 01.01.2005. – К.: Вид-во стандартів, 2004. – 22с.

12 ДСТУ 32.120 – 06 Галузеві стандарти виготовленого освітлення об'єктів залізничного транспорту. Загальні вимоги. [Текст]. – введений 02.06.2006. – К.: Вид-во стандартів, 2006. – 3с.

13 ДСТУ 05.21 – 12. Захист працівників від шкідливого впливу хімічних речовин. [Текст]. – введений 22.11.2012. – К.: Вид-во стандартів, 2012. – 9с.

14 ДСТУ 40.1 – 1.21 – 09 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. [Текст]. – введений 01.02.2009. – К.: Вид-во стандартів, 2008. – 12с.

15 Зоричев А.Л. Застосування обмежувачів перенапруги для захисту електроживильних установок. К.: Енергоатом, 2015. – 356с.

16 Гуменюк О.Л. Розрахунок захисного заземлення як метод захисту від уражень електричним струмом. Методичні рекомендації з розрахунку захисного заземлення. – К: Вид-во «Транспортна безпека», 2010. – С.18 – 27.

					ВКР 01.25.01.15.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		