

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

ОБЛАДНАННЯ СТАНЦІЇ "Б" МЕТРОПОЛІТЕНУ СИСТЕМОЮ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

Пояснювальна записка

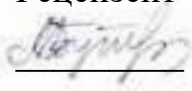
до випускної кваліфікаційної роботи першого
освітнього ступеня бакалавр

ВКР 01.25.01.30.ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти
групи 110 – ОКСКРП – д21
(робота виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

 Євген УСІЧЕНКО
Керівник старший викладач кафедри АТ

 Михайло УШАКОВ

Рецензент
 Володимир БУТЕНКО

Анотація

Бакалаврська кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавр за спеціальністю 273 Залізничний транспорт на тему Обладнання станції "Б" метрополітену системою мікропроцесорної електричної централізації. Український державний університет залізничного транспорту, кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів» – Харків, 2025 рік, 73 аркуші пояснювальної записки, містить 2 таблиці та 17 рисунків, список використаних джерел містить з 17 найменувань.

Бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена аналізу та розробці системи мікропроцесорної централізації (МПЦ) для керування рухом поїздів у метрополітенах. У першому розділі проведено огляд систем електричної централізації. Розглянуто зарубіжні рішення, які використовуються в метрополітенах світу, та особливості українських систем, зокрема їх застосування в Київському, Харківському та Дніпровському метрополітенах. Проаналізовано вимоги до МПЦ, такі як безпека, швидкість реакції та надійність. На основі аналізу сформульовано висновки щодо переваг мікропроцесорних систем над релейними. Другий розділ присвячено розробці проєкту для заданої станції «Б». Описано одонитковий і двонитковий плани станції, які визначають розташування колій і стрілок. Запропоновано структуру МПЦ, що включає центральний комп'ютер, контролери та мережу для передачі даних. Здійснено вибір програмованих контролерів, враховуючи їх продуктивність і сумісність. Проведено розрахунок кількості обладнання, необхідного для керування стрілками, сигналами та датчиками.

У третьому розділі розроблено схеми підключення колійних пристроїв, таких як датчики зайнятості колії та електроприводи стрілок, до системи МПЦ. Робота демонструє, як сучасні технології підвищують безпеку та ефективність метрополітенів. Результати можуть бути використані для модернізації станцій і впровадження МПЦ в Україні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МІКРОПРОЦЕСОРНА ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ; ЕЛЕКТРИЧНА ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ; МЕТРОПОЛІТЕН; КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ; ПРОГРАМОВАНІ КОНТРОЛЕРИ; КОЛІЙНІ ПРИСТРОЇ.

Abstracts

Bachelor's qualification work for a bachelor's degree in the specialty 273 Railway Transport on the topic Equipment of the subway station “B” with a microprocessor-based electrical centralization system. Ukrainian State University of Railway Transport, Department of Automation and Computerized Train Control - Kharkiv, 2025, 72 pages of explanatory note, contains 2 tables and 17 figures, the list of references includes 17 titles.

The bachelor's thesis is devoted to the analysis and development of a microprocessor-based centralization system (MSC) for train traffic control in subways. The first chapter provides an overview of electrical interlocking systems. The foreign solutions used in subways around the world and the peculiarities of Ukrainian systems, in particular their application in the Kyiv, Kharkiv, and Dnipro subways, are considered. The requirements for MPCs, such as safety, response time, and reliability, are analyzed. Based on the analysis, conclusions are drawn about the advantages of microprocessor-based systems over relay systems. The second section is devoted to the development of the project for the conditional station “B”. It describes the single-line and double-line station plans that determine the location of tracks and switches. The structure of the MPC is proposed, including a central computer, controllers, and a network for data transmission. The choice of programmable controllers is made, taking into account their performance and compatibility. The amount of equipment required to control the arrows, signals, and sensors is calculated.

In the third section, schemes for connecting track devices, such as track occupancy sensors and electric switch drives, to the MPC system are developed. The work demonstrates how modern technologies improve the safety and efficiency of subways. The results can be used to modernize stations and implement MPC in Ukraine.

KEYWORDS: MICROPROCESSOR-BASED CENTRALIZATION; ELECTRICAL CENTRALIZATION; SUBWAY; TRAIN TRAFFIC CONTROL; PROGRAMMABLE CONTROLLERS; TRACK DEVICES.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет інформаційно – керуючих систем та технологій

Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів

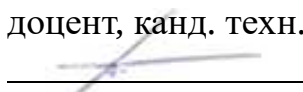
Ступінь вищої освіти: бакалавр

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

доцент, канд. техн. наук

 Василь СОТНИК

«24» 02 2025

ЗАВДАННЯ ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ПЕРШОГО ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

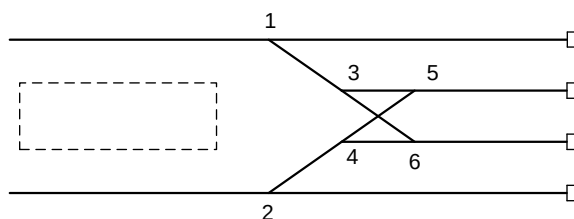
Усіченку Євгену В'ячеславовичу

1 Тема «Обладнання станції "Б" метрополітену системою мікропроцесорної електричної централізації»

Керівник Ушаков Михайло Віталійович, 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 «25» травня 2025 року

3 Вихідні дані схематичний план станції; кількість колій – 2, тупиків 4; кількість стрілок – 6; тип рейкових кіл - тональні рейкові кола; Правила технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ); Інструкція з технічного обслуговування пристроїв СЦБ СТП 13 – 005:2020; Інструкція з сигналізації ЦШ0001; Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки; ДСТУ 2860–94 "Надійність техніки; ДСТУ 3134–95 "Безпека залізничного транспорту; СТП УЗ 001–2005 "Загальні технічні вимоги до проектування систем СЦБ"; Інструкція з охорони праці для електромеханіка СЦБ.



4 Зміст розрахунково – пояснювальної записки

1 Аналіз систем керування для метрополітенів

2 Розроблення проекту станції "Б"

3 Схеми підключення колійних пристроїв

5 Перелік графічного матеріалу

1 Аналіз систем МПЦ

2 Однонитковий план станції

3 Двонитковий план станції

4 Структурна схема МПЦ

5 Принципові схеми керування та контролю колійними об'єктами

6 Принципові схеми ТРК для колійних ділянок

6 Дата видачі завдання «25» лютого 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз систем керування для метрополітенів	10.04.2025 р.	
2	Розроблення проєкту станції "Б"	07.05.2025 р.	
3	Схеми підключення колійних пристроїв	25.05.2025 р.	

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

Студент  Євген УСІЧЕНКО

Керівник  Михайло УШАКОВ

Зміст

Вступ	9
1. Аналіз систем керування для метрополітенів	10
1.1 Системи електричної централізації метрополітенів за кордоном	10
1.2 Системи електричної централізації України	25
1.3 Аналіз вимог що висуваються до мікропроцесорної централізації для метрополітенів	42
1.4 Висновок за розділом	47
2 Розроблення проекту станції "Б"	48
2.1 Одноритковий та дворитковий плани станції	48
2.2 Структура системи МПЦ	52
2.3 Вибір контролерів	56
2.4 Розрахунок кількості обладнання	61
3 Схеми підключення колійних пристроїв	64
Висновки	70
Список використаної літератури	71

					ВКР 01.25.01.30.ПЗ			
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Усіченко Є.В.			Обладнання станції "Б" метрополітену системою мікропроцесорної електричної	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Ушаков М.В.					8	72
Н. контр.		Ананьєва О.М.				УкрДУЗТ 110 – ОКСКРП – д21		
Затв.		Сотник В.О.						

Вступ

Метрополітен - це не просто транспортна артерія міста, а складний технологічний організм, що забезпечує чітку взаємодію всіх його елементів. Ця технологія діє як інтелектуальний координатор, об'єднуючи в єдину систему керування рухом поїздів, сигнальними пристроями та стрілочними механізмами. Наше дослідження зосереджене на технічному аналізі цього обладнання, його потенціалу та впливу на підвищення продуктивності метрополітену.

МПЦ замінює традиційні релейні системи, які, хоч і були надійними, не відповідали сучасним вимогам швидкості й адаптивності. Завдяки передовим мікропроцесорам нова система обробляє інформацію миттєво, дозволяючи оперативно реагувати на будь-які зміни в графіку чи умовах руху. До її складу входять сенсори, контролери та спеціалізоване програмне забезпечення, які відстежують стан шляхів, регулюють роботу світлофорів і керують стрілками. Це сприяє збільшенню пропускної спроможності станції, скороченню затримок і зниженню ймовірності помилок, спричинених людським фактором [1].

Унікальність МПЦ полягає в її модульній архітектурі та функції самодіагностики. Система самостійно аналізує свою роботу, виявляючи можливі проблеми ще до їх серйозного прояву, що зменшує витрати на технічне обслуговування та підвищує рівень безпеки пасажирів. Крім того, вона легко інтегрується з іншими технологічними рішеннями метро, створюючи основу для подальших інновацій [1].

Встановлення МПЦ на станції "Б" - це не просто оновлення обладнання, а перехід до концепції розумного метрополітену, де технології забезпечують максимальну ефективність і комфорт.

					ВКР 01.25.01.30.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Системи керування метрополітеном, описані в роботі, підкреслюють, наскільки важливі сучасні технології для безпечного та зручного руху поїздів. Вивчення закордонних систем електричної централізації показує, що вони використовують новітні мікропроцесорні рішення, які роблять керування надійним і автоматичним. В Україні такі технології поки що менш поширені, але старі релейні системи поступово замінюються на сучасні мікропроцесорні. Для мікропроцесорної централізації метрополітенів важливо, щоб вона була безпечною, швидкою, легко адаптувалася до змін і могла працювати разом з іншими системами.

Проект станції "Б" охоплює створення одониткового та двониткового планів, які визначають, як розташовані колії та обладнання.

МПЦ RWA Railwayautomatic для станції базується на програмованих логічних контролерах, які обробляють інформацію від стрілок, світлофорів і датчиків на коліях та самих рейкових кіл.

При виборі враховували їхню надійність, сумісність з іншими пристроями та здатність швидко реагувати тому обрали PLC Modicon Quantum які є оптимальним вибором для нашої системи. Розрахунок кількості обладнання гарантує, що станція буде повністю оснащена для безперебійної роботи.

Схеми підключення пристроїв на коліях таких як стрілок, світлофорів, та рейкових кіл до МПЦ забезпечують точне керування та постійний контроль. Вони використовують захищені канали передачі даних, резервні контролери та системи перевірки, щоб уникнути збоїв і забезпечити безпеку руху.

МПЦ RWA Railwayautomatic для станції "Б" - це сучасне рішення, яке робить керування метрополітеном безпечнішим, ефективнішим і зручнішим, відповідаючи вимогам сучасних технологій.

					ВКР 01.25.01.30.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1 Проектування та впровадження систем електричної централізації в метрополітенах: зб. матеріалів наук.-техн. конф. - Київ: КП "Київський метрополітен", 2020. - 84 с.

2 Metro de Madrid. Технологічні інновації в метро Мадрида [Електронний ресурс]. Metro de Madrid. - 2023. - Режим доступу: <https://www.metromadrid.es/en/about-us/technology> - (Дата звернення 10.05.2025р.)

3 Міжнародний союз систем метрополітенів. Системи сигналізації в метрополітені та автоматизації: огляд ASFA і FAP іспанською мовою [Електронний ресурс] // UIC - International Union of Railways. - 2020. - Режим доступу: <https://www.uic.org/rail-system/signalling> - (Дата звернення 10.05.2025р.)

4 Alstom. Автоматичні системи захисту поїздів EBICAB [Електронний ресурс]. Офіційний вебсайт Alstom. - 2023. - Режим доступу: <https://www.alstom.com/solutions/signalling/ebicab-atp> - (Дата звернення 10.05.2025р.)

5 AŽD Praha. Мікропроцесорна централізація ESA 11M [Електронний ресурс] // Офіційний вебсайт AŽD Praha. - 2023. - Режим доступу: <https://www.azd.cz/en/products/signalling-systems/esa-11m> - (Дата звернення 11.05.2025р.)

6 Київський метрополітен. Технічна інфраструктура та безпека руху [Електронний ресурс] // Офіційний вебсайт Київського метрополітену. - 2023. - Режим доступу: <https://www.metro.kyiv.ua/uk/technology-safety> - (Дата звернення 11.05.2025р.)

7 RWA. Мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів [Електронний ресурс] // RWA - Залізнична автоматика. - 2023. - Режим доступу: <https://rwa.ua/microprocessor-centralization> - (Дата звернення 11.05.2025р.)

8 Дніпровський метрополітен [Електронний ресурс]. Вікіпедія - вільна енциклопедія. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Дніпровський метрополітен](https://uk.wikipedia.org/wiki/Дніпровський_метрополітен) - Дата звернення: 11.05.2025.

					ВКР 01.25.01.30.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 RWA Railwayautomatic [Електронний ресурс] - Офіційний сайт. - Режим доступу: <https://rwa.ua> - Інформація про впровадження мікропроцесорної централізації в Київському метрополітені. - Дата звернення: 11.05.2025.

10 RWA Railwayautomatic. Проект впровадження мікропроцесорної централізації в Харківському метрополітені [Електронний ресурс] // Офіційний сайт RWA. - Режим доступу: <https://rwa.ua/uk/proektyi/kharkovsubway>. - Дата звернення: 11.05.2025.

11 RWA Railwayautomatic. Досвід впровадження мікропроцесорних систем у Харківському та Київському метрополітені [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://rwa.ua/uk/stati/opyit-vnedreniya-mikroprotsessornyih-sistem.html> - (Дата звернення 11.05.2025р.)

12 Карташов В. В. Посібник з лекцій із дисципліни "Автоматизовані системи керування технологічними процесами". – Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2017. – 148 с.

13 Офіційний сайт компанії Schneider Electric Україна. Веб-сайт: <https://www.se.com/ua/uk/product-range/538-modicon-quantum/#products> (дата звернення: 16.05.2025)

14 Schneider Electric. PLC, ПКС-сумісні контролери, віддалений ввід/вивід [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.se.com/ua/uk/product-category/3900-PLC-пксумісні-контролери-віддалений-ввід-вивід> - (Дата звернення: 16.05.2025 року).

15 RWA Railwayautomatic. Офіційний сайт компанії. Розділ опису схематичних рішень. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://rwa.ua/> - (Дата звернення: 16.05.2025 року).

16. Siemens AG. SIMATIC Контролери, системи автоматизації для транспорту [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://new.siemens.com/ua/uk/products/automation/simatic.html> - (Дата звернення: 16.05.2025 року).

17. Advantech. Автоматизація залізничного транспорту: промислові контролери та модулі вводу/виводу [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.advantech.com/railway-automation> - (Дата звернення: 16.05.2025 року).

					ВКР 01.25.01.30.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		