

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ СТАНЦІЇ О ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО РУХУ

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи першого освітнього ступеня «бакалавр»

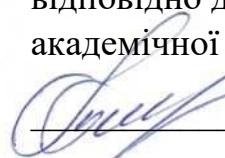
ВКР 01.25.02.35.ПЗ

Галузь знань – 15 Автоматизація та приладобудування

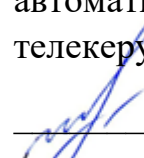
Спеціальність – 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Виконав: Здобувач IV курсу групи
134-АКІТ-з22

(роботу виконано самостійно,
відповідно до принципів
академічної доброчесності)

 Руслан ТИЩЕНКО

Керівник: PhD, доцент кафедри
автоматики та комп'ютерного
телекерування рухом поїздів

 Олена ЩЕБЛИКІНА

Рецензент доцент кафедри
«Експлуатація та ремонт рухомого
складу»

 Олександр ОБОЗНИЙ

Харків – 2025 р.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет інформаційно-керуючих систем та технологій

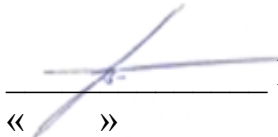
Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів

Ступінь: бакалавр

Спеціальність: 151 «Автоматика та автоматизація на транспорті»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
доцент, к. техн. наук

 В.О. Сотник
« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Руслана Васильовича Тищенко

1 Тема «Модернізація системи електричної централізації для станції О для впровадження високошвидкісного руху», керівник Щебликіна, PhD, доцент, затверджена розпорядженням по факультету інформаційно-керуючих систем та технологій від 24.03.2025 року №11

2 Строк подання студентом закінченої роботи 6.06.2025 року.

3 Вихідні дані Норми технологічного проектування пристроїв автоматики телемеханіки на залізничному транспорті України. Мікропроцесорна електрична централізація МПЦ-У Альбом 1-4. Мікропроцесорна централізація стрілок та сигналів МПЦ-У Принципи побудови 421418.001ПП. Мікропроцесорна централізація стрілок та сигналів МПЦ-У Технічний опис МПЦ-У 421418.001 ТО.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки

- 4.1. Аналіз об'єкту автоматизації
- 4.2. Розроблення основної проектної документації
- 4.3. Розроблення принципів технічних рішень
- 4.4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5 Перелік графічного матеріалу

- 5.1. Аналіз досліджень за темою роботи
- 5.2. План станції
- 5.3. Структурна схема системи
- 5.4. Принципові схемні рішення

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання 24.03.2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Обґрунтування впровадження систем мікропроцесорної централізації	01.04.2025 р.	
Розроблення основної проектної документації	20.05.2025 р.	
Розроблення принципів технічних рішень системи керування станцією	20.05.2025 р.	
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	06.06.2025 р.	

Примітка – Розгорнутий календарний план виконання дипломного проекту наведений у додатку до завдання.

Здобувач



Руслан ТИЩЕНКО

Керівник



Олена ЩЕБЛИКІНА

ДОДАТОК ДО ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ
КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
Реферат	06.06.2025 р.	
Вступ	01.04.2025 р.	
1 Аналіз систем електричної централізації в контексті модернізації для високошвидкісного руху	01.04.2025 р.	
1.2 Загальна характеристика та класифікація існуючих систем електричної централізації	01.04.2025 р.	
1.3 Аналіз мікропроцесорних систем керування рухом поїздів на станції	01.04.2025 р.	
Висновки по 1 розділу	01.04.2025 р.	
1.4 Висновки по розділу	01.04.2025 р.	
2 Експлуатаційна частина модернізації системи електричної централізації для станції О для впровадження високошвидкісного руху	20.04.2025 р.	
2.1 Характеристика станції «О»	20.04.2025 р.	
2.2 Модернізація системи керування	20.04.2025 р.	
2.3 Висновки по другому розділу	20.04.2025 р.	
3. Розроблення схемних рішень системи електричної централізації для станції О для впровадження високошвидкісного руху	20.04.2025 р.	
3.1 Схеми керування сигналами	20.05.2025 р.	
3.2 Схеми контролю та керування стрілочними електроприводами	20.05.2025 р.	
3.3 Схеми контролю станційних рейкових кіл	20.05.2025 р.	
3.4 Схеми управління інтерфейсними реле	20.05.2025 р.	

3.5 Схеми управління кодуванням колійних ділянок	20.05.2025 р.	
3.5 Пристрої електроживлення	20.05.2025 р.	
3.6 Висновки по розділу	20.05.2025 р.	
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	06.06.2025 р.	
4.1 Загальні положення з охорони праці	06.06.2025 р.	
4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи	06.06.2025 р.	
4.3 Вимоги електробезпеки при виконанні робіт	06.06.2025 р.	
4.4 Вимоги безпеки після закінчення роботи	06.06.2025 р.	
4.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях	06.06.2025 р.	
4.6 Охорона праці при роботі зі складовими мікропроцесорної централізації	06.06.2025 р.	
Висновки	06.06.2025 р.	
Список використаних джерел	06.06.2025 р.	

Здобувач

Руслан ТИЩЕНКО

Керівник

Олена ЩЕБЛИКІНА

Анотація

Робота присвячена модернізації системи електричної централізації для станції «О» з метою впровадження високошвидкісного руху. Проведено аналіз еволюції систем ЕЦ, починаючи від механічних систем, таких як стрілочні замки Мелентьева та маршрутно-контрольні пристрої Наталевича, до сучасних релейних та мікропроцесорних систем централізації (МПЦ). Досліджено функціональні можливості, архітектурні рішення, переваги та недоліки різних типів МПЦ, що застосовуються у світі та в Україні.

У роботі визначено експлуатаційні характеристики станції «О» як проміжної станції 5-го класу та обґрунтовано вибір вітчизняної системи МПЦ-У для модернізації. Представлено функціональну та структурну схеми МПЦ-У. Розроблено принципові схеми підключення та з'єднання технічних засобів системи мікропроцесорної централізації.

Здійснено розрахунок економічної ефективності від впровадження модернізованої системи мікропроцесорної централізації на станції «О». Визначено ключові чинники, що впливають на економічну ефективність. Розраховано річний економічний ефект та термін відшкодування капітальних вкладень.

Окремий розділ присвячено питанням охорони праці та виробничої безпеки. Проведено аналіз шкідливих та небезпечних факторів, що впливають на обслуговуючий персонал при експлуатації та технічному обслуговуванні МПЦ. Описано заходи щодо забезпечення безпечних умов праці, що включають конструкційні засоби електробезпеки (захисні оболонки, огороження, автоматичні вимикачі), технічні засоби (захисне заземлення, захисне відключення електроживлення, електричне розділення) та організаційні заходи (навчання персоналу, здача екзаменів). Також наголошено на забезпеченні пожежної безпеки відповідно до норм.

Ключові слова: модернізація, електрична централізація, високошвидкісний рух, мікропроцесорна централізація, охорона праці, економічна ефективність.

Abstract

This paper is devoted to the modernization of the electrical centralization system for station “O” with the aim of introducing high-speed traffic. An analysis of the evolution of EC systems has been carried out, starting from mechanical systems, such as Melentyev's switch locks and Natalievich's route control devices, to modern relay and microprocessor centralization systems (MPC). The functional capabilities, architectural solutions, advantages, and disadvantages of various types of MPCs used in the world and in Ukraine were investigated.

The paper determines the operational characteristics of station “O” as an intermediate station of the 5th class and justifies the choice of the domestic MPC-U system for modernization. The functional and structural diagrams of the MPC-U are presented. Schematic diagrams of the connection and interconnection of technical means of the microprocessor centralization system have been developed.

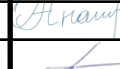
The economic efficiency of implementing a modernized microprocessor-based centralization system at station “O” has been calculated. Key factors affecting economic efficiency have been identified. The annual economic effect and the payback period for capital investments have been calculated.

A separate section is devoted to occupational health and safety issues. An analysis of harmful and hazardous factors affecting service personnel during the operation and maintenance of the MPC has been carried out. Measures to ensure safe working conditions are described, including structural electrical safety measures (protective covers, fences, automatic circuit breakers), technical measures (protective grounding, protective power cut-off, electrical separation), and organizational measures (staff training, examinations). Fire safety in accordance with regulations is also emphasized.

Keywords: modernization, electrical centralization, high-speed movement, microprocessor centralization, occupational safety, economic efficiency.

Зміст

Вступ.....	9
1 Аналіз систем електричної централізації в контексті модернізації для високошвидкісного руху	10
1.1 Загальна характеристика та класифікація існуючих систем електричної централізації	10
1.2 Аналіз мікропроцесорних систем керування рухом поїздів на станції.....	15
1.3 Висновки по 1 розділу	41
2 Експлуатаційна частина модернізації системи електричної централізації для станції О для впровадження високошвидкісного руху	43
2.1 Характеристика станції «О».....	43
2.2 Модернізація системи керування	44
2.3 Висновки по другому розділу	54
3 Розроблення схемних рішень системи електричної централізації для станції О для впровадження високошвидкісного руху	55
3.1 Схеми керування сигналами	55
3.2 Схеми контролю та керування стрілочними електроприводами.....	58
3.3 Схеми контролю станційних рейкових кіл.....	60
3.4 Схеми керування інтерфейсними реле	61
3.5 Монтажні схеми	64
3.6 Висновки по третьому розділу	65
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	66
4.1 Загальні положення з охорони праці	66
4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи	68
4.2 Вимоги електробезпеки при виконанні робіт	69
4.3 Вимоги безпеки після закінчення роботи.....	70
4.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	71
4.5 Охорона праці при роботі зі складовими мікропроцесорної централізації ...	71
Висновки	74
Список використаних джерел	76

					ВКР 01.25.02.35.ПЗ			
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тищенко Р.В.			Модернізація системи електричної централізації для станції О для впровадження високошвидкісного руху	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Щебликіна О.В.					7	78
Н. контр.		Ананьєва О.М.				УкрДУЗТ 134-АКІТ-з22		
Затв.		Сотник В.О.						

Додаток А Однонитковий план станції.....	79
Додаток Б Схеми керування сигналами.....	80
Додаток В Схеми контролю та керування стрілочними електроприводами	81
Додаток Г Схеми контролю станційних рейкових кіл	82
Додаток Д Схеми керування лампами світлофорів	83

					ВКР 01.25.02.35.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Розробка та впровадження сучасних систем електричної централізації є ключовим елементом модернізації залізничної інфраструктури, особливо в контексті інтеграції високошвидкісного руху. У роботі розглянуто та запропоновано комплексне рішення для модернізації системи ЕЦ, що є критично важливим для підвищення пропускнуєї спроможності, безпеки та ефективності залізничних перевезень.

Метою роботи є розроблення проєкту модернізації системи електричної централізації на станції О з урахуванням сучасних вимог що висуваються до високошвидкісного руху та забезпеченням високого рівня безпеки та надійності.

У рамках роботи проведено детальний аналіз існуючих систем електричної централізації, їх переваг та недоліків, а також розглянуто світовий досвід впровадження високошвидкісного руху та адаптації систем сигналізації. Особливу увагу було приділено нормативній базі України та міжнародним стандартам, що регулюють функціонування залізничних систем, зокрема ДСТУ EN 50126, ДСТУ EN 50128 та ДСТУ EN 50129, що встановлюють вимоги до безпеки, надійності, готовності, ремонтпридатності та безпеки (RAMS) залізничних систем.

Запропонована модернізація передбачає впровадження мікропроцесорної електричної централізації, яка забезпечує значно вищий рівень функціональності, діагностики та інтеграції порівняно з релейними системами. Зокрема, розроблено структурну схему модернізованої ЕЦ, обґрунтовано вибір обладнання та технологічних рішень, що відповідають сучасним вимогам.

Важливим аспектом роботи є розділ з охорони праці, в якому проаналізовано потенційні ризики при експлуатації модернізованої системи та розроблено заходи з їх мінімізації. Це включає дотримання вимог Закону України «Про охорону праці», Правил безпечної експлуатації електроустановок, а також інших нормативно-правових актів, що забезпечують безпеку працівників залізничного транспорту.

					ВКР 01.25.02.35.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практична цінність роботи полягає в тому, що запропоновані рішення можуть бути використані при проєктуванні та впровадженні систем електричної централізації на інших залізничних станціях України, що прагнуть інтегрувати високошвидкісний рух. Модернізація системи керування надасть змоги:

- збільшити пропускну спроможність залізничної дільниці завдяки автоматизації процесів та підвищенню швидкості обробки маршрутів;
- підвищити рівень безпеки руху поїздів за рахунок впровадження сучасних засобів діагностики, контролю та підвищеної надійності мікропроцесорних систем;
- зменшити експлуатаційні витрати шляхом оптимізації технічного обслуговування та зменшення кількості відмов обладнання;
- забезпечити сумісність з вимогами високошвидкісного руху, що є критично важливим для майбутнього розвитку залізничної мережі України.

Усі поставлені задачі виконані, а запропоновані технічні рішення є обґрунтованими та відповідають сучасним тенденціям розвитку залізничного транспорту. Результати роботи підтверджують можливість ефективної модернізації існуючої інфраструктури для потреб високошвидкісного руху, що відкриває нові перспективи для українських залізниць.

					ВКР 01.25.02.35.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Мойсеєнко В.І. Мікропроцесорні системи залізничної автоматики. Частина 1. Централізація стрілок та сигналів: навчальний посібник. Харків: Транспорт України, 1999. 148 с.
2. Станційні системи автоматики. Обладнання станції пристроями БМРЦ: навчальний посібник / З. В. Довнар, С. О. Радковський, В.З. Рахматов, Т.І Семикова. Донецьк: ДонІЗТ, 2006.
3. Системи мікропроцесорної централізації компанії Siemens в Литві. Залізничі світу. 2009. №9. С. 56–71.
4. ПрАТ «СНВО «Імпульс». Мікропроцесорна система МПЦ-У. URL: <http://www.imp.lg.ua> (дата звернення: 20.05.2025).
5. Лапко А.О., Каменєв О.Ю., Сагайдачний В.Г., Коцюб Т.А. Експлуатаційні показники роботи пристроїв залізничної автоматики. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2019. Вип. 3. С. 37–44.
6. Мікропроцесорна централізація «НВП «Залізничавтоматика». Офіційний сайт НВП "Залізничавтоматика". URL: <http://za.ua/produkcija/mpc> (дата звернення: 25.05.2025).
7. Система мікропроцесорної централізації МПЦ-С. Офіційний сайт НВП "Іпра-Софт". URL: <http://ipra-soft.com/products/mpc-s> (дата звернення: 25.05.2025).
8. Кустов В.Ф. Основи теорії надійності та функційної безпечності систем залізничної автоматики: навч. посібник для вузів. Харків: УкрДАЗТ, 2008. 218 с.
9. Юрченко Ю.М., Жердєв М.Д., Мирошніченко Ю.В. Методичні вказівки до виконання розрахунків в дипломних проектах з розділу "Визначення економічної ефективності заходів у галузі автоматики, телемеханіки та інформаційних технологій на залізничному транспорті". Харків: УкрДАЗТ, 2012. 31 с.
10. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-XII. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668.

					ВКР 01.25.02.35.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: підручник. Львів: УАД, 2006. 336 с.
12. ДСТУ 4178:2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробування. [Чинний від 2003–07–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 32 с.
13. Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті: Наказ Міністерства інфраструктури України від 21.12.2009 № 1322.
14. Правила технічної експлуатації залізниць України: Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 20.12.1996 № 411.
15. Козар Л. М. та ін. Студентська навчальна звітність. Загальні вимоги до викладення та оформлення: метод. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2015. 54 с.
16. Arastéh A. et al. Analysis of European high-speed railway projects: A comparison of infrastructure and operational parameters. Journal of Rail Transport Planning & Management. 2021. Vol. 20. 100275.
17. ERTMS/ETCS. What is ERTMS? European Union Agency for Railways. URL: https://www.era.europa.eu/activities/ertms_en (дата звернення: 26.05.2025).
18. CENELEC EN 50129:2018. Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling.
19. Гаврилюк М.І. Перспективи впровадження високошвидкісного руху в Україні та вимоги до залізничної інфраструктури. Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2019. Вип. 183. С. 15-22.
20. Закон України «Про охорону праці». № 2694-ХІІ. (1992, 14 жовтня).
21. НПАОП 0.00-1.71-13. Правила охорони праці під час роботи з інструментами та пристроями. Затверджено наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 26.01.2013 № 67.
22. НПАОП 40.1-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів. Затверджено наказом Комітету по нагляду за охороною праці України від 09.02.2001 № 37.

					ВКР 01.25.02.35.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. НПАОП 60.1-1.48-00. Правила безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях. Затверджено наказом Міністерства транспорту України від 28.12.2000 № 761.

24. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено наказом Комітету по нагляду за охороною праці України від 09.01.1998 № 4.

25. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України від 25.07.2006 № 258.

26. ДБН В.2.5-56:2014. Електростанції теплові та атомні, електричні мережі. Електрообладнання. Проектування.

27. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ).

28. Кодекс цивільного захисту України. № 5403-VI. (2012, 02 жовтня).

29. Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2014). Затверджено наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417.

					ВКР 01.25.02.35.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		