

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ
НА ОСНОВІ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ**

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи першого
освітнього ступеня бакалавр

ВКР 01.25.01.02.ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти

групи 133-АКІТ-Д22

(робота виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

_____ Олексій ВОРОБІЙОВ

Керівник кандидат технічних наук, доцент

_____ Ольга АНАНЬЄВА

Рецензент

Харків 2025 рік

Анотація

Дипломна робота присвячена розробці системи автоматизації управління рухом поїздів на основі мікропроцесорної централізації (МПЦ). Розглянуто принципи побудови систем керування рухом поїздів на станціях, проаналізовано сучасні системи автоматизації, зокрема МПЦ-У, АС МПЦ та Ebilock-950.

В роботі представлені результати розробки проектної та технічної документації, включаючи одонитковий та двонитковий плани станції, структурну та функціональну схеми системи Ebilock-950, схеми керування світлофорами та стрілочними переводами. Виконано розрахунок петлі зв'язку мікропроцесорної системи централізації Ebilock-950.

Окремий розділ присвячено питанням охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, де проведено аналіз шкідливих виробничих факторів та розроблені заходи щодо приведення умов праці у відповідність з вимогами. Також представлено розробку та розрахунок захисного заземлення апаратури МПЦ.

Ключові слова: МІКРОПРОЦЕСОРНА ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ, БЕЗПЕКА РУХУ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЗАЗЕМЛЕННЯ, ЕВІЛОСК-950, ЕЛЕКТРИЧНА ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ, СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.

ABSTRACT

The thesis is devoted to the development of a train traffic control automation system based on microprocessor interlocking (MPC). The principles of train traffic control systems at stations are considered, modern automation systems, in particular MPC-U, AC MPC and Ebilock-950, are analyzed.

The paper presents the results of the development of project and technical documentation, including single-line and double-line station plans, structural and functional diagrams of the Ebilock-950 system, control circuits for traffic lights and turnouts. The calculation of the communication loop of the Ebilock-950 microprocessor interlocking system was performed.

A separate section is devoted to occupational safety and health and safety in emergency situations, where an analysis of harmful production factors is carried out and measures are developed to bring working conditions in accordance with the requirements. The development and calculation of protective grounding of MPC equipment is also presented.

Keywords: MICROPROCESSOR INTERLOCKING, AUTOMATION, TRAIN TRAFFIC CONTROL, TRAFFIC SAFETY, OCCUPATIONAL SAFETY, GROUNDING, EBILOCK-950, ELECTRIC INTERLOCKING, CONTROL SYSTEMS.

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

Воробйову Олексію Володимировичу

1 Тема «Розробка системи автоматизації управління рухом поїздів на основі мікропроцесорної централізації», керівник Ананьєва О.В., д. т. н., професор, затверджена розпорядженням по факультету інформаційно-керуючих систем та технологій від «24» лютого 2025 року №11

2 Строк подання студентом закінченої роботи «10» червня 2025 року.

3 Вихідні дані

Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України. Мікропроцесорна електрична централізація Ебілок-950 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 проектної документації
- 4.3. Розроблення технічної документації
- 4.4. Охорона праці та безпека в 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

5.5. Результати досліджень

6 Консультанти окремих розділів

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

7 Дата видачі завдання «24» лютого 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Обґрунтування впровадження систем мікропроцесорної централізації	01.04.2025 р.	
2 Розроблення проектної документації	20.04.2025 р.	
3 Розроблення технічної документації	20.05.2025 р.	
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	06.06.2025 р.	

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

Студент

Олексій ВОРОБІЙОВ

Керівник

Ольга АНАНЬЄВА

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 об'єкту автоматизації	01.04.2025 р.	
1.1 Характеристика об'єкту автоматизації	01.04.2025 р.	
1.2 Принципи побудови систем керування рухом поїздів на станціях	01.04.2025 р.	
1.3 Аналіз систем автоматизації управління рухом поїздів на основі мікропроцесорної централізації	01.04.2025 р.	
2 Розроблення проектної документації	01.04.2025 р.	
2.1 Розроблення одониткового та двониткового планів станції	20.04.2025 р.	
2.2 Розроблення структурної та функціональної схем системи	20.04.2025 р.	
3 Розроблення технічної документації	20.04.2025 р.	
3.1 Розроблення схем керування світлофорами	20.04.2025 р.	
3.2 Розроблення схем керування стрілочними переводами	20.04.2025 р.	
3.3 Розрахунок петлі зв'язку мікропроцесорної системи централізації Ebilock-950	20.05.2025 р.	
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.05.2025 р.	
4.1 Загальні положення	20.05.2025 р.	
4.2 Аналіз шкідливих виробничих факторів	06.06.2025 р.	
4.3 Розроблення заходів щодо приведення умов праці у відповідність з вимогами	06.06.2025 р.	
4.4 Розроблення та розрахунок захисного заземлення апаратури МПЦ	06.06.2025 р.	
Список використаних джерел	06.06.2025 р.	

Студент

Олексій ВОРОБІЙОВ

Керівник

Ольга АНАНЬЄВА

Зміст

Вступ	8
1 Аналіз об'єкту автоматизації	9
1.1 Характеристика об'єкту автоматизації.....	9
1.2 Принципи побудови систем керування рухом поїздів на станціях	10
1.3 Аналіз систем автоматизації управління рухом поїздів на основі мікропроцесорної централізації	17
2 Розроблення проектної документації	21
2.1 Розроблення одониткового та двониткового планів станції.....	21
2.2 Розроблення структурної та функціональної схем системи	26
3 Розроблення технічної документації.....	44
3.1 Розроблення схем керування світлофорами	44
3.2 Розроблення схем керування стрілочними переводами.....	47
3.3 Розрахунок петлі зв'язку мікропроцесорної системи централізації Ebilock-950.....	52
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	58
4.1 Загальні положення	58
4.2 Аналіз шкідливих виробничих факторів.....	59
4.3 Розроблення заходів щодо приведення умов праці у відповідність з вимогами	61
4.4 Розроблення та розрахунок захисного заземлення апаратури МПЦ... ..	63
Список використаних джерел.....	68
Додаток А Одонитковий план станції.....	72
Додаток Б Двонитковий план станції.....	73
Додаток В Принципова схема керування вхідним світлофором	74

					ВКР 01.25.01.02 ПЗ			
мн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Розробка системи автоматизації управління рухом поїздів на основі мікропроцесорної централізації	Літ.	Арк.	Аркуші
Розробив		Воробйов О.В.						
Перевірів		Ананьєва О.М.					8	
Н. Контр.		Сосунов О.О.				УкрДУЗТ		
Затверд.		Сотник В.О.						

Вступ

Залізничний транспорт відіграє ключову роль в економіці України, забезпечуючи перевезення значних обсягів вантажів та пасажирів. Ефективність та безпека залізничних перевезень безпосередньо залежать від рівня автоматизації процесів управління рухом поїздів. В умовах зростаючих вимог до пропускної здатності залізниць та підвищення стандартів безпеки, впровадження сучасних систем автоматизації стає не лише бажаним, але й необхідним кроком.

Залізничні станції є ключовими вузлами залізничної мережі, слугуючи точками з'єднання та розгалуження для руху поїздів. Ефективне та безпечне керування рухом у цих зонах має першорядне значення для загальної продуктивності мережі, безпеки пасажирів та надійності вантажних перевезень.

Одним з найбільш перспективних напрямків у цій галузі є використання мікропроцесорних централізацій (МПЦ). МПЦ являють собою сучасні комп'ютерні системи, які забезпечують автоматизоване управління стрілками та сигналами на станціях і перегонах, підвищуючи таким чином безпеку руху, скорочуючи інтервали між поїздами та оптимізуючи використання інфраструктури.

Актуальність роботи визначається необхідністю модернізації існуючих систем керування рухом на залізницях України шляхом впровадження передових технологій, зокрема мікропроцесорних централізацій. Розробка та дослідження ефективної системи автоматизації управління рухом поїздів на основі МПЦ є важливим завданням для підвищення ефективності та безпеки залізничного транспорту.

					ВКР 01.25.01.02 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1 Диспетчерське керування рухом поїздів на швидкісних та високошвидкісних магістралях: Навч. посібник / С. В. Панченко, Т. В. Бутько, А. В. Прохорченко та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 153 с., рис. 105. ISBN 978-617-654-104-2

2 Клюєв С.О. Підвищення безпеки систем залізничної автоматики і телемеханіки / Збірник наукових праць ДУІТ. Серія «Транспортні системи і технології», 2018. Вип.32. Т.2. 32-40с.

3 Петренко А. Б. Мікропроцесорні системи централізації МПЦ-У та автоматичного блокування МАБ-У [Текст]: навчальний посібник / А. Б. Петренко, С. О. Радковський, А. Б. Бойнік. – Сєвєродонецьк: СНВО «Імпульс», 2014

4 Автоматизовані системи керування рухом поїздів на станціях: Навч. посібник./ Мойсеєнко В.І., Сотник В.О., Змій С.О., Щєбликіна О.В. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 184 с., рис. 70, табл. 26.

5 Відомчі норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України, наказ від 17.04.2003 № 105-Ц.

6 Правила технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ). Наказ МТЗУ від 20.12.1996 р. №411. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25. 02.1997р. за №50/1854. Із змінами і доповненнями, внесеними наказами МТУ від 08.06.1998р №226, від 23.07.1999р №386, від 19.03.2002р №179.

7 Інструкція з сигналізації на залізницях України. ЦШ-0001. Наказ МТЗУ від 23.06.2008 р. №747.

8 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України. ЦД-0058. Наказ МТЗУ від 31.08.2005 р. №507.

9 Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) ЦШЕОТ/0018, наказ МТУ від 12.10.1999 №492.

					ВКР 01.25.01.02 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) ЦШ-0060, наказ від 07.10209 №090-ЦЗ.

11 Правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізницях України ЦШ/0030, наказ від 17.11.03 № 288-Ц.

12 ERTMS : the european rail traffic management system | Voie Libre, Last revision: 18/02/2024, <https://voie-libre.com/en/ertms-european-rail-traffic-management-system/>

13 Positive Train Control (PTC) Monitoring and Analysis of the Integrated Network (MAIN) – Phase I. U.S. Department of Transportation / DOT/FRA/ORD-19/45 Final Report December 2019

14 Calvert, J.B. (1999-05-29). "Centralized Traffic Control". Archived from the original on 2021-04-19 https://en.wikipedia.org/wiki/Centralized_traffic_control

15 Why Japan's Rail Workers Can't Stop Pointing at Things A seemingly silly gesture is done for the sake of safety. by Allan Richarz – Atlas. March 29, 2017, <https://www.atlasobscura.com/articles/pointing-and-calling-japan-trains>

16 Overview of the Full Electronic Interlocking System / Yu Jia / Journal of Innovation and Development ISSN: 2958-4752 | Vol. 10, No. 3, 2025. 46-51p.

17 АС МПЦ. Автоматизована система мікропроцесорної централізації [Електронний ресурс] / ТОВ "Іпра-Софт". – 2016. – Режим доступу: http://www.ipra-soft.com/mpc_tr_u.html (дата звернення: 18.05.2025).

18 Типові матеріали для проектування 121029-ТМП "Мікропроцесорна централізація Ebilock-950" ООО БОМБАРДЬЕ ТРАНСПОРТЕЙШН, 2014 Альбоми 1-6

19 Березовий М. І., Болвановська Т. В., Малашкін В. В., Боричева С. В., Берун Н. Ю. Основи проектування залізничних станцій та вузлів: приклади і задачі : навч. посіб. / Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2024. – 211 с.

					ВКР 01.25.01.02 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20 Мойсеєнко, В. І., Курцев, М. С., Лазарєв, О. В. Технології та технічні засоби систем керування рухом поїздів. Навчальний посібник. [Текст] – Х. 2020. – 38 – 45с.

21 Мойсеєнко, В. І. Автоматизовані станційні системи керування рухом поїздів. Під загальною редакцією Мойсеєнка В.І. [Текст] / Мойсеєнко В.І., Пархоменко С.Л., Чепцов М.М., Коцюба Т.А., Харків, УкрДУЗТ, 2013. – 393С.

22 Автоматизовані системи керування рухом поїздів на станціях: Навч. посібник./ Мойсеєнко В.І., Сотник В.О., Змій С.О., Щебликіна О.В. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 184 с., рис. 70, табл. 26.

23 Railway Technology. (n.d.). EBI Lock Computer-Based Interlocking Systems. Retrieved from Alstom. (2016, February 15). Alstom-Bombardier consortium awarded signalling contract for the Barcelona suburban network.

24 Конституція України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр>.

25 Про охорону праці : Закон України від 06.10.1992 № 2694-ХІІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.

26 Кодекс законів про працю України від 10.12.1971 № 322-VІІІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>.

27 Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування : Закон України від 23.09.1999 № 1105-ХІV [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14>.

28 Про затвердження Правил технічної експлуатації залізниць України: Наказ Міністерства інфраструктури України від 28.12.2022 № 1042 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0283-23>.

29 Інструкція з сигналізації на залізницях України: ЦШ-0001: Затв. Наказом Укрзалізниці від 29.12.2017 № 832.

					ВКР 01.25.01.02 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

30 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України : ЦД-0002 : Затв. Наказом Укрзалізниці від 29.12.2017 № 832.

31 Галузеві нормативно-правові акти з охорони праці для працівників залізничного транспорту (правила, типові інструкції), затверджені відповідними державними органами.

					ВКР 01.25.01.02 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		