

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

**ОБЛАДНАННЯ СТАНЦІЇ «О» СИСТЕМОЮ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ
ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ**

Пояснювальна записка

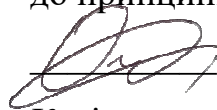
до випускної кваліфікаційної роботи першого
освітнього ступеня бакалавр

ВКР 01.25.02.34.ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти

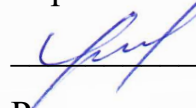
групи 134–АКІТ–з22

(робота виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)



Олександр ОЧЕРЕТЯН

Керівник старший викладач кафедри АТ



Михайло УШАКОВ

Рецензент



Валентин МОЙСЕЄНКО

Харків 2025 рік

Бакалаврська кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавр за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології на тему Обладнання станції «О» системою мікропроцесорної електричної централізації.

Український державний університет залізничного транспорту, кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів» – Харків, 2025 рік, 79 аркуші пояснювальної записки, містить 3 таблиці та 18 рисунків, список використаних джерел містить 20 найменувань.

Бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена аналізу та розробці мікропроцесорних систем керування і контролю світлофорами та стрілками на залізничній станції «О». У першому розділі розглядаються принципи роботи таких систем, аналізуються сучасні українські та закордонні рішення, їхні переваги та недоліки, а також формулюються висновки щодо їх ефективності. У другому розділі описано проектування інфраструктури станції «О» для автоматизації керування світлофорами та стрілками. Розроблено одонитковий та двонитковий плани станції, схеми осигналізації, каналізації тягового струму, а також структурну схему мікропроцесорної системи. Проведено розрахунок необхідної кількості модулів зв'язку для забезпечення роботи системи, підсумовано ключові результати. Третій розділ присвячений розробці схем мікропроцесорної системи: керування та контролю сигналів, стрілок, колійних ділянок, а також підсистеми живлення. Описано принципи їхньої роботи та взаємодії для забезпечення безпеки та надійності руху поїздів. У четвертому розділі оцінено економічну доцільність впровадження системи на станції «О». Проведено розрахунок економічного ефекту від її використання та проаналізовано потенційні ризики й небезпеки під час експлуатації та обслуговування. Дослідження пропонує комплексне рішення для автоматизації керування залізничною станцією, що підвищує безпеку, ефективність та економічність її роботи. Результати можуть бути використані для модернізації залізничної інфраструктури.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МІКРОПРОЦЕСОРНЕ КЕРУВАННЯ; КОНТРОЛЬ СВІТЛОФОРІВ; КОНТРОЛЬ СТІЛОК; ЗАЛІЗНИЧНА АВТОМАТИЗАЦІЯ; СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ; ОДОНИТКОВИЙ ПЛАН; ДВОНИТКОВИЙ ПЛАН.

Bachelor's qualification work for a bachelor's degree in specialty 151 Automation and computer – integrated technologies on the topic Equipment of station “O” with a microprocessor – based electrical centralization system.

Ukrainian State University of Railway Transport, Department of Automation and Computerized Train Control – Kharkiv, 2025, 79 pages of explanatory note, contains 3 tables and 18 figures, the list of references includes 20 titles.

The bachelor's qualification work is devoted to the analysis and development of microprocessor – based systems for controlling and monitoring traffic lights and switches at the railway station «O». The first chapter discusses the principles of operation of such systems, analyzes modern Ukrainian and foreign solutions, their advantages and disadvantages, and draws conclusions about their effectiveness. The second section describes the design of the infrastructure of the O station for automated control of traffic lights and arrows. Single – line and double – line station plans, signaling and traction current channelization schemes, as well as a block diagram of the microprocessor system were developed. The required number of communication modules to ensure the operation of the system is calculated, and the key results are summarized. The third chapter is devoted to the development of circuits of the microprocessor system: control and monitoring of signals, arrows, track sections, and the power supply subsystem. The principles of their operation and interaction to ensure the safety and reliability of train traffic are described. The fourth section assesses the economic feasibility of implementing the system at station O. The economic effect of its use is calculated and potential risks and hazards during operation and maintenance are analyzed. The study offers a comprehensive solution for automating the management of a railway station, which increases the safety, efficiency, and cost – effectiveness of its operation. The results can be used to modernize the railway infrastructure.

KEYWORDS: MICROPROCESSOR CONTROL; TRAFFIC LIGHTS CONTROL; ARROW CONTROL; RAILWAY AUTOMATION; SIGNALING SYSTEMS; SINGLE – LINE PLAN; DOUBLE – LINE PLAN.

Факультет інформаційно – керуючих систем та технологій

Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів

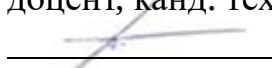
Ступінь вищої освіти: бакалавр

Спеціальність: 151 «Автоматизація, комп'ютерно – інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

доцент, канд. техн. наук

 Василь СОТНИК

«24» лютого 2025

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ПЕРШОГО ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

Очеретяну Олександрову Володимировичу

1 Тема Обладнання станції «О» системою мікропроцесорної електричної центра-
лізації

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 Колійний план для станції «О»; Тип системи – з централізованим розміщенням апаратури керування з мінімальною кількістю електромагнітних реле; Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України; Нормативні документи із забезпечення функційної безпечності і надійності; Технічні вимоги до мікропроцесорних систем керування світлофорами та стрілками; Специфікація обладнання для підсистеми живлення мікропроцесорної системи; Нормативи щодо мінімальної кількості модулів зв'язку для мікропроцесорної системи; Вимоги до програмного забезпечення для автоматизованого керування та контролю; Документація з аналізу ризиків і безпеки експлуатації залізничної автоматики.

4 Зміст розрахунково – пояснювальної записки

1 Аналіз принципів функціонування систем мікропроцесорного керування та контролю світлофорами та стрілками

2 Проектування інфраструктури станції «О» для автоматизованого керування та контролю світлофорів та стрілок

3 Проєктування схематичних рішень мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»

4 Розрахунок економічної доцільності інтеграції мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»

5 Перелік графічного матеріалу

1 Однотиковий план станції

2 Двотиковий план станції

3 Структури систем МПЦ.

4 Структура обраної системи

5 Принципові схеми тональних рейкових кіл

6 Принципові схемні рішення

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 принципів функціонування систем мікропроцесорного керування та контролю світлофорами та стрілками	15.03.2025 р.	
2	Проєктування інфраструктури станції «О» для автоматизованого керування та контролю світлофорів та стрілок	01.04.2025 р.	
3	Проєктування схематичних рішень мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»	20.04.2025 р.	
4	Розрахунок економічної доцільності інтеграції мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»	20.05.2025 р.	

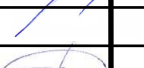
Примітка – Розгорнутий календарний план виконання випускної кваліфікаційної роботи наведений у додатку до завдання.

Студент  Олександр ОЧЕРЕТЯН

Керівник  Михайло УШАКОВ

Зміст

Вступ	10
1 Аналіз принципів функціонування систем мікропроцесорного керування та контролю світлофорами та стрілками	12
1.1 Аналіз вітчизняних рішень у сфері мікропроцесорного керування та контролю світлофорами та стрілками	12
1.2 Аналіз закордонних мікропроцесорних систем керування та контролю світлофорами та стрілками	24
1.3 Висновки за розділом	33
2 Проектування інфраструктури станції «О» для автоматизованого керування та контролю світлофорів та стрілок	35
2.1 Проектування одниткового плану та осигналізація станції «О»	35
2.2 Проектування двониткового плану та каналізації тягового струму станції «О»	36
2.3 Проектування структурної схеми мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»	39
2.4 Розрахунок необхідної кількості модулів зв'язку з об'єктами мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»	42
2.5 Висновки за розділом	46
3 Проектування схематичних рішень мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»	47
3.1 Проектування схем контролю та керування сигналами	47
3.2 Проектування схем контролю та керування стрілками	50
3.3 Проектування схем контролю колійних ділянок станції «О»	53

					ВКР 01.25.02.34.ПЗ			
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Очеретян О.В.			Обладнання станції «О» системою мікропроцесорної електричної централізації	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Ушаков М.В.					8	79
Н. контр.		Сосунов О.О.				УкрДУЗТ 134 – АКІТ – 322		
Затв.		Сотник В.О.						

3.4 Проектування підсистеми живлення мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»	58
3.5 Висновки за розділом	62
4 Розрахунок економічної доцільності інтеграції мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»	63
4.1 Розрахунок економічного ефекту від застосування мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»	63
4.2 Аналіз потенційно небезпечних впливів виробничого середовища під час технічної експлуатації та обслуговування мікропроцесорної системи керування та контролю світлофорами та стрілками станції «О»	73
4.3 Висновки за розділом	76
Висновки	77
Список використаної літератури	78

Вступ

Залізнична мережа, як важлива складова транспортної системи, має визначальне значення для економічного розвитку будь – якої країни. Тому вдосконалення функціонування залізниць є критично важливим для економічного зростання та соціального добробуту України. Ключовим шляхом підвищення ефективності залізничної системи є впровадження науково – технічних інновацій, що охоплюють розробку, модернізацію та застосування сучасних машин, обладнання та технологій. Ефективність роботи залізниць значною мірою залежить від якості автоматизованих систем і телемеханічних пристроїв, їхньої надійності та тривалого терміну служби. Системи автоматики, що потребують порівняно невеликих інвестицій, дозволяють суттєво підвищити пропускну спроможність шляхів, оптимізувати роботу станцій, збільшити продуктивність праці, покращити умови роботи залізничного персоналу та гарантувати безпеку руху поїздів [1].

Для забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку транспортних послуг необхідно впроваджувати передові комп'ютерні системи управління, які вирізняються широким функціоналом і високою надійністю. Відповідно до Концепції та Програми розвитку інформатизації й телекомунікацій залізничного транспорту України, однією з пріоритетних цілей є створення та інтеграція сучасних інформаційних технологій у всі сфери діяльності залізниць. Важливим завданням залишається пошук шляхів удосконалення систем забезпечення безпеки руху поїздів на станціях і між ними. Це завдання тісно пов'язане з розбудовою національної мережі міжнародних транспортних коридорів та реалізацією державної стратегії розвитку високошвидкісного залізничного сполучення [1].

Сьогодні введення нових маршрутів із підвищеними швидкостями та посиленими вимогами до безпеки руху потребує використання інноваційних технологій і обладнання під час розробки та проектування систем. Сучасна мікроелектроніка та мікропроцесорні технології стрімко розвиваються і вже успішно застосовуються в багатьох країнах, сприяючи модернізації залізничної інфраструктури.

					ВКР 01.25.02.34.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікропроцесорні технології створюють широкі перспективи для вдосконалення роботи систем. У найближчому майбутньому мікроелектроніка, комп'ютерні рішення та мікропроцесори стануть основою розвитку систем автоматизації та телемеханіки. Попит на ці технології зумовлений сучасними тенденціями в еволюції залізничної автоматики. Особливо актуальним є впровадження мікропроцесорної централізації управління на залізничних об'єктах.

Застосування мікропроцесорної централізації сприятиме: розширенню функціоналу систем електричної централізації, повній автоматизації процесів, забезпеченню всіх учасників системи додатковою інформацією, полегшенню інтеграції з іншими інформаційними, комп'ютерними та управлінськими платформами, покращенню умов праці персоналу, підвищенню ефективності роботи, скороченню матеріальних витрат і витрат на діагностику несправностей під час проєктування та експлуатації, а також зменшенню споживання електроенергії [1].

Сучасні системи електричної централізації вирізняються високою ефективністю, економією ресурсів і здатністю забезпечувати безпечний рух поїздів на станціях і перегонах. Завдяки цим перевагам мікропроцесорні системи сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) широко використовуються в Європі та поступово впроваджуються в Україні. Такі системи значно перевершують традиційні релейні та комбіновані релейно – процесорні рішення.

Використання мікропроцесорів і комп'ютерних технологій, а також відмова від громіздких реле сприяють економії простору в технічних приміщеннях, полегшують технічне обслуговування, підвищують рівень автоматичної діагностики обладнання та знижують експлуатаційні витрати. Застосування мікропроцесорних систем у залізничній інфраструктурі посилює безпеку руху завдяки дублюванню критичних компонентів, збільшує пропускну спроможність станцій і знижує собівартість перевезень. Крім того, сучасні системи дозволяють скоротити чисельність персоналу, необхідного для обслуговування, та сприяють підвищенню стандартів робочого середовища [1].

					ВКР 01.25.02.34.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У випускній кваліфікаційній роботі здійснено дослідження мікропроцесорних систем управління стрілками та сигналами. Проведено огляд вітчизняних і закордонних рішень у сфері автоматизованого управління залізничними стрілками та сигналами. Це дозволило визначити їхні основні технічні характеристики та особливості, що стало основою для вибору системи МПЦ–У для подальшої розробки. Було спроектовано систему управління для залізничної станції «О». Створено одно – та двониткові плани станції «О», а також розроблено структурну схему системи МПЦ–У станції «О». Визначено необхідну кількість модулів для взаємодії з колійними пристроями.

На наступному етапі виконано проектування схемотехнічних рішень для системи управління стрілками та сигналами станції «О». Розроблено схеми для керування світлофорами, електроприводами стрілок, а також для контролю стану колійних секцій. Окрім цього, створено підсистему електроживлення для мікропроцесорного комплексу.

В останній частині роботи оцінено економічну доцільність впровадження розробленої системи на станції «О». Запропоновано методику для розрахунку фінансової ефективності, а також проаналізовано вплив небезпечних виробничих факторів, що виникають під час експлуатації та обслуговування системи.

Ця робота з впровадження мікропроцесорних систем управління, які сприяють підвищенню безпеки й ефективності роботи залізничних станцій. Розроблені рішення дозволяють оптимізувати керування стрілками та сигналами, зменшуючи ймовірність аварій і забезпечуючи стабільне функціонування залізничної інфраструктури. Завдяки автоматизації процесів скорочується час на виконання операцій, що підвищує пропускну здатність станцій. Крім того, системи знижують вплив шкідливих виробничих факторів на персонал, таких як шум чи електромагнітні випромінювання, покращуючи умови праці. Впровадження таких технологій також має екологічні переваги, зменшуючи енергоспоживання та викиди.

					ВКР 01.25.02.34.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1 Мойсеєнко, В. І. Автоматизовані станційні системи керування рухом по – їздів. Під загальною редакцією Мойсеєнка В.І. [Текст] / Мойсеєнко В.І., Пархо – менко С.Л., Чепцов М.М., Коцюба Т.А., Харків, УкрДУЗТ, 2013. – 35 – 45 с.

2 Розгорнута характеристика систем мікропроцесорної централізації [Еле – ктронний ресурс]: НВП «САТЕП». – Режим доступу: <http://satep.com.ua>. – (Дата звернення 15.05.2025 року).

3 Бурлаков В.Г. Мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів – МПЦ – EbiLock – 950 [Текст]: навчальний посібник / В. П. Лукашук – Б. : «Сучасні сис – теми на залізничному транспорті» 2019. – 10 – 13 с.

4 Міщенко І.П. Сучасні технології автоматизації в електротранспорті. [Текст] : навчальний посібник / О.С. Довбуш – К. : «Сучасні системи керування» 2018 – 39 с.

5 Мойсеєнко, В. І. Автоматизовані станційні системи керування рухом по – їздів. Під загальною редакцією Мойсеєнка В.І. [Текст] / Мойсеєнко В.І., Пархо – менко С.Л., Чепцов М.М., Коцюба Т.А., Харків, УкрДУЗТ, 2013. – 7 – 20 с.

6 ПрАТ «СНВО «Імпульс». Мікропроцесорна система МПЦ–У [Електро – ний ресурс]. – Режим доступу: www.impr.lg.ua – Загл. з екрану. – (Дата звернен – ня 15.05.2025 року).

7 Мікропроцесорні системи управління рухом поїздів МПЦ–У та МАБ – У [Текст] : навч. посіб. / В.І. Басов [та ін.]. – К., 2014. – 415 – 430 с.

8 Мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів МПЦ–У «Переїзна. Дон». Технічний опис №421418.002 – РЄ – ЛУ – Донецьк: Дон. Залізниця, 2012 – 49 – 59с.

9 Аркатов В.С. Рейкові кола магістральних залізниць [Текст]: довідник – 3 – тє видання // Аркатов Ю.В., Казєєв С.В., Ободовський Ю.В – 1986. – 496 с.

10 Юрченко Ю.М. Визначення економічної ефективності впровадження мі – кропроцесорних систем керування процесом перевезень: [Текст] : навчальний посібник / С.В. Кошевий, А.Б. Бойнік – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 90 – 99 с.

					ВКР 01.25.02.34.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті. НАПБ В.01.010 – 2009/510: затв. Кабінетом Міністрів України. – К.: УЗ, 2020 – 71 – 77 с.

12 Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]: – К.: Укрза – лізниця, 2021 – 60 – 65 с.

13 Правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізницях України [Текст]: ЦШ 0030: затв. М – вом трансп. та зв'язку України 2017.– К., 2017. – 89 – 95 с.

14 Правила технічної експлуатації електричних мереж залізничного транспорту України: затв. М – вом транспорту та зв'язку України, 2019. – К.: Укрзалізниця, 2019. – 82 с.

15 Правила технічного обслуговування залізничної інфраструктури: затв. Мінінфраструктури України, 2021. – К.: Укрзалізниця, 2021. – 70 с.

16 Технічні умови безпечної експлуатації пристроїв зв'язку на залізницях України: затв. М – вом транспорту та зв'язку України, 2020. – К.: Укрзалізниця, 2020. – 88 с.

17 Правила проведення планових та позапланових технічних перевірок залізничних колій: затв. Кабінетом Міністрів України, 2022. – К.: Укрзалізниця, 2022. – 72 с.

18 Інструкція з експлуатації пристроїв зв'язку на залізничному транспорті: затв. Міністерством транспорту та зв'язку України, 2019. – К.: Укрзалізниця, 2019. – 85 с.

19 Правила організації та безпеки експлуатації інформаційно-автоматизованих систем залізничного транспорту: затв. Міністерством транспорту України, 2021. – К.: Укрзалізниця, 2021. – 78 с.

20 Козар Л. М. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояс – нувальна записка). Загальні вимоги до викладення та оформлення [Текст] : метод. посібник з дотримання вимог нормоконтролю в студентській навчальній звітності / Л. М. Козар, Є. В. Коновалов, О. О. Лапко, О. О. Наумова, Г. В. Шаповал, Д. В. Шумік, В. М. Петухов, С. В. Панарін – Х.: – «УкрДАЗТ», 2015 – 54с.

					ВКР 01.25.02.34.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		