

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ОБЛАДНАННЯ СТАНЦІЇ Д ПРИСТРОЯМИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

Пояснювальна записка

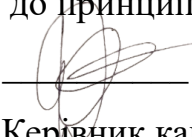
до випускної кваліфікаційної роботи першого
освітнього ступеня бакалавр

ВКР 01.25.01.22.ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти

групи 106 – АКІТ – д21

(робота виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

 Дмитро ОЛЕЙНІКОВ

Керівник кандидат технічних наук, доцент

_____Сергій ЗМІЙ

Рецензент

Харків 2025 рік

Анотація

Бакалаврська кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавр за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології на тему Розроблення проекту обладнання станції Д пристроями мікропроцесорної централізації. Український державний університет залізничного транспорту, кафедра "Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів" - Харків, 2025 рік, 69 аркушів пояснювальної записки, містить 19 рисунків, список використаних джерел містить з 21 найменування і має 3 додатки оформлені окремим томом.

Бакалаврська кваліфікаційна робота розглядає питання проєктування мікропроцесорної системи керування стрілками та сигналами на залізничній станції. Спочатку подано огляд сучасних закордонних і вітчизняних систем централізації, які керують стрілками та світлофорами. Наведено їх основні технічні характеристики, принципи роботи та переваги.

Далі представлено розроблення проєктних рішень для умовної станції "Д". Створено однопунктову та двопунктову плани станції, а також структурну схему майбутньої системи керування. Визначено кількість необхідних об'єктних контролерів, які забезпечуватимуть керування технічними засобами.

У третьому розділі запропоновано схеми підключення стрілочних електроприводів, світлофорів, а також системи кодування колій та взаємодії із суміжними станціями. Це дозволяє забезпечити безпечний і ефективний рух поїздів. Окремий розділ присвячено аналізу шкідливих виробничих факторів, що можуть виникати під час експлуатації обладнання на станції. Робота має комплексний підхід до побудови автоматизованої системи керування на станції та може бути корисною для фахівців із залізничної автоматики.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА; АВТОМАТИКА; ЗАЛІЗНИЧНА АВТОМАТИКА; СХЕМА КЕРУВАННЯ; КОДУВАННЯ КОЛІЙ; ОБ'ЄКТНИЙ КОНТРОЛЕР; АВТОМАТИЗАЦІЯ; ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ; КЕРУВАННЯ РУХОМ.

Abstracts

Bachelor's qualification work for a bachelor's degree in specialty 151 Automation and computer-integrated technologies on the topic Development of a project for equipping station D with microprocessor-based centralization devices. Ukrainian State University of Railway Transport, Department of Automation and Computerized Train Control - Kharkiv, 2025, 71 pages of explanatory notes, containing 19 figures, a list of references containing 21 titles, and 3 appendices in a separate volume. The bachelor's thesis deals with the design of a microprocessor-based control system for switches and signals at a railway station. First, an overview of modern foreign and domestic centralization systems that control switches and traffic signals is presented. Their main technical characteristics, operating principles, and advantages are presented. Next, we present the development of design solutions for the conventional station "D". The single-line and double-line plans of the station, as well as the structural diagram of the future control system, are created. The number of required object controllers that will provide control of technical means is determined.

In the third section, we propose schemes for connecting switch drives, traffic lights, as well as a track coding system and interaction with adjacent stations. This allows for safe and efficient train traffic. A separate section is devoted to the analysis of harmful production factors that may arise during the operation of equipment at the station. The work has an integrated approach to the construction of an automated control system at the station and can be useful for specialists in railway automation.

KEYWORDS: MICROPROCESSOR SYSTEM; AUTOMATION; RAILWAY AUTOMATION; CONTROL SCHEME; TRACK CODING; OBJECT CONTROLLER; AUTOMATION; RAILWAY TRANSPORT; TRAFFIC CONTROL

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет інформаційно - керуючих систем та технологій

Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Спеціальність: 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

доцент, канд. техн. наук

_____ Василь СОТНИК

«6» Січня 2025

ЗАВДАННЯ ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ПЕРШОГО ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР Олейнікову Дмитру Андрійовичу

1 Тема "Розроблення проекту обладнання станції Д пристроями мікропроцесорної централізації"

Керівник Змій Сергій Олексійович, кандидат технічних наук, доцент
затверджені розпорядженням по факультету інформаційно – керуючих систем та
технологій від "24" лютого 2025 року № 11

2 Строк подання студентом закінченої роботи "06" червня 2025 року

3 Вихідні дані Колійний план для станції "Д"; 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; Тип і кількість стрілочних переводів та світлофорів, що підлягають автоматизованому керуванню; Параметри використання мікропроцесорної централізації на базі сучасних програмованих логічних контролерів; Параметри живлення системи керування; Кліматичні умови експлуатації відповідно до стандартів Укрзалізниці; Вимоги до резервування каналів зв'язку та живлення системи; Взаємодія із суміжними станціями та пристроями автоблокування на перегонах; Вимоги до інтеграції з системами диспетчерського керування та контролю.

4 Зміст розрахунково – пояснювальної записки

1 Аналіз мікропроцесорних систем керування стрілками та сигналами

2 Розроблення проектних рішень системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"

3 Розроблення схематичних рішень системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"

4 Аналіз шкідливих виробничих факторів

5 Перелік графічного матеріалу

1 Структури існуючих систем централізації;

2 Однотковий план станції "Д";

3 Двотковий план станції "Д";

4 Структурна схема МПЦ;

5 Схеми керування стрілочним електроприводом;

6 Схеми керування світлофорами;

7 Схеми контролю вільності та кодування колійних ділянок;

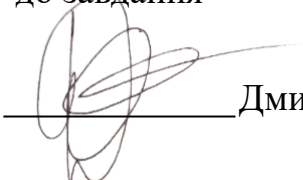
8 Схеми сполучення з суміжними станціями та перегінними системами автоматики;

6 Дата видачі завдання «13» Січня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз мікропроцесорних систем керування стрілками та сигналами	01.03.2025р.	
2	Розроблення проектних рішень системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"	01.04.2025р.	
3	Розроблення схематичних рішень системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"	01.05.2025р.	
4	Аналіз шкідливих виробничих факторів	01.06.2025р.	

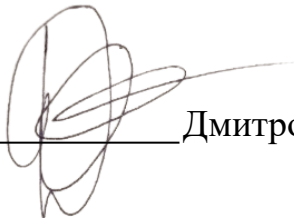
Примітка - розгорнутий календарний план виконання випускної кваліфікаційної роботи наведений у додатку до завдання

Студент  Дмитро ОЛЕЙНІКОВ

Керівник _____ Сергій ЗМІЙ

ДОДАТОК ДО ЗАВДАННЯ КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	01.06.2025р.	
1 Аналіз мікропроцесорних систем керування стрілками та сигналами	01.03.2025р.	
1.1 Аналіз закордонних мікропроцесорних систем централізації стрілок та сигналів	01.03.2025р.	
1.2 Аналіз вітчизняних мікропроцесорних систем централізації стрілок та сигналів	01.03.2025р.	
1.3 Висновки по розділу	01.03.2025р.	
2 Розроблення проектних рішень системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"	01.04.2025р.	
2.1 Розроблення одониткового плану станції "Д"	01.04.2025р.	
2.2 Розроблення двониткового плану станції "Д"	01.04.2025р.	
2.3 Розроблення структурної схеми системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"	01.04.2025р.	
2.4 Розрахунок кількості об'єктних контролерів для станції "Д"	01.04.2025р.	
2.5 Висновки по розділу	01.04.2025р.	
3 Розроблення схематичних рішень системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"	01.05.2025р.	
3.1 Розроблення схем керування стрілочними електроприводами	01.05.2025р.	
3.2 Розроблення схем керування світлофорами.	01.05.2025р.	
3.3 Розроблення схем кодування колійних ділянок на станції	01.05.2025р.	
3.4 Розроблення схем сполучення з суміжними станціями та системами автоматики на перегоні	01.05.2025р.	
3.5 Висновки по розділу	01.05.2025р.	
4 Аналіз шкідливих виробничих факторів	01.06.2025р.	
4.1 Електробезпека та захист від електротравматизму	01.06.2025р.	
4.2 Технічні заходи безпеки електроустановок	01.06.2025р.	
4.3 Засоби індивідуального та колективного захисту	01.06.2025р.	
4.4 Вплив умов праці на здоров'я працівників	01.06.2025р.	
4.5 Розрахунок блискавкозахисту для системи МПЦ	01.06.2025р.	
Висновок	01.06.2025р.	
Список використаної літератури	01.06.2025р.	

Студент  Дмитро ОЛЕЙНІКОВ

Керівник _____ Сергій ЗМІЙ

Список скорочень

ЕЦ - електрична централізація;
РПЦ - релейно - процесорна централізація;
МПЦ - мікропроцесорна централізація;
АРМ - автоматизоване робоче місце;
ДСП - черговий по станції;
НТП - науково - технічний прогрес;
ПЛК - програмно - логічних контролер;
ПТЕ - правила технічної експлуатації;
РК - рейкове коло;
ДТ - дросель - трансформатор;
ІС - ізолюючий стик;
СЦБ - сигналізація, централізація та блокування;
АБ - автоматичне блокування;
АЛС - автоматична локомотивна сигналізація;
ШНС - старший електромеханік;
ШН - електромеханік, який обслуговує системи автоматики;
САУТ - система автоматичного керування гальмуванням поїздів;
КТЗ УК - комплекс технічних засобів керування і контролю;
ДСН - подвійне зниження напруги на лампах світлофорів;
РШ - релейна шафа;
СУ - сигнальна установка;
ТРК - тональне рейкове коло;
ММ - математична модель;
БД - блок - ділянка;
ДК - диспетчерський контроль;
ЧДК - частотний диспетчерський контроль;
Ч - парний;
Н - непарний.

Зміст

Вступ	10
1 Аналіз мікропроцесорних систем керування стрілками та сигналами	11
1.1 Аналіз закордонних мікропроцесорних систем централізації стрілок та сигналів	11
1.2 Аналіз вітчизняних мікропроцесорних систем централізації стрілок та сигналів	20
1.3 Висновки по розділу	26
2 Розроблення проектних рішень системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"	27
2.1 Розроблення одониткового плану станції "Д"	27
2.2 Розроблення двониткового плану станції "Д"	30
2.3 Розроблення структурної схеми системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"	34
2.4 Розрахунок кількості об'єктних контролерів для станції "Д"	34
2.5 Висновки по розділу	36
3 Розроблення схематичних рішень системи керування стрілками та сигналами на станції "Д"	38
3.1 Розроблення схем керування стрілочними електроприводами	38
3.2 Розроблення схем керування світлофорами	39
3.3 Розроблення схем кодування колійних дільниць на станції	42
3.4 Розроблення схем сполучення з суміжними станціями та системами автоматики на перегоні	46
3.5 Висновки по розділу	48

					ВКР 01.25.01.22.ПЗ			
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Олейніков Д.А.			Розроблення проекту обладнання станції Д пристроями мікропроцесорної централізації	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Змій С.О.					8	69
Н. контр.		Ананьєва О.М.				УкрДУЗТ 106 – АКІТ – д21		
Затв.		Сотник В.О.						

4 Аналіз шкідливих виробничих факторів	50
4.1 Електробезпека та захист від електротравматизму	50
4.2 Технічні заходи безпеки електроустановок	52
4.3 Засоби індивідуального та колективного захисту	55
4.4 Вплив умов праці на здоров'я працівників	59
4.5 Розрахунок блискавкозахисту для системи МПЦ	60
Висновки	64
Список використаної літератури	65
Додаток А Одноритковий план станції	67
Додаток Б Двонитковий план станції та каналізація тягового струму	68
Додаток В Структурна схема системи керування стрілками та сигналами станції	69

Вступ

Сучасні технології мікропроцесорного керування, що застосовуються для автоматизації руху залізничного транспорту, базується на використанні передових мікропроцесорів та інноваційних комунікаційних рішень, які забезпечують високу продуктивність і стабільність роботи системи. Ключові переваги таких систем включають підвищену точність і швидкість обробки даних, що сприяє ефективному керуванню рухом поїздів. Мікропроцесори оснащені вбудованими механізмами захисту від збоїв і аварійних ситуацій, що гарантує безперебійну роботу. Завдяки централізованому керуванню стрілками та сигнальними пристроями зменшується потреба в залученні великої кількості персоналу, а також досягається високий рівень автоматизації процесів [2].

Мікропроцесорна система керування забезпечує повну автоматизацію контролю за рухом поїздів, що сприяє підвищенню швидкості роботи, зниженню витрат на експлуатацію та оптимізації транспортних процесів. Централізовані системи автоматики та сигналізації дозволяють скоротити операційні витрати, зокрема на оплату праці персоналу. Такі системи повинні відповідати низці вимог: бути стійкими до внутрішніх і зовнішніх впливів, оперативно та точно виконувати команди керування, мати гнучкість для адаптації до змін у робочих параметрах, бути енергоефективними для мінімального споживання ресурсів, а також гарантувати безпеку та надійність.

Впровадження мікропроцесорних технологій на залізничному транспорті відіграє ключову роль у модернізації інфраструктури та підвищенні її ефективності. Завдяки використанню мікропроцесорних систем керування рухом поїздів, зокрема у станційній автоматизації та системах сигналізації, значно підвищується безпека руху. Це досягається за рахунок можливості резервування критичного обладнання, самодіагностики систем та оперативного виявлення несправностей. Окрім цього, такі технології сприяють оптимізації графіків руху та ефективнішому використанню колійного розвитку, що в свою чергу дозволяє збільшити пропускну спроможність станцій і перегонів [2].

					ВКР 01.25.01.22.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

У випускній роботі виконано повну заміну застарілої релейної системи БМРЦ на сучасну мікропроцесорну систему керування МПЦ-Ц "САТЕП" на станції "Д". Впровадження МПЦ забезпечує низку суттєвих переваг у порівнянні зі звичайними релейними системами електричної централізації та релейно-процесорними комплексами керування стрілками і сигналами. Серед ключових переваг - значне зменшення споживання електроенергії, подовження експлуатаційного ресурсу техніки, скорочення чисельності персоналу, а також зниження витрат на обслуговування і експлуатацію обладнання.

Для станції "Д" були створені детальні проєкти з одонитковою та двонитковою схемами, а також розроблена структурна модель МПЦ і схеми керування напільними пристроями. Запропонована система МПЦ складається з трьох рівнів: верхній - робоче місце ДСП, середній - мікропроцесорна система з ЕОМ на базі промислових комп'ютерних компонентів, нижній - об'єктні контролери і виконавчі механізми, які безпосередньо функціонують на станції.

З урахуванням зростаючого пасажиропотоку і збільшення швидкості руху, для гарантування необхідного рівня безпеки було реалізовано резервування каналів зв'язку за схемами "2/2" та "2/3".

До того ж було виконано ґрунтовне й всебічне вивчення потенційних загроз, пов'язаних із використанням мікропроцесорної системи керування. Внаслідок цього аналізу ідентифіковано можливі небезпечні фактори, що можуть проявитися під час експлуатації обладнання, а також обставини, здатні спричинити аварії чи травматизм. На базі отриманих результатів сформовано комплекс комплексних заходів з безпеки, які охоплюють організаційні, технічні та превентивні рішення.

Запровадження цих заходів дозволяє забезпечити максимально безпечні умови роботи для персоналу на виробничих майданчиках, значно знижуючи ймовірність травмування працівників і попереджаючи розвиток надзвичайних ситуацій під час функціонування МПЦ.

					ВКР 01.25.01.22.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1 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. - 33 - 40 с.

2 Грант В. Інноваційна система централізації SIMIS IS на залізниці Brunigbahn: аналіз та перспективи [Текст] навчальний посібник / В. Джонсон, Н. Ліні - Л.: "Транспортна інфраструктура сьогодення" - 2020. - №2. - 18 - 21 с.

3 Бурлаков В.Г. Мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів - МПЦ - Ебілок - 950 [Текст]: навчальний посібник / В. П. Лукашук - Б. : "Сучасні системи на залізничному транспорті" 2019. - 8 - 11 с.

4 Міщенко І.П. Сучасні технології автоматизації в електротранспорті. [Текст] : навчальний посібник / О.С. Довбуш - К. : "Сучасні системи керування" 2018 - 25с.

5 Мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів МПЦ-У. Технічний опис №421418.002 - РЕ - ЛУ - Донецьк: Дон. Залізниця, 2015. - 50 - 55 с.

6 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. - 7 - 27 с.

7 Розгорнута характеристика систем мікропроцесорної централізації [Електронний ресурс]: НВП "САТЕП". - Режим доступу: <http://satep.com.ua>. - (Дата звернення 21.05.2025 року).

8 Іваненко О.М. Сучасні підходи до організації та забезпечення безпеки на транспорті. [Текст] : навчальний посібник / І.О. Петриченко - К.: "Транспортне видавництво" - 2023 - 12 - 16 с.

9 Атаманчук П. С. Безпека життєдіяльності. [Текст] : навчальний посібник / В.В Мендерецький - К.: "Центр учбової літератури" 2017. - 270 - 276 с.

10 Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті. НАПБ В.01.010 - 2009/510: затв. Кабінетом Міністрів України. - К.: УЗ, 2020 - 86 - 89 с.

11 Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]: - К.: Укрзалізниця, 2021 - 77 - 80 с.

					ВКР 01.25.01.22.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12 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. - 115 - 117 с.

13 Smith, J., & Brown, L. Advanced Train Control Systems: Теорія і практика. [Текст] / За ред. Сміта Я. та Брауна Л. - Нью-Йорк, Springer, 2020. - Р. 45-52.

14 Мюллер, Т., Шнайдер, Х., Вебер, Ф. Сучасні технології залізничної сигналізації та керування. [Текст] / За ред. Мюллера Т. - Берлін, Springer, 2019. - Р. 112-120.

15 Джонсон, Р., та Лі, М. Інтелектуальні транспортні системи для залізниць. [Текст] / За ред. Джонсона Р. - Лондон, Elsevier, 2021. - Р. 75-83.

16 Дюпон, П., Мартін, С., та Лемуан, Ж. Мікропроцесорні системи керування рухом поїздів. [Текст] / За ред. Дюпона П. - Париж, Вайлі, 2018. - Р. 110-120.

17 Гарсія, Ф., Торрес, А. Автоматизація в управлінні залізничним рухом. [Текст] / За ред. Гарсія Ф. - Мадрид, CRC Press, 2022. - Р. 60-68.

18 Вільямс, А.Д. Сучасні технології автоматизації на електричному транспорті. [Текст] : Навчальний посібник / За ред. Джонсона П. - Нью-Йорк : ТехПрес, 2019. - 30 - 50р.

19 ДСТУ EN 62305-3:2018. Захист від блискавки. Частина 3. Фізичні пошкодження об'єктів і небезпека для життя [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://online.budstandart.com> - Дата звернення 28.05.2025 року.

20 ДСТУ EN 62305-4:2018. Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи в об'єктах [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://online.budstandart.com.ua> Дата звернення 28.05.2025 року.

21 Козар Л. М. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна 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 - 54 с.

					ВКР 01.25.01.22.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		