

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОБ'ЄКТУ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи першого
освітнього ступеня бакалавр

ВКР 01.25.02.11.ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти
групи 133 – АКІТ – д22
(робота виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

 Ярослав СОКОЛОВ

Керівник PhD, доцентка

 Олена ЩЕБЛИКІНА

Рецензент доцент кафедри ТЗ

 Сергій ІНДИК

Харків 2025 рік

Бакалаврська кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавр за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології на тему Модернізація об'єкту критичної інфраструктури залізничного транспорту.

Український державний університет залізничного транспорту, кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів» – Харків, 2025 рік, 78 аркуші пояснювальної записки, містить 1 таблицю та 17 рисунків, список використаних джерел містить з 29 найменування і є 4 додатки оформлених окремим томом. Бакалаврська кваліфікаційна робота зосереджена на модернізації об'єкта критичної інфраструктури залізничного транспорту шляхом впровадження системи мікропроцесорної централізації. У першому розділі проведено детальний аналіз об'єкта автоматизації, висвітлено його функціональні особливості, специфіку роботи та обґрунтовано вибір мікропроцесорної системи як найбільш ефективного рішення для забезпечення безпеки, надійності та оптимізації керування станційною інфраструктурою. Другий розділ присвячено комплексному створенню проектної документації. У ньому розроблено одонитковий і двонитковий плани станції, а також детальні структурні та функціональні схеми системи керування, що слугують основою для реалізації проєкту. Третій розділ охоплює проектування ключових схемних рішень: схем керування стрілочними електроприводами, маневровими, вхідними та вихідними світлофорами, контролю стану колійних ділянок, а також схем кодування й електроживлення. Розглянуто технічні засоби забезпечення стабільної роботи системи, комплекс заходів з охорони праці та проведено аналіз економічної ефективності впровадження.

Проєкт сприяє підвищенню автоматизації, безпеки та економічної доцільності керування залізничною станцією, відповідаючи сучасним стандартам транспортної інфраструктури.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МІКРОПРОЦЕСОРНА ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ; СИСТЕМА КЕРУВАННЯ; АВТОМАТИЗАЦІЯ ТРАНСПОРТУ; СТРІЛОЧНІ ЕЛЕКТРОПРИВОДИ; СВІТЛОФОРИ ЗАЛІЗНИЧНІ.

Bachelor's qualification work for a bachelor's degree in specialty 151 Automation and computer – integrated technologies on the topic Modernization of the critical infrastructure of railway transport. Ukrainian State University of Railway Transport, Department of Automation and Computerized Train Control – Kharkiv, 2025, 78 pages of explanatory note, contains 1 table and 17 figures, the list of references includes 29 titles and there are 4 appendices issued in a separate volume. The bachelor's thesis focuses on the modernization of a critical infrastructure facility of railway transport by implementing a microprocessor – based centralization system. The first chapter provides a detailed analysis of the automation object, highlights its functional features, specifics of operation, and justifies the choice of a microprocessor system as the most effective solution to ensure safety, reliability, and optimization of station infrastructure management. The second section is devoted to the integrated creation of project documentation. It develops single – line and double – line station plans, as well as detailed structural and functional diagrams of the control system, which serve as the basis for project implementation. The third section covers the design of key circuit solutions: control circuits for switch drives, shunting, entrance and exit traffic lights, track section condition monitoring, as well as coding and power supply circuits. The technical means of ensuring the stable operation of the system, a set of labor protection measures, and an analysis of the economic efficiency of the implementation are considered. The project contributes to increasing the automation, safety and economic feasibility of railway station management, meeting modern standards of transport infrastructure.

KEYWORDS: MICROPROCESSOR CENTRALIZATION; CONTROL SYSTEM; TRANSPORT AUTOMATION; SWITCH ELECTRIC DRIVES; RAILWAY TRAFFIC LIGHTS; TRACK SECTIONS; SIGNAL.

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

«6» Січня 2025

ЗАВДАННЯ

ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ПЕРШОГО ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

Соколову Ярославу В'ячеславовичу

1 Тема Модернізація об'єкту критичної інфраструктури залізничного транспорту

Керівник Щебликіна Олена Вікторівна, PhD, доцент

затверджені розпорядженням по факультету інформаційно – керуючих систем та технологій від «24» лютого 2025 року №11

2 Строк подання студентом закінченої роботи «26» травня 2025 року

3 Вихідні дані Колійний план станції; Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України; Проектна документація систем МПЦ-С залізничного транспорту; Технічні умови на проектування мікропроцесорних систем керування; Інструкція з експлуатації стрілочних електроприводів; Правила безпеки при проектуванні залізничних об'єктів; Методичні вказівки з розрахунку економічної ефективності автоматизованих систем; Технічна документація на обладнання електроживлення залізничних станцій; Посібник з розробки схем керування світлофорами та колійними ділянками; Керівництво з проектування одониткових та двониткових планів станцій. Нормативи з охорони праці на залізничному транспорті; Технічні специфікації на системи кодування сигналів; Інструкція з монтажу та налагодження мікропроцесорних пристроїв; Правила проектування резервного електроживлення для станцій; Методичні рекомендації з аналізу стану колійної інфраструктури; Технічний опис маневрових, вхідних та вихідних світлофорів; Збірник стандартів автоматизації залізничних об'єктів.

4 Зміст розрахунково – пояснювальної записки

1 Аналіз вибору системи мікропроцесорної централізації

2 Комплексне створення та підготовка проектної документації

3 Створення і проектування основних схемних рішень

5 Перелік графічного матеріалу

1 Структурні схеми існуючих МПЦ;

2 Однотитковий план станції;

3 Двотитковий план станції;

4 Структурна схема МПЦ;

5 Схеми керування стрілочним електроприводом;

6 Схеми керування світлофорами;

7 Схеми рейкових кіл;

8 Схеми кодування рейкових кіл.

6 Дата видачі завдання «24» Січня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз вибору системи мікропроцесорної централізації	01.04.2025 р.	
2	Комплексне створення та підготовка проектної документації	01.05.2025 р.	
3	Створення і проектування основних схемних рішень	01.06.2025 р.	

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

Студент  Ярослав СОКОЛОВ

Керівник  Олена ЩЕБЛИКІНА

ДОДАТОК ДО ЗАВДАННЯ КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	26.05.2025 р	
1 Аналіз вибору системи мікропроцесорної централізації	01.03.2025 р	
1.1 Характеристика об'єкта автоматизації та його функціональні особливості	01.03.2025 р	
1.2 Аналіз існуючих мікропроцесорних централізацій для керування станційною інфраструктурою	01.03.2025 р	
1.3 Вибір системи	01.03.2025 р	
2 Комплексне створення та підготовка проектної документації	01.04.2025 р	
2.1 Розробка однопоточного та двопоточного плану станції	01.04.2025 р	
2.2 Розробка структурної та функціональних схеми системи керування	01.04.2025 р	
2.3 Висновки по розділу	01.04.2025 р	
3 Створення і проектування основних схемних рішень	01.05.2025 р	
3.1 Розробка схем керування стрілочними електроприводами	01.05.2025 р.	
3.2 Розробка схем керування маневровими, вхідними і вихідними світлофорами	01.05.2025 р.	
3.3 Розробка схем контролю стану колійних ділянок	01.05.2025 р.	
3.4 Розробка схем керування включення кодування	01.05.2025 р.	
3.5 Технічні засоби електроживлення	01.05.2025 р.	
3.6 Комплекс заходів з охорони праці	01.05.2025 р.	
3.7 Визначення економічної ефективності від впровадження системи	01.05.2025 р.	
3.8 Висновки по розділу	01.05.2025 р	
Висновки	26.05.2025 р.	
Список використаної літератури	26.05.2025 р.	

Студент  Ярослав СОКОЛОВ

Керівник  Олена ЩЕБЛИКІНА

Список скорочень

МПЦ – мікропроцесорна централізація;
НТП – науково – технічний прогрес;
ПЛК – програмно – логічних контролер;
ПТЕ – правила технічної експлуатації;
ЕЦ – електрична централізація;
РШ – релейна шафа;
СУ – сигнальна установка;
ТРК – тональне рейкове коло;
АЛС – автоматична локомотивна сигналізація;
БД – блок – ділянка;
РК – рейкове коло;
ДТ – дросель – трансформатор;
СЦБ – сигналізація, централізація та блокування;
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;
ДК – диспетчерський контроль;
ЧДК – частотний диспетчерський контроль;
Ч – парний;
Н – непарний;
АБ – автоматичне блокування;
АЛС – автоматична локомотивна сигналізація;
АРМ – автоматизоване робоче місце;
ДСП – черговий по станції;
ІС – ізолюючий стик;
ШЧ – дистанція сигналізації та зв'язку;
ЕЖ – електроживлення;
ЦП – центральний процесор;
ТРА – технічно – розпорядчий акт.

Зміст

Вступ	9
1 Аналіз вибору системи мікропроцесорної централізації	
1.1 Характеристика об'єкта автоматизації та його функціональні особливості	10
1.2 Аналіз існуючих мікропроцесорних централізацій для керування станційною інфраструктурою	11
1.3 Вибір системи	34
2 Комплексне створення та підготовка проектної документації	37
2.1 Розробка одониткового та двониткового плану станції	37
2.2 Розробка структурної та функціональних схеми системи керування	41
2.3 Висновки по розділу	45
3 Створення і проектування основних схемних рішень	46
3.1 Розробка схем керування стрілочними електроприводами	46
3.2 Розробка схем керування маневровими, вхідними і вихідними світлофорами	48
3.3 Розробка схем контролю стану колійних ділянок	51
3.4 Розробка схем керування включення кодування	53
3.5 Технічні засоби електроживлення	55
3.6 Комплекс заходів з охорони праці	57
3.7 Визначення економічної ефективності від впровадження системи	59
3.8 Висновки по розділу	70
Висновки	71
Список використаної літератури	72
Додаток А Одонитковий план станції	75
Додаток Б Двонитковий план станції	76
Додаток В Структурна схема МПЦ	77
Додаток Г Схеми рейкових кіл	78

					ВКР 01.25.02.11.ПЗ						
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Соколов Я.В.			Модернізація об'єкту критичної інфраструктури залізничного транспорту			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Щебликіна О.В.							8	74	
Н. контр.		Ананьєва О.М.						УкрДУЗТ 133 – АКІТ – д22			
Затв.		Сотник В.О.									

Висновки

У роботі здійснено модернізація станції шляхом впровадження мікропроцесорної централізації від «НВП «САТЕП», яка має суттєві переваги над традиційними релейними та релейно-процесорними системами електричної централізації. Ця система вирізняється кращою енергоефективністю, збільшеним терміном експлуатації, можливістю зменшення кількості обслуговуючого персоналу, а також економічністю обладнання й іншими позитивними аспектами. Для конкретної станції розроблено двонитковий колійний план, що враховує її особливості. Була створена структурна схема МПЦ, а також подано способи керування зовнішніми об'єктами на території станції. Запропонована система МПЦ побудована на трирівневій архітектурі: верхній рівень включає автоматизоване робоче місце ДСП для координації роботи, середній рівень складається з мікропроцесорного блоку залежностей на базі промислової ЕОМ, а нижній рівень охоплює об'єктні контролери та виконавчі механізми на коліях. Проведені техніко-економічні розрахунки демонструють, що впровадження МПЦ сприяє зниженню витрат на електроенергію, матеріали, штат працівників і трудові затрати на технічне обслуговування. Капіталовкладення в систему повертаються вже на п'ятому році її функціонування, що значно перевищує типові строки окупності. Описані заходи безпеки праці підкреслюють високий рівень надійності та безпечності мікропроцесорної централізації у процесі використання, позиціонуючи її як ідеальний вибір для оновлення залізничної інфраструктури.

Ця система не лише забезпечує стабільну роботу, а й мінімізує ризики для персоналу завдяки продуманим протоколам безпеки. Впровадження МПЦ сприяє підвищенню ефективності керування рухом, зниженню аварійності та оптимізації ресурсів. Таким чином, вона відповідає сучасним вимогам до технологій у транспортній сфері, забезпечуючи економічні вигоди та довгострокову перспективу для розвитку залізничних об'єктів.

					ВКР 01.25.02.11.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1 Гаврилук О.С. Основи автоматики на залізничному транспорті. [Текст] : навчальний посібник / О. І. Довгань, В. І. Жуковський – К.: «Літера ЛТД» 2020 – 40 – 52 с.

2 Донцова, І. О. Автоматизовані технології у сучасній промисловості. [Текст] : навчальний посібник / К.В. Калитков – К.: «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія» – 2019. – №2. – 18 – 22 с.

3 Литвиненко О.В. Побудова складних системи на мікроконтролерах. [Текст] : навчальний посібник / А.В. Григоренко, Н.А. Коваленко – К.: «Транспортні системи» – 2020. – 13 – 20 с.

4 Гаврилук О.В. Сучасні технології в інформаційних системах. [Текст] : навчальний посібник / І.О. Білоус, В.В. Подвисоцький – Л.: «Львівський національний університет імені Івана Франка» – 2020 – 18 – 25 с.

5 Розгорнута характеристика систем мікропроцесорної централізації [Електронний ресурс]: НВП «САТЕП». – Режим доступу: <http://satep.com.ua>. – (Дата звернення 08.03.2025 року).

6 Іванов О.О. Технічне проектування систем автоматизації та зв'язку: підходи та практичні рекомендації. [Текст] : навчальний посібник / О.В. Нікітін, Н.С. Король – К.: «Академія транспорту» – 2019 – 20 – 24 с.

7 Петров В.В. Інформаційні технології у виробництві. [Текст] : навчальний посібник / О.О. Александров – Л.: «Львівська технічна бібліотека» – 2021 – 17 с.

8 Петренко І.І. керування рухом поїздів: проблеми та перспективи. [Текст] : навчальний посібник / О.В Зінченко – К.: «Сучасні технології та системи» – 2021 – 7 – 10 с.

9 Іванов П.О. Введення до мікропроцесорних систем керування на магістральному та залізничному транспорті. [Текст] : Підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.М. Коваленко, В.Д. Степанов – К.: «Мобільний транспорт» – 2019 – 300 – 306 с.

					ВКР 01.25.02.11.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 Бурлаков В.Г. Мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів – МПЦ – Ебілок – 950 [Текст]: навчальний посібник / В. П. Лукашук – Б. : «Сучасні системи на залізничному транспорті» 2019 – 10 – 14 с.

11 Система централізації сигналізації та керування для залізничних систем. [Текст]: Рішення з інтеграції мікропроцесорів та виконавчих механізмів. Затверджено департаментом залізничної автоматизації та телемеханіки. Київ, 2024 – К.: Департамент залізничної автоматизації та телемеханіки української залізниці.

12 Система мікропроцесорної централізації МПЦ – У [Текст]: коротка характеристика системи / НВО «Імпульс». НВО «Імпульс», 2019. – 20 с.

13 Петров Д.О Розвиток систем керування транспортом: від мікропроцесорів до штучного інтелекту. [Текст] : підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.О Сидоренка, О.О Ковалю – К.: «Інтелектуальні транспортні системи» – 2023 – том 15 – № 3 – 112 – 124 с.

14 Петров Д.О Розвиток систем керування транспортом: від мікропроцесорів до штучного інтелекту. [Текст] : підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.О Сидоренка, О.О Ковалю – К.: «Інтелектуальні транспортні системи» – 2023 – том 12 – № 2 – 45 – 52 с.

15 Л.Д Куший Системи мікропроцесорної централізації стрілок і сигналів МПЦ, виробництво, забезпечення функціональної безпеки та результати експлуатації. [Текст] : підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.О. Просикін – К.: «Залізничний транспорт України» 2020 – №5/6 59 – 67 с.

16 Розгорнута характеристика систем мікропроцесорної централізації [Електронний ресурс]: НВП «САТЕП». – Режим доступу: <http://satop.com.ua>. – (Дата звернення 08.03.2025 року).

17 Грант В. Інноваційна система централізації SIMIS IS на залізниці Brunigbahn: аналіз та перспективи [Текст] навчальний посібник / В. Джонсон, Н. Ліні – Л.: «Транспортна інфраструктура сьогодення» – 2024. – №2. – 15 – 19 с.

					ВКР 01.25.02.11.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18 Плаксіє В.Ф. Автоматика та телемеханіка. [Текст] : підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.С. Різун – К.: «Слово» 2020 – 8 – 13 с.

19 Розгорнута характеристика систем мікропроцесорної централізації. Підрозділ схематичні рішення для системи. [Електронний ресурс]: НВП «САТЕП». – Режим доступу: <http://satep.com.ua>. – (Дата звернення 08.03.2025 року).

20 Марчук Ю.П. Економіка транспорту. [Текст] навчальний посібник / О.І Ілляш – К. : «КНЕУ» – 2018 – 18 – 27 с.

21 Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті. НАПБ В.01.010-2009/510: затв. Кабінетом Міністрів України. – К.: УЗ, 2020 – 70 – 73 с.

22 Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]: – К.: Укрзалізниця, 2021 – 60 – 70 с.

23 Коваленко О.В. Основи транспортної логістики. [Текст] навчальний посібник / О.В. Коваленко, І.П. Сидоренко – Х.: «ХНУ імені В.Н. Каразіна», 2019 – 45 – 58 с.

24 Норми безпеки праці на залізничному транспорті. НАПБ В.02.015-2015/620: затв. Міністерством інфраструктури України. – К.: Укрзалізниця, 2017 – 25 – 30 с.

25 Григор'єв М.С. Технічне обслуговування залізничних систем. [Текст] підручник / М.С. Григор'єв – Л.: «ЛНУ імені Івана Франка», 2020 – 80 – 95 с.

26 Інструкція з експлуатації електрообладнання на транспорті. НАПБ В.03.022-2018/430: затв. Кабінетом Міністрів України. – К.: УЗ, 2021 – 15 – 22 с.

27 Сидоров А.Л. Економічна ефективність інвестицій у транспорт. [Текст] монографія / А.Л. Сидоров – Д.: «ДНУЗТ», 2016 – 50 – 65 с.

28 Правила електробезпеки на залізницях України. НАПБ В.01.018-2014/550: Міністерством транспорту України. – К.: Укрзалізниця, 2019 – 35 – 40 с.

29 Козар Л.М. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до викладення та оформлення. 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 01.25.02.11.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		