

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

ОБЛАДНАННЯ СТАНЦІЇ «Х» СУЧАСНИМИ ПРИСТРОЯМИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СТРІЛОК ТА СИГНАЛІВ НА ВИСОКОШВИДКІСНОМУ ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи першого
освітнього ступеня бакалавр

ВКР 01.25.02.02.ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти
групи 110 – ОКСКРП – д21

(робота виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

_____ Нікіта СИДОРОВ

Керівник кандидат технічних наук, доцент

_____ Іван СІРОКЛИН

Рецензент кандидат технічних наук, доцент

_____ Наталія КОРОЛЬОВА

Харків 2025 рік

Анотація

Бакалаврська кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавр за спеціальністю 273 Залізничний транспорт на тему Обладнання станції «Х» сучасними пристроями мікропроцесорної централізації стрілок та сигналів на високошвидкісному залізничному транспорті. Український державний університет залізничного транспорту, кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів» – Харків, 2025 рік, 97 аркушів пояснювальної записки, містить 6 таблиць та 4 рисунки, список використаних джерел містить з 22 найменування і 10 додатків.

Бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена обладнанню станції «Х» сучасними пристроями мікропроцесорної централізації стрілок та сигналів на високошвидкісному залізничному транспорті. У роботі розглянуто сучасні системи керування станційними пристроями автоматики та телемеханіки на залізничних станціях. Проведено детальний аналіз вимог до таких систем, особливостей мікропроцесорних технологій централізованого керування, а також здійснено обґрунтування вибору оптимальної системи для станції «Х». Запропоновано технічні підходи до оснащення станції системами мікропроцесорної централізації, зокрема розробку планів станції, структурної схеми управління, схем узгодження з напільними пристроями, мереж зв'язку та системи електроживлення. Окрему увагу приділено техніко – економічному аналізу впровадження мікропроцесорної централізації Ebilock – 950, оцінці її економічного ефекту та підвищенню ефективності станції. Також розглянуто аспекти охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Результати дослідження можуть бути корисними для оптимізації керування залізничними станціями та підвищення їхньої надійності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СИСТЕМА КЕРУВАННЯ; АВТОМАТИКА; ТЕЛЕМЕХАНІКА; ЗАЛІЗНИЧНА СТАНЦІЯ; МІКРОПРОЦЕСОРНА ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ; EBILOCK – 950; ОПТИМІЗАЦІЯ; ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ; СТРУКТУРНА СХЕМА; НАПІЛЬНІ ПРИСТРОЇ; МЕРЕЖА ЗВ'ЯЗКУ; БЕЗПЕКА; ОХОРОНА ПРАЦІ; ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ; АВТОМАТИЗАЦІЯ; ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ; ПРОЄКТУВАННЯ; НАДІЙНІСТЬ; ТЕХНОЛОГІЇ; АНАЛІЗ.

Abstracts

Bachelor's qualification work for a bachelor's degree in specialty 273 Railway Transport on the topic Equipment of station «X» with modern devices for microprocessor centralization of switches and signals on high – speed railway transport. Ukrainian State University of Railway Transport, Department of Automation and Computerized Train Control – Kharkiv, 2025, 97 pages of explanatory note, contains 6 tables and 4 figures, the list of references includes 22 titles and 10 appendices.

The bachelor's qualification work is devoted to equipping station «X» with modern devices for microprocessor – based centralization of switches and signals in high – speed rail transport. The work considers modern control systems for station automation and telemechanics devices at railway stations. A detailed analysis of the requirements for such systems, the features of microprocessor – based centralized control technologies, and the justification for choosing the optimal system for station «X» are presented. Technical approaches to equipping the station with microprocessor – based centralization systems are proposed, including the development of station plans, control structure, coordination schemes with field devices, communication networks, and power supply systems. Particular attention is paid to the technical and economic analysis of the implementation of the EbiLock – 950 microprocessor – based centralization, assessment of its economic effect and improvement of the station's efficiency. Aspects of labor protection and safety in emergency situations are also considered. The results of the study can be useful for optimizing the management of railway stations and increasing their reliability.

KEYWORDS: CONTROL SYSTEM; AUTOMATION; TELE – MECHANICS; RAILWAY STATION; MICROPROCESSOR CENTRALIZATION; EBILOCK – 950; OPTIMIZATION; POWER SUPPLY; STRUCTURAL DIAGRAM; FIELD DEVICES; COMMUNICATION NETWORK; SAFETY; LABOR PROTECTION; ECONOMIC EFFICIENCY; AUTOMATION; TECHNICAL PARAMETERS; DESIGN; RELIABILITY; TECHNOLOGY; ANALYSIS.

Факультет інформаційно – керуючих систем та технологій

Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

доцент, канд. техн. наук

_____ Василь СОТНИК

«6» Січня 2025

ЗАВДАННЯ

ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ПЕРШОГО ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

Сидорову Никіті Сергійовичу

1 Тема Обладнання станції «Х» сучасними пристроями мікропроцесорної централізації стрілок та сигналів на високошвидкісному залізничному транспорті

Керівник Сіроклин Іван Миколайович, канд. техн. наук, доцент

затверджені розпорядженням по факультету інформаційно – керуючих систем та технологій від «6» січня 2025 року № _____

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

3 Вихідні дані Нормативно – правові засади експлуатації залізничного транспорту в Україні; Система заходів із забезпечення охорони праці на об'єктах залізничного транспорту; Функціональні основи та принципи дії систем автоматики та телемеханіки в експлуатації залізничних об'єктів; Типові технічні рішення щодо організації та реалізації рейкових кіл на залізничному транспорті; Схематичний проєктний план станції «Х»; Стандартизовані принципові схеми побудови мікропроцесорних систем централізації руху на залізничних станціях.

4 Зміст розрахунково – пояснювальної записки

1 Сучасні системи керування станційними пристроями автоматики та телемеханіки на залізничній станції

2 Технічні підходи та рішення щодо оснащення станції системами мікропроцесорної централізації

3 Техніко – економічний аналіз та обґрунтування доцільності впровадження системи мікропроцесорної централізації для підвищення ефективності станції «Х»

5 Перелік графічного матеріалу

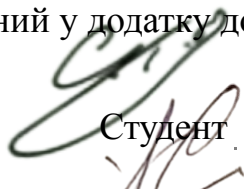
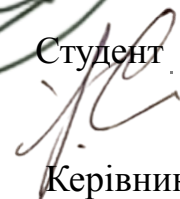
Однонитковий план станції; Двонитковий план та каналізація зворотнього тягового струму; Структурна схема системи мікропроцесорної централізації; Схема керування вхідним світлофором; Схема керування вихідним та маневровим світлофорами; Схема керування одиночною стрілкою; Схема керування спареною стрілкою; Схема тональних рейкових кіл та схема контролю ділянок рейкових кіл; мережі зв'язку станції; Структурна схема електроживлення МПЦ.

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	Сучасні системи керування станційними пристроями автоматики та телемеханіки на залізничній станції	01.03.2025 р.	
2	Технічні підходи та рішення щодо оснащення станції системами мікропроцесорної централізації	01.04.2025 р.	
3	Техніко – економічний аналіз та обґрунтування доцільності впровадження системи мікропроцесорної централізації для підвищення ефективності станції «Х»	01.05.2025 р.	

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


Студент

Керівник

Нікіта СИДОРОВ

Іван СІРОКЛИН

ДОДАТОК ДО ЗАВДАННЯ КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	01.05.2025 р.	
1 Сучасні системи керування станційними пристроями автоматики та телемеханіки на залізничній станції	01.03.2025 р.	
1.1 Детальний аналіз вимог до сучасних систем керування станційним обладнанням	01.03.2025 р.	
1.2 Особливості, технічні параметри та характеристики сучасних мікропроцесорних систем централізованого керування	01.03.2025 р.	
1.3 Аналіз та обґрунтування оптимального вибору системи керування для оснащення визначеної станції «Х»	01.03.2025 р.	
1.4 Висновки по розділу	01.03.2025 р.	
2 Технічні підходи та рішення щодо оснащення станції системами мікропроцесорної централізації	01.04.2025 р.	
2.1 Проектування та розробка однопунктового та двопунктового планів станції «Х»	01.04.2025 р.	
2.2 Проектування та розробка структурної схеми системи мікропроцесорної централізації станції «Х»	01.04.2025 р.	
2.3 Проектування та розробка схем узгодження з напільними пристроями станції «Х»	01.04.2025 р.	
2.4 Проектування та розробка мереж зв'язку станції «Х»	01.04.2025 р.	
2.5 Проектний розрахунок системи електроживлення для забезпечення безперебійної роботи системи станції «Х»	01.04.2025 р.	
2.6 Висновки по розділу	01.04.2025 р.	
3 Техніко – економічний аналіз та обґрунтування доцільності впровадження системи мікропроцесорної централізації для підвищення ефективності станції «Х»	01.05.2025 р.	
3.1 Теоретичний аналіз та обґрунтування доцільності впровадження системи мікропроцесорної централізації Ebilock – 950 для оптимізації керування	01.05.2025 р.	
3.2 Методологічні засади оцінки та аналізу економічної ефективності впровадження системи мікропроцесорної централізації Ebilock – 950	01.05.2025 р.	
3.3 Оцінка та визначення економічного ефекту від впровадження мікропроцесорної системи автоматизації залізничного транспорту	01.05.2025 р.	
3.4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	01.05.2025 р.	
3.5 Висновки по розділу	01.05.2025 р.	
Висновки	01.05.2025 р.	
Список використаної літератури	01.05.2025 р.	

Студент _____ Нікіта Сидоров

Керівник _____ Іван СІРОКЛИН

Зміст

Вступ	10
1 Сучасні системи керування станційними пристроями автоматики та телемеханіки на залізничній станції	12
1.1 Детальний аналіз вимог до сучасних систем керування станційним обладнанням	12
1.2 Особливості, технічні параметри та характеристики сучасних мікропроцесорних систем централізованого керування	15
1.3 Аналіз та обґрунтування оптимального вибору системи керування для оснащення визначеної станції «Х»	26
1.4 Висновки по розділу	36
2 Технічні підходи та рішення щодо оснащення станції системами мікропроцесорної централізації	37
2.1 Проектування та розробка однопиткового та двопиткового планів станції «Х»	37
2.2 Проектування та розробка структурної схеми системи мікропроцесорної централізації станції «Х»	39
2.3 Проектування та розробка схем узгодження з напільними пристроями станції «Х»	39
2.4 Проектування та розробка мереж зв'язку станції «Х»	49
2.5 Проектний розрахунок системи електроживлення для забезпечення безперебійної роботи системи станції «Х»	54
2.6 Висновки по розділу	58
3 Техніко – економічний аналіз та обґрунтування доцільності впровадження системи мікропроцесорної централізації для підвищення ефективності станції «Х»	60

3.1 Теоретичний аналіз та обґрунтування доцільності впровадження системи мікропроцесорної централізації Ebilock – 950 для оптимізації керування	60
3.2 Методологічні засади оцінки та аналізу економічної ефективності впровадження системи мікропроцесорної централізації Ebilock – 950	61
3.3 Оцінка та визначення економічного ефекту від впровадження мікропроцесорної системи автоматизації залізничного транспорту	65
3.4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	74
3.5 Висновки по розділу	83
Висновки	85
Список використаної літератури	86
Додаток А Одонитковий план станції «Х»	88
Додаток Б Двонитковий план та каналізація зворотнього тягового струму станції «Х»	89
Додаток В Структурна схема системи мікропроцесорної централізації	90
Додаток Г Схема керування входним світлофором	91
Додаток Д Схема керування вихідним та маневровим світлофорами	92
Додаток Е Схема керування одиночною стрілкою	93
Додаток Ж Схема керування спареною стрілкою	94
Додаток З Схема тональних рейкових кіл та схема контролю ділянок рейкових кіл	95
Додаток И Мережі зв'язку станції «Х»	96
Додаток К Структурна схема електроживлення мікропроцесорної централізації Ebilock – 950	97

Вступ

Серед ключових чинників, що впливають на сталий розвиток економіки країни, важливе місце займає залізничний транспорт. Він виконує функцію продовження виробничого процесу, сприяє ефективному розподілу ресурсів та формуванню раціональних економічних зв'язків між регіонами. Важливим аспектом роботи залізниць є швидкість обробки поїздів на станціях, оскільки саме цей показник значною мірою визначає їхню пропускну здатність. Головний акцент робиться на забезпеченні безпеки руху, яка великою мірою залежить від організації пересувань у межах станції. Ці процеси мають свої специфічні особливості: проходження поїздів через стрілочні переводи, одночасне виконання кількох маневрів та необхідність управління двома різними видами руху – поїзним і маневровим [1].

В автоматизованій інфраструктурі залізничних станцій ключову роль відіграє система централізованого керування стрілками та сигналами. Вона являє собою комплекс технічних засобів, що здійснюють централізоване управління цими елементами, а також їхній постійний моніторинг. Основна функція централізації – забезпечення безпечної взаємодії між усіма об'єктами станції шляхом логічного блокування, що дозволяє мінімізувати ризики аварійних ситуацій. Крім того, система забезпечує ефективне дистанційне управління світлофорними сигналами та стрілочними переводами, що підвищує рівень безпеки та економічності експлуатації. Для утримання конкурентних позицій залізничного транспорту в умовах сучасного ринку необхідне впровадження інтелектуальних комп'ютеризованих систем управління. Такі технології забезпечують високу гнучкість у керуванні процесами, розширені функціональні можливості та покращені експлуатаційні характеристики, що значно підвищує ефективність роботи залізничної інфраструктури.

На сьогодні одним із ключових стратегічних завдань залізничної індустрії, що визначені в рамках концепції та програми інформатизації та розвитку телекомунікаційного сектору залізничного транспорту України, є розробка та

інтеграція передових інформаційних технологій у всі сфери діяльності цієї галузі [1].

Водночас важливою є потреба в подальшому розвитку систем забезпечення безпеки руху на залізничних станціях і перегонах. Це зумовлено реалізацією державних ініціатив, спрямованих на створення та експлуатацію національних транспортних коридорів, а також розвитком швидкісного руху. Для впровадження цих ініціатив необхідно розробити концепцію створення сучасних автоматизованих систем для залізничного транспорту [1].

Сучасний процес проектування та впровадження нових систем передбачає використання інноваційних технологій, що дозволяють запроваджувати високошвидкісні лінії та значно підвищувати рівень безпеки руху. Водночас активно розвиваються мікропроцесорні системи, які вже успішно застосовуються в ряді країн Європи, Азії та Америки. У цих регіонах припинено проектування традиційних релейних систем, оскільки мікропроцесорні технології забезпечують кращі технічні характеристики та більшу надійність у порівнянні з попередніми рішеннями. Цей прогрес сприяє розвитку залізничного транспорту, надаючи нові можливості для підвищення ефективності та безпеки транспортних перевезень.

Однією з передових мікропроцесорних технологій є система МПЦ Ebilock – 950, здатна одночасно контролювати до 100 логічних та 1000 об'єктів типу IPU. Час від реєстрації спрацьовування датчика до передачі команди об'єктному контролеру не перевищує 1 секунди. Управління цією системою здійснюється через автоматизоване робоче місце диспетчера станції (АРМ ДСП), яке побудоване на основі промислового комп'ютера. Всі операції МПЦ контролюються шляхом відображення інформації на дисплеї АРМ ДСП, а керування здійснюється за допомогою клавіатури. Крім того, команди, накази від центрального комп'ютера та стан об'єктів автоматично фіксуються в журналі подій, який можна роздрукувати за потреби.

Впровадження мікропроцесорної централізації на проміжних станціях є важливим і сучасним завданням. Це рішення дає змогу розширити можливості електричної централізації, зокрема, забезпечуючи контроль за коректністю встановлення маршрутів, моніторинг діяльності електромеханіка, а також проводити діагностику обладнання та виконувати багато інших функцій [1].

Висновки

Робота полягає в обладнанні станції «Х» системою мікропроцесорної централізації. Релейна елементна база, яка раніше використовувалась для побудови електричної централізації, вже не відповідає сучасним вимогам. У рамках проекту була здійснена заміна традиційної маршрутно – релейної централізації на більш ефективну мікропроцесорну систему «Ebilock – 950». В експлуатаційній частині досліджено різні типи мікропроцесорних централізацій, надано схематичні зображення структур цих систем і їх детальний опис, що дозволяє оцінити переваги новітніх технологій у порівнянні з застарілими методами.

Технічний розділ пояснювальної записки включає розроблені плани для однострижкової та двострижкової схем станції «Х». Окрім цього, була створена структурна схема мікропроцесорної централізації «Ebilock – 950» та відповідні електричні схеми для проєктованого об'єкта. Також були розроблені принципові схеми для керування стрілками, світлофорами, контролю рейкових ділянок, а також для мережі зв'язку. У пояснювальній записці представлено детальний опис функціонального призначення плат об'єктних контролерів, таких як LMP, MOT, SRC, CCM. Додатково, проведено електротехнічний розрахунок для системи електроживлення мікропроцесорної централізації «Ebilock – 950», що забезпечує її надійну та стабільну роботу. У розділі, що стосується охорони праці, здійснено огляд системи мікропроцесорної централізації, аналіз можливих ризиків на об'єкті та визначено заходи, спрямовані на забезпечення безпеки працівників, які працюють на автоматизованих робочих місцях. Також розглянуто аспекти пожежної безпеки проєктованого об'єкта. Економічний блок містить техніко – економічне обґрунтування доцільності впровадження мікропроцесорної системи централізації Ebilock – 950 на станції. У зв'язку з інтеграцією новітніх технічних рішень, проведено аналіз економічної ефективності від впровадження цієї системи.

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 – 15 с.
- 4 Міщенко І.П. Сучасні технології автоматизації в електротранспорті. [Текст] : навчальний посібник / О.С. Довбуш – К. : «Сучасні системи керування» 2018 – 25 – 30с.
- 5 Ковальчук О.В. Сучасні етапи розробки та впровадження МПЦ Ebilock – 950 для автоматизації залізничного транспорту [Текст]. «Автоматика та телемеханіка на транспорті» № 7, 2023. – С. 15–50.
- 6 Коваленко В.М. Економіка залізничного транспорту [Текст] / В.М. Коваленко, А.В. Мельник, О.Б. Олексієнко. – Київ: Логос, 2020. – 420 с.
- 7 Гончаренко О.С. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з теми «Оцінка економічної ефективності застосування засобів автоматики та телемеханіки на залізничному транспорті» [Текст] / О.С. Гончаренко, І.А. Яковенко, М.В. Коваленко. – Київ: Укрзалізниця, 2022. – 65 с.
- 8 Правила безпеки руху на залізничному транспорті України [Текст]: Затв. Кабінетом Міністрів України, 2020 – К.: Міністерство інфраструктури України, 2020. – 384 с.
- 9 Сибаров Ю.Г. Охорона праці на залізничному транспорті [Текст]: навчальний посібник для вищих навчальних закладів залізничного транспорту /

Ю.Г. Сибаров, Т.К. Єфремова та ін.; під ред. Ю.Г. Сибарова. – К.: Транспорт України, 2019. – 320 с.

10 Ковальчук, О. В. Перспективи розвитку автоматизації на залізничному транспорті України [Текст] / О. В. Ковальчук, В. В. Петренко – Київ: «Технічні системи», 2021. – С. 40–55.

11 Лукашук В. П. Технічні аспекти автоматизації залізничних перевезень [Текст] / В. П. Лукашук – Харків: «Інженерія та транспорт», 2020. – С. 18–25.

12 Сидоренко В. М. Інноваційні підходи в управлінні залізничним рухом: мікропроцесорні системи [Текст]: навчальний посібник / В. М. Сидоренко – Одеса: «Транспортні технології», 2017. – С. 12–20.

13 Тарасенко, С. А. Інтелектуальні системи для залізничного транспорту: автоматизація управління та безпека [Текст] / С. А. Тарасенко – Київ: «Транспорт і технології», 2019. – С. 22–35.

14 Федоренко І. В. Сучасні тренди в автоматизації транспортної інфраструктури [Текст] / І. В. Федоренко – Львів: «Інноваційні технології», 2021. – С. 33–40.

15 Козлов, В. М. Техніка безпеки та охорона праці на залізничному транспорті [Текст] / В. М. Козлов. – Львів: Транспортний університет, 2021. – 250 с.

16 Литвиненко, М. В. Автоматизація та економіка транспорту: теорія і практика [Текст] / М. В. Литвиненко. – Харків: Транспортна інфраструктура, 2020. – 315 с.

17 Мельник, О. В. Теорія та практика економічного управління залізничними перевезеннями [Текст] / О. В. Мельник. – Київ: Наука і техніка, 2019. – 320 с.

18 Шевченко, О. В. Стратегія розвитку залізничного транспорту України в умовах ринкових реформ [Текст] / О. В. Шевченко. – Чернівці: Підручники і посібники, 2021. – 280 с.

19 Куценко, І. М. Системи автоматизації і телемеханіки на залізничному транспорті: економічні аспекти [Текст] / І. М. Куценко. – Одеса: Транспорт, 2022. – 210 с.

20 Яковенко, І. А. Стратегії оптимізації ресурсів у залізничному транспорті [Текст] / І. А. Яковенко. – Київ: Транспортна інфраструктура, 2020. – 180 с.

21 Костенко, С. В. Оцінка та оптимізація ефективності використання залізничних ресурсів [Текст] / С. В. Костенко. – Одеса: Транспорт України, 2020. – 240 с.

22 Василенко, В. М. Стратегії покращення ресурсного управління на залізничному транспорті [Текст] / В. М. Василенко. – Київ: Підручники і посібники, 2022. – 200 с.