

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

**РОЗРОБКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ
СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ
ШВИДКОСТІ НА ДІЛЬНІ МЕТРОПОЛІТЕНУ**

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи першого освітнього ступеня «бакалавр»

ВКР 01.25.01.16. ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти

групи 135-ОКСКРП-Д22

(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)



Кринський.С.В.

Керівник:



к.т.н. доц. Сотник В. О.



Рецензент:

д.т.н. проф. Анан'єва О.М.

Харків-2025рік.

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 15 слайдів презентації, 73 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 8 рисунки, 4 таблиці, 8 літературних джерел.

Ключові слова: БЕЗПЕКА, АВТОМАТИКА, НАДІЙНІСТЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, АЛС-АРШ, МЕТРОПОЛІТЕН, УПРАВЛІННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ.

Об'єктом дослідження є системи автоматичної локомотивної сигналізації та автоматичного регулювання швидкості, адаптовані для використання на ділянках метрополітену.

Метою даного дослідження є дослідження, адаптація та вдосконалення систем автоматичної локомотивної сигналізації та автоматичного регулювання швидкості для їх ефективного використання на ділянках метрополітену, що забезпечить підвищення точності, надійності та ефективності руху поїздів

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз існуючих систем АЛС-АРШ, та розробка системи АЛС-АРШ для умов метрополітенів.

ANNOTATION

This qualification work includes 15 presentation slides, 73 A4 explanatory note sheets, which include 8 illustrations, 4 tables, 8 literary sources.

Keywords: SAFETY, AUTOMATION, RELIABILITY, EFFICIENCY, ALS-ARS, METROPOLITAN, TRAIN TRAFFIC CONTROL.

The object of the research is automatic locomotive signaling systems and automatic speed control systems adapted for use in metro sections.

The purpose of this study is to research, adapt, and improve automatic locomotive signaling and automatic speed control systems for their effective use in

metro sections, ensuring increased accuracy, reliability, and efficiency of train movement.

The qualification work includes an analysis of existing ALS-ARS systems and the development of an ALS-ARS system adapted to metro conditions.

Український державний університет залізничного транспорту
Факультет інформаційно-керуючих систем та технологій
Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів
Ступінь освіти бакалавр
Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

К.т.н., доцент

Сотник В.О.



«25» лютого 2025р.

ЗАВДАННЯ

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Здобувачу: Кринському Євгену Вікторовичу

Група: 135-ОКСКРП-Д22

1 Тема „ Розробка системи автоматичної локомотивної сигналізації та автоматичного регулювання швидкості для ділянки метрополітену.,, затверджена розпорядженням по факультету інформаційно-керуючих систем та технологій від «24» лютого 2025р. за № 07.

2. Строк подання здобувачем закінченої роботи« 30 » травня 2025р.

3.Вихідні дані: Правила технічної експлуатації залізниць України. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) СТП 13-005:2020. Норми технологічного проектування пристроїв залізничної автоматики та телемеханіки. ДСТУ 2860-94 "Надійність техніки. Терміни та визначення". Варбанець М.Г. "Системи залізничної автоматики і телемеханіки". Railway Signalling & Interlocking International Compendium, 3rd Edition, Hamburg: PMC Media House GmbH, 2020. Кузьменко Д.М. "Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування", Залізнична автоматика, 2006. Мойсеєнко В.І., Пархоменко С.Л., Чепцов М.М., Коцюба Т.А. "Автоматизовані станційні системи керування рухом поїздів",

Харків, 2013. Басов В.І., Єлисеєв В.В., Петренко О.В. "Мікропроцесорна система централізації МПЦ-У", Київ, 2014.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ.

Реферат.

1. Аналіз впливу дії АЛС АРШ на параметри поїзного руху.

1.1. Характеристика системи АЛС АРШ.

1.2. Аналіз існуючих методів АЛС АРШ на залізницях.

1.3. Вплив АЛС АРС на поїзну роботу.

1.4. Висновки по розділу.

2. Розробка системи АЛС АРШ для ефективності та безпечності залізничного транспорту.

2.1. Вибір методів передавання сигналів АЛС АРШ.

2.2. Розробка схеми захисту системи.

2.3. Обґрунтування вибору обладнання.

2.4. Висновки по розділу.

3. Розрахунок ефективності впровадження систем АЛС АРШ.

3.1. Методика оцінки ефективності системи захисту.

3.2. Розрахунок економічних показників.

3.3. Оцінка надійності запропонованих рішень.

3.4. Висновки по розділу.

4. Охорона праці та екологічні аспекти

4.1 Аналіз потенційних небезпек.

4.2. Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

4.4. Висновки по розділу.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Структурна схема систем АЛС АРШ.
2. Принципова електрична схема АЛС АРШ.
3. Графік швидкостей АРШ на перегонах ділянки метрополітену.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів
Вступ	25.02.2025р.
Реферат	15.03.2025р.
1. Аналіз впливу дії АЛС АРШ на параметри поїздного руху.	15.03.2025р.
2. Розробка системи АЛС АРШ для ефективності та безпечності залізничного транспорту.	25.03.2025р.
3. Розрахунок ефективності впровадження систем АЛС АРШ.	20.04.2025р.
4. Охорона праці та екологічні аспекти	15.05.2025р.

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

Здобувач

Є. В. Кринський

Керівник

доц. В.О. Сотник

***ДОДАТОК ДО ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Вступ	25.02.2025р.	
Реферат	15.03.2025р.	
1. Аналіз впливу дії АЛС АРШ на параметри поїздного руху.	15.03.2025р.	
1.1. Характеристика системи АЛС АРШ.	17.03.2025р.	
1.2. Аналіз існуючих методів АЛС на залізницях.	19.03.2025р.	
1.3. Вплив АЛС АРШ на поїздну роботу.	21.03.2025р.	
1.4. Висновки по розділу.	22 .03.2025р.	
2. Розробка системи АЛС АРШ для ефективності та безпеки залізничного транспорту.	25.03.2025р.	
2.1. Вибір методів передавання сигналів АЛС АРШ.	30.03.2025р.	
2.2. Розробка схеми захисту.	02.04.2025р.	
2.3. Обґрунтування вибору обладнання.	10.04.2025р.	
2.4. Висновки по розділу.	19.04.2025р.	
3. Розрахунок ефективності впровадження систем АЛС АРШ.	20.04.2025р.	
3.1.Методика оцінки ефективності системи захисту.	25.04.2025р.	
3.2. Розрахунок економічних показників.	26.04.2025р.	
3.3. Оцінка надійності запропонованих рішень.	29.04.2025р.	
3.4. Висновки по розділу.	10.05.2025р.	
4. Охорона праці та екологічні аспекти	15.05.2025р.	

4.1 Аналіз потенційних небезпек.	16.05.2025р.	
4.2. Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.	18.05.2025р.	
4.3. Висновки по розділу.	20.05.2025р.	
Надання роботи керівникові.	20.05-2025р.	

Здобувач



Є. В. Кринський

Керівник



доц. В.О.Сотник

Зміст

Вступ.	9
1. Аналіз впливу дії АЛС АРШ на параметри поїздного руху.	12
1.1. Характеристика системи АЛС АРШ.	12
1.2. Аналіз існуючих методів АЛС на залізницях.	17
1.3. Вплив АЛС АРС на поїздну роботу.	26
1.4. Висновки по розділу.	28
2. Розробка системи АЛС АРШ для ефективності та безпечності залізничного транспорту.	30
2.1. Вибір методів передавання сигналів АЛС АРШ.	30
2.2. Розробка схеми захисту системи.	36
2.3. Обґрунтування вибору обладнання.	44
2.4. Висновки по розділу.	49
3. Розрахунок ефективності впровадження систем АЛС АРШ.	51
3.1. Методика оцінки ефективності системи захисту.	53
3.2. Розрахунок економічних показників.	56
3.3. Оцінка надійності запропонованих рішень.	59
3.4. Висновки по розділу.	60
4. Охорона праці та екологічні аспекти.	62
4.1 Аналіз потенційних небезпек.	64
4.2. Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.	66
4.3. Висновки по розділу.	68
Список використаних джерел.	70

Вступ

Сучасний етап розвитку міського транспорту, зокрема метрополітенів, характеризується стрімким зростанням пасажиропотоків та високими вимогами до безпеки, ефективності та точності управління рухом поїздів. У цих умовах ключову роль відіграють автоматизовані системи управління, такі як автоматична локомотивна сигналізація (АЛС) та автоматичне регулювання швидкості (АРШ). Ці технології забезпечують безпечний та стабільний рух поїздів, що є особливо важливим для метрополітенів, де інтервали між поїздами мінімальні, а інтенсивність руху – максимальна.

Проблема, що потребує вирішення, полягає в тому, що існуючі системи АЛС та АРШ, розроблені переважно для залізничного транспорту, не завжди ефективно працюють на ділянках метрополітену. Це пов'язано з особливостями експлуатації метрополітенів, такими як висока щільність руху, необхідність частої зупинки на станціях, обмеженість простору для маневрів та висока завантаженість інфраструктури. Крім того, існуючі системи часто не враховують сучасні вимоги до енергоефективності, точності позиціонування поїздів та інтеграції з іншими системами управління метрополітеном.

Ступінь дослідження проблеми є достатньо високою, оскільки АЛС та АРШ активно використовуються на залізницях. Проте їхнє застосування на ділянках метрополітену потребує адаптації та вдосконалення з урахуванням специфіки роботи підземного транспорту.

Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності та безпеки роботи метрополітенів, які є ключовим елементом транспортної інфраструктури сучасних міст. Впровадження сучасних систем АЛС та АРШ дозволить зменшити інтервали між поїздами, підвищити точність зупинок на

станціях, оптимізувати витрати енергії та забезпечити високий рівень безпеки для пасажирів. Крім того, розвиток цих систем відповідає світовим тенденціям до автоматизації та цифровізації міського транспорту.

Метою дослідження є розробка та адаптація методів і алгоритмів автоматичної локомотивної сигналізації та автоматичного регулювання швидкості для використання на ділянках метрополітену, що забезпечать підвищення точності, надійності та ефективності руху поїздів.

Основні завдання дослідження включають:

Аналіз існуючих систем АЛС та АРШ, виявлення їхніх переваг та недоліків при застосуванні на метрополітені.

Розробка нових алгоритмів автоматичного регулювання швидкості, що враховують специфіку роботи метрополітену (часті зупинки, висока щільність руху тощо).

Дослідження можливостей інтеграції АЛС та АРШ з системами автоматизованого управління метрополітеном.

Моделювання та тестування запропонованих рішень для оцінки їхньої ефективності в умовах, близьких до реальної експлуатації.

Об'єктом дослідження є системи автоматичної локомотивної сигналізації та автоматичного регулювання швидкості, адаптовані для використання на ділянках метрополітену. Предметом дослідження є методи та алгоритми, що забезпечують підвищення точності, надійності та ефективності роботи цих систем у специфічних умовах метрополітену.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що запропоновані рішення можуть бути впроваджені в системи управління метрополітеном, що призведе до підвищення безпеки руху, зменшення інтервалів між поїздами, оптимізації енергоспоживання та покращення якості обслуговування

пасажирів. Це має важливе значення для розвитку міської транспортної інфраструктури та забезпечення комфортного та безпечного пересування мільйонів людей щодня.

Таким чином, дипломна робота спрямована на вирішення актуальних проблем у галузі автоматизації метрополітенів та пропонує нові підходи до адаптації та вдосконалення систем АЛС та АРШ для їх ефективного використання на ділянках підземного транспорту. Це є важливим кроком у розвитку сучасних транспортних технологій для міст.

Висновок

У даній дипломній роботі проведено комплексне дослідження системи автоматичної локомотивної сигналізації з автоматичним регулюванням швидкості (АЛС АРШ) та її впливу на ефективність і безпеку залізничного транспорту. На основі проведеного аналізу характеристик системи АЛС АРШ, а також порівняння з існуючими методами сигналізації на залізницях, встановлено, що впровадження АЛС АРШ сприяє підвищенню безпеки поїзного руху та оптимізації транспортних процесів.

У рамках роботи розроблено пропозиції щодо вдосконалення системи АЛС АРШ, включаючи вибір оптимальних методів передавання сигналів, розробку схеми захисту системи та обґрунтування вибору обладнання. Проведено розрахунок економічної ефективності впровадження запропонованих рішень, який підтвердив їх доцільність з точки зору зниження експлуатаційних витрат та підвищення надійності. Оцінка надійності показала, що запропоновані рішення відповідають сучасним вимогам до безпеки та стабільності роботи залізничного транспорту.

Особливу увагу приділено питанням охорони праці та екологічним аспектам. Проведений аналіз потенційних небезпек дозволив розробити заходи для забезпечення безпечних умов праці, що є важливим для практичного впровадження системи.

Запропоновані рішення мають практичну цінність і можуть бути використані для модернізації систем сигналізації на залізницях, що сприятиме підвищенню безпеки, ефективності та екологічності залізничного транспорту. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на адаптацію системи АЛС АРШ до специфічних умов експлуатації на різних залізничних маршрутах.

Список літератури

1. Правила технічної експлуатації залізниць України.
2. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) СТП.
3. Норми технологічного проектування пристроїв залізничної автоматики та телемеханіки.
4. ДСТУ 2860-94 "Надійність техніки. Терміни та визначення"
5. Варбанець М.Г. "Системи залізничної автоматики і телемеханіки"
6. Кузьменко Д.М. "Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування", Залізничавтоматика.
7. Мойсеєнко В.І., Пархоменко С.Л., Чепцов М.М., Коцюба Т.А. "Автоматизовані станційні системи керування рухом поїздів", Харків.
8. Басов В.І., Єлисеєв В.В., Петренко О.В. "Мікропроцесорна система централізації МПЦ-У", Київ.