

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ
ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ
АВТОМАТИКИ**

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи першого освітнього ступеня
«бакалавр»

ВКР 01.25.01.08

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

_____ Дмитро Левін

Керівник кандидат технічних наук, доцент

_____ Сергій ЗМІЙ

Рецензент

Харків 2025 рік

Анотація

Кваліфікаційна робота присвячена розробці програмно-апаратного комплексу для вивчення принципів схем залізничної автоматики. Описано: методологію моделювання електричних кіл за допомогою комп'ютерних обчислень, використані для цієї мети технології, а також безпосередньо сам процес розробки.

Розроблено програмне забезпечення, протестовано на прикладі схеми залізничної автоматики. Схему побудовано у віртуальному середовищі за допомогою редактора та побудовано часові діаграми роботи реле. Отримані результати узгоджуються з очікуваною поведінкою схеми, що демонструє точність моделювання і правильність реалізації алгоритмів розрахунку.

Один з розділів роботи присвячений розгляду питань охорони праці та забезпеченню безпеки в умовах надзвичайних ситуацій. У цьому розділі виконано аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища, а також запропоновано заходи щодо приведення умов праці у відповідність до чинних нормативів. Крім того, наведено розрахунки захисного заземлення.

Ключові слова: ІНТЕРАКТИВНІСТЬ, ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ВУЗЛОВИХ ПОТЕНЦІАЛІВ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЗАЗЕМЛЕННЯ, РЕЛЕЙНІ СИСТЕМИ, ЗАЛІЗНИЧНА АВТОМАТИКА.

Abstract

The qualification work is devoted to development of the hardware and software complex for studying circuits of railway automatics. There were described: the methods of modeling electrical circuits using computer calculations, technologies used for this purpose, and also the development process itself.

The developed software is tested with an example of a railway automatics circuit. The circuit was created in the virtual environment using the editor, and time diagrams of relay functioning are plotted. The obtained results match the expected behavior of the circuit, demonstrating modeling accuracy and correct calculation algorithms implementation.

One of the sections of the work is dedicated to consideration of the labor protection and safety in emergency situations. This section provides an analysis of potentially dangerous and harmful industrial environment factors, as well as proposed measures to bring working conditions in line with the current regulations. In addition, there are presented calculations for protective grounding.

Keywords: INTERACTIVITY, HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX, SOFTWARE, MODIFIED NODAL ANALYSIS, LABOR PROTECTION, GROUNDING, RELAY SYSTEMS, RAILWAY AUTOMATICS.

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

«__» _____

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

Левіну Дмитру Денисовичу

1 Тема "Розроблення програмно-апаратного комплексу для вивчення принципів схем систем залізничної автоматики"

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 "10" червня 2025 року

3 Вихідні дані принципова схема дешифраторної комірки системи числового кодового автоблокування, параметри електричних елементів схеми. Технічна документація до C++ бібліотек Eigen, SFML.

4 Зміст розрахунково – пояснювальної записки

1 Технічні вимоги до програмного забезпечення та методи моделювання електричних схем

2 Структура та модулі програмного забезпечення

3 Програмно-апаратна реалізація і тестування

4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5 Перелік графічного матеріалу

1 Графічні інтерфейси програм симуляторів/тренажерів;

2 Архітектурні шаблони для програмного забезпечення;

3 Зовнішній вигляд інтерфейсу;

4 Результати моделювання програмного забезпечення;

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	Технічні вимоги до програмного забезпечення та методи моделювання електричних схем	01.04.2025р.	
2	Структура та модулі програмного забезпечення	20.05.2025р.	
3	Програмно-апаратна реалізація і тестування	20.06.2025р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	06.06.2025р.	

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

Студент _____ Дмитро ЛЕВІН
(підпис)

Керівник _____ Сергій ЗМІЙ
(підпис)

ДОДАТОК ДО ЗАВДАННЯ КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	01.04.2025р.	
1 Технічні вимоги до програмного забезпечення та методи моделювання електричних схем	01.04.2025р.	
1.1 Порівняння традиційних та інтерактивних способів навчання	01.04.2025р.	
1.2 Огляд існуючого програмного забезпечення в рамках навчального процесу	01.04.2025р.	
1.3 Доцільність створення спеціалізованого програмного забезпечення	01.04.2025р.	
1.4 Вимоги до функціоналу	01.04.2025р.	
1.5 Методологія моделювання електричних схем	01.04.2025р.	
1.6 Висновки до першого розділу	01.04.2025р.	
2 Структура та модулі програмного забезпечення	20.05.2025р.	
2.1 Загальна архітектура програмного забезпечення	20.05.2025р.	
2.2 Опис основних модулів та їх взаємодія	20.05.2025р.	
2.3 Висновки до другого розділу	20.05.2025р.	
3 Програмно-апаратна реалізація і тестування	20.06.2025р.	
3.1 Середовище розробки та використані технології	20.06.2025р.	
3.2 Етап розробки програмного забезпечення	20.06.2025р.	
3.3 Апаратна частина комплексу	20.06.2025р.	
3.4 Тестування та аналіз точності результатів симуляції на прикладах реальних схем залізничної автоматики	20.06.2025р.	
3.5 Висновки до третього розділу	20.06.2025р.	
4. Охорона праці та безпека в умовах надзвичайних ситуацій	06.06.2025р.	
4.1 Характеристика проєктованого об'єкту	06.06.2025р.	
4.2 Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів	06.06.2025р.	
4.3 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці	06.06.2025р.	
4.4 Надзвичайні ситуації та шляхи подолання їх наслідків	06.06.2025р.	
4.5 Розрахунок захисного заземлення	06.06.2025р.	
4.6 Висновки до четвертого розділу	06.06.2025р.	
Висновки	06.06.2025р.	
Список використаної літератури	06.06.2025р.	

Студент _____ Дмитро ЛЕВІН
(підпис)

Керівник _____ Сергій ЗМІЙ
(підпис)

Зміст

Вступ	8
1 Технічні вимоги до програмного забезпечення та методи моделювання електричних схем	9
1.1 Порівняння традиційних та інтерактивних способів навчання	9
1.2 Огляд існуючого програмного забезпечення в рамках навчального процесу.....	11
1.3 Доцільність створення спеціалізованого програмного забезпечення	15
1.4 Вимоги до функціоналу	16
1.5 Методологія моделювання електричних схем.....	17
1.6 Висновки до першого розділу	37
2 Структура та модулі програмного забезпечення	38
2.1 Загальна архітектура програмного забезпечення	38
2.2 Опис основних модулів та їх взаємодія	43
2.3 Висновки до другого розділу	44
3 Програмно-апаратна реалізація і тестування.....	45
3.1 Середовище розробки та використані технології	45
3.2 Етап розробки програмного забезпечення	49
3.3 Апаратна частина комплексу	53
3.4 Тестування та аналіз точності результатів симуляції на прикладах реальних схем залізничної автоматики	54
3.5 Висновки до третього розділу	58
4 Охорона праці та безпека в умовах надзвичайних ситуацій.....	59
4.1 Характеристика проєктованого об'єкту	59
4.2 Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів	60
4.3 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці	61
4.4 Надзвичайні ситуації та шляхи подолання їх наслідків	64
4.5 Розрахунок захисного заземлення	66
4.6 Висновки до четвертого розділу.....	69
Висновки	70

					ВКР 01.25.01.08		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Левін			Розроблення програмно-апаратного комплексу для вивчення принципових схем систем залізничної автоматики	Літ.	Арк.
Перевір.		Змій					Аркушів
Рецензент						Група 133-АКІТ-Д22	
Н. Контр.		Ананьєва					
Затверд.		Сотник					

Вступ

В сучасному світі залізничний транспорт - це невід'ємна частина транспортної інфраструктури, що забезпечує швидкий і безпечний спосіб перевезення вантажів і пасажирів. Системи залізничної автоматики - це основа для забезпечення безпеки, надійності та ефективності руху поїздів. Вивчення принципів роботи цих систем - це важливий етап підготовки фахівців у галузі залізничного транспорту. Однак традиційні методи навчання, часто засновані виключно на засвоєнні теоретичного матеріалу, можуть бути складними для сприйняття і не завжди дозволяють студентам повною мірою отримати повне уявлення про роботу складних систем. Тому виникає необхідність у використанні технологій, що спростують процес навчання.

Розробка програмного комплексу для вивчення принципових схем залізничної автоматики - це завдання, націлене на спрощення та підвищення ефективності навчального процесу. Використання інтерактивних інструментів, таких як тренажери або симулятори, дає змогу студентам не тільки теоретично ознайомитися з принципами роботи схем, але й простежити за їхньою роботою в динаміці. Це особливо важливо в умовах, коли доступ до реального обладнання обмежений або неможливий, також це сприятиме глибшому розумінню предметної області.

Наразі існує ряд програмних рішень для моделювання електричних схем, таких як Multisim, Proteus і LTspice. Однак більшість з них або не враховують особливості залізничної автоматики, або занадто складні для використання в навчальному процесі. Крім того, ці інструменти часто не враховують потреби початкового рівня підготовки студентів, що ускладнює їх застосування в освітніх цілях.

Отже загальна мета даної кваліфікаційної роботи - це розробка програмного забезпечення для моделювання електричних схем залізничної автоматики, яке спростить процес навчання та підвищить якість підготовки майбутніх фахівців.

Висновки

					ВКР 01.25.01.08	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Випускна кваліфікаційна робота присвячена розробці програмно-апаратного комплексу для вивчення принципів схем залізничної автоматики з метою спрощення та підвищення ефективності процесу навчання, дозволяючи учням в інтерактивній формі ознайомитися з принципами роботи релейних систем.

В роботі проаналізовано традиційні та інтерактивні методи навчання, а також розглянуто вже існуюче програмне забезпечення, що використовується в навчальному процесі. Обґрунтовано доцільність розробки спеціалізованого рішення, сформовано вимоги до нього та описано методологію моделювання електричних кіл.

Далі представлено загальну архітектуру програмного забезпечення, описано основні модулі та принципи їх взаємодії.

Особливу увагу приділено безпосередньому процесу розробки: вибору середовища розробки, мови програмування і додаткових технологій. Проведено тестування на прикладі схеми ЧКАБ залізничної автоматики, а також описано рекомендовані вимоги до апаратної частини для стабільної роботи розробленого програмного забезпечення.

Окремо розглянуто питання охорони праці та безпеки. Описано можливі ризики під час роботи з комп'ютерною технікою, а також можливі надзвичайні ситуації, що можуть статись під час роботи з електрообладнанням.

					ВКР 01.25.01.08	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Список літератури

1 Методи навчання та їх класифікація [Електронний ресурс]. URL: <https://osvita.ua/school/method/780/>

2 Електротехніка та електроніка: конспект лекцій [Текст] / НТУ "ХПІ". - Харків, 2021. - 105 с.

3 Метод застосування законів Кірхгофа та метод контурних струмів [Електронний ресурс]. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/207888/mod_resource/content/1/Лекція%203.pdf

4 Нерретер В. Розрахунок електричних кіл на персональній ЕВМ [Текст] / В. Нерретер. - Мюнхен : Carl Hanser Verlag, 1987. - 224 с.

5 Влах І., Сінгхал К. Машинні методи аналізу і проектування електронних схем : 2-ге вид. [Текст] / І. Влах, К. Сінгхал ; під ред. І. Влах, К. Сінгхал. - Нью-Йорк: Van Nostrand Reinhold, 1993. - 560 с.

6 Circuit Simulation and Modeling: Modified Nodal Analysis: курс лекцій [Відео] / YouTube. URL: <https://youtu.be/BPapfxzwsml?si=CfJY97cz0UhgbpNO>

7 An Algorithm for Modified Nodal Analysis [Електронний ресурс]. URL: <https://lpsa.swarthmore.edu/Systems/Electrical/mna/MNA3.html>

8 Артеменко М.Ю., Батрак Л.М., Рогаль В.В. Теорія електричних кіл, методи аналізу лінійних електричних кіл постійного струму, лекції та приклади розв'язування задач : навч. посібник [Текст] / під ред. М.Ю. Артеменка, Л.М. Батрака, В.В. Рогалья. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. - 100 с.

9 Network theory - modified nodal analysis [Електронний ресурс]. URL: https://analogelectronics.ewi.tudelft.nl/webbook/SED/build/html/network_theory/NetworkTheory-1_Modified_Nodal_Analysis.html

10 Шаблон проектування MVC [Електронний ресурс]. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Модель-вид-контролер>

					ВКР 01.25.01.08	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 Layers in software architecture [Електронний ресурс]. URL:
<https://medium.com/@sagar.hudge/layers-in-software-architecture-c8cc16329ff6>

12 Подійно-орієнтована архітектура [Електронний ресурс]. URL:
<https://www.vpnunlimited.com/ua/help/cybersecurity/event-driven-architecture>

13 Wikipedia - Visual Studio [Електронний ресурс]. URL:
https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio

14 Вимоги виробничої санітарії до робочого місця [Електронний ресурс].
URL:<https://pd.dsp.gov.ua/news/hihiiena-pratsi-v-detaliakh-vymohy-vyrobnychoi-sanitarii-do-robochoho-mistsia/>

15 Best 25 Electronic Circuit Simulation Software [Електронний ресурс]. URL:
<https://pallavaggarwal.in/2022/07/10/electronics-circuit-simulation-software/>

					ВКР 01.25.01.08	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		