

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

(назва факультету)

КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ І ФІЗИКИ

(повна назва кафедри)

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи  
першого (бакалаврського) рівня освіти

(рівень вищої освіти)

на тему Розробка віртуальної лабораторної роботи з моделювання та дослідження резонансних явищ в електричних колах змінного струму у програмному середовищі Maple

Виконав: студент 4 курсу, групи 4ЕЛ  
спеціальності 141. Електроенергетика,  
електротехніка та  
електромеханіка

(код і назва спеціальності)

освітньо-професійної  
програми Електротехніка,  
та електротехнології

(назва ОПП)

Жук Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Степанчиков Д.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Мешков Ю.Є.

(прізвище та ініціали)

Хмельницький - 2024 р.

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: “Розробка віртуальної лабораторної роботи з моделювання та дослідження резонансних явищ в електричних колах змінного струму у програмному середовищі Maple” включає в собі пояснювальну записку. Пояснювальна записка містить 65 сторінок формату А4, 22 рисунки, 5 таблиць, 20 використаних джерел, 10 слайдів електронної презентації, 1 додаток.

Ключові слова: змінний струм, електричні кола, резонанс, комп'ютерне моделювання, віртуальна лабораторна робота.

Об'єктом дослідження є процеси протікання змінного електричного струму в колах з активними та реактивними елементами.

Мета роботи: розробка віртуальної комплексної лабораторної роботи з моделювання та дослідження резонансних явищ в електричних колах змінного струму у програмному середовищі Maple, створення індивідуальних завдань для дистанційного навчання.

Результатом роботи є розроблені комп'ютерна імітаційна модель та методика дослідження і аналізу резонансних явищ в електричних колах змінного струму.

В роботі обґрунтовано необхідність застосування імітаційного моделювання на сучасних комп'ютерах для детального і глибокого вивчення електротехнічних дисциплін. Проведено огляд програмного забезпечення для віртуальних лабораторій. Розроблена віртуальна лабораторна робота “Розрахунок та аналіз резонансних явищ в лінійних електричних колах змінного струму”, яка передбачає дослідження резонансів струму та напруги в складних електричних колах при наявності активних та реактивних елементів, а також при синусоїдальній та несинусоїдальній вхідній напрузі. Лабораторна робота реалізована у програмному середовищі Maple. Розглянуто питання виробничої санітарії, гігієни праці та техніки безпеки.

## ЗМІСТ

	стор.
Скорочення та умовні позначки	4
Вступ	5
<b>1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА</b>	<b>7</b>
1.1 Основи теорії комп'ютерного моделювання	7
1.1.1 Характеристики моделей	7
1.1.2 Особливості обчислювального експерименту	10
1.1.3 Перевірка адекватності моделі	11
1.2 Ефективність застосування віртуальних лабораторій для досліджень на учбових заняттях	13
1.3 Огляд програмного забезпечення для віртуальних лабораторій	16
1.4 Висновки до оглядової частини	21
<b>2. МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА</b>	<b>22</b>
2.1 Теоретичні основи опису резонансних явищ в електричних колах синусоїдального струму	22
2.1.1 Послідовний коливальний контур	22
2.1.2 Паралельний коливальний контур	24
2.1.3 Складний коливальний контур	28
2.2 Теоретичні основи опису резонансних явищ в електричних колах несинусоїдального струму	31
2.2.1 Способи опису періодичних несинусоїдальних сигналів	31
2.2.2 Резонанс в електричному колі з несинусоїдальною ЕРС	34
2.3 Висновки до методичної частини	36
<b>3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА</b>	<b>38</b>

3.1 Віртуальна лабораторна робота “Розрахунок та аналіз резонансних явищ в лінійних електричних колах змінного струму”	38
3.1.1 Теоретичні відомості	38
3.1.2 Приклад розрахунку та його комп’ютерна реалізація	42
3.1.3 Дослідження резонансу в електричному колі при несинусоїдальній ЕРС	49
3.1.4 Завдання для самостійного розв’язання	52
3.2 Висновки до дослідницької частини	53
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	55
4.1 Опис робочого місця дизайнера щодо наявності шкідливих факторів	55
4.2 Опис порядку атестації робочих місць на підприємстві, в організації чи установі	58
4.3 Висновки до охорони праці	60
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64
ДОДАТОК А Апробація результатів дослідження	66

## ВСТУП

Віртуальні комп'ютерні технології широко використовуються для вивчення і дослідження складних систем і процесів. Якість підготовки майбутніх інженерів електриків залежить від різноманіття форм і методів навчального матеріалу. Натурне вивчення і дослідження залишається переважною формою підготовки, але не може бути забезпечено в повній мірі, особливо при вивченні спеціальних дисциплін в умовах реалізації дистанційного навчання. В останні часи це є особливо актуальним, оскільки дистанційне навчання стає однією з основних форм в умовах військового стану. Застосування моделювання дозволяє в значній мірі поліпшити учбовий процес, особливо в плані лабораторної складової.

Тому **метою роботи** є розробка віртуальної комплексної лабораторної роботи з моделювання та дослідження резонансних явищ в електричних колах змінного струму у програмному середовищі Maple, створення індивідуальних завдань для дистанційного навчання.

**Об'єкт дослідження:** процеси протікання змінного електричного струму в колах з активними та реактивними елементами.

**Предмет дослідження:** комп'ютерне моделювання та дослідження резонансних явищ в електричних колах змінного струму.

Для досягнення мети роботи необхідно вирішити наступні **завдання**:

1. Розглянути основи теорії комп'ютерного моделювання;
2. Провести огляд програмних засобів для моделювання в електроенергетиці та електротехніці;
3. Розглянути основні прийоми роботи з програмним середовищем Maple, в якому буде виконуватися дослідження та створення віртуальної лабораторної роботи;
4. Проаналізувати ефективність застосування віртуальних лабораторій для досліджень на учбових заняттях;

5. Розглянути теоретичні основи опису резонансних явищ в електричних колах синусоїдального та несинусоїдального струму;
6. Розробити віртуальну лабораторну роботу “Розрахунок та аналіз резонансних явищ в лінійних електричних колах змінного струму”;
7. Розглянути нормативно-методичні та організаційні заходи з охорони праці.
8. Методи дослідження: при проведенні дослідження використовувались методи математичного та комп’ютерного моделювання.
9. Результати досліджень створюють наукову базу для застосування імітаційного моделювання на сучасних комп’ютерах в області електротехніки, що дозволяє детально і глибоко вивчати різні технічні об’єкти в достатній повноті, недоступній тільки теоретичним або фізичним засобам вивчення. Знання студентами основ комп’ютерного моделювання та досвід практичного їх застосування дозволить з більшою ефективністю виконувати реальні проектні завдання.