

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**С.Ш. Кацев, Ю.Г. Ведміцький, В.В. Кухарчук**

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ  
ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ**

**КОМП'ЮТЕРНІ РОЗРАХУНКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ  
НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ТА КІЛ  
З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ**

**Навчальний посібник**

**Затверджено Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів електротехнічних,  
електроенергетичних та електромеханічних спеціальностей  
вищих навчальних закладів**

Херсон  
ОЛДІ-ПЛЮС  
2018

УДК 621.3(075)  
К 30

Рекомендовано до друку Вченою Радою  
Вінницького національного технічного університету  
Міністерства освіти і науки України  
(протокол № 4 від 30.11.2017 р.)

Затверджено Міністерством освіти і науки України  
(лист № 1/11-10350 від 10.10.2017)

**Рецензенти:**

*Є. Т. Володарський*, д.т.н., професор (НТУУ «КПІ»)

*В. П. Квасніков*, д.т.н., професор (НАУ)

*А. Я. Кулик*, д.т.н., професор (ВНМУ)

**Кацев С.Ш., Ведміцький Ю.Г., Кухарчук В.В.**

К 30 Теоретичні основи електротехніки. Комп'ютерні розрахунки та моделювання нелінійних електричних кіл та кіл з розподіленими параметрами : навч. посіб / С.Ш. Кацев, Ю.Г. Ведміцький, В.В. Кухарчук. – Херсон: «Олді-Плюс», 2018. – 148 с.

**ISBN 978-966-289-222-2**

У посібнику викладено комп'ютерні методи розрахунку та моделювання нелінійних електричних кіл та кіл з розподіленими параметрами за допомогою найбільш поширених та відносно простих програмних продуктів: MathCAD та MicroCap.

Наведено приклади розрахунку складних кіл, які є занадто трудомісткими при ручних розрахунках.

Посібник розрахований на студентів, аспірантів та викладачів електро-технічних, електроенергетичних та електромеханічних спеціальностей, а також може бути корисною інженерам, які займаються теорією лінійних електричних кіл.

**УДК 621.3(075)**

ISBN 978-966-289-222-2

© Вінницький національний технічний університет, 2018  
© С.Ш. Кацев, Ю.Г. Ведміцький, В.В. Кухарчук, 2018

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1. Комп'ютерні розрахунки нелінійних кіл та кіл з розподіленими параметрами за допомогою MathCAD.....	5
1.1 Інструкція з використання MathCAD.....	5
1.2 Розрахунок усталених режимів в нелінійних колах постійного струму.....	23
1.3 Розрахунок магнітних кіл постійного струму.....	28
1.4 Розрахунок усталених режимів в нелінійних колах змінного струму.....	38
1.5 Розрахунок перехідних процесів в нелінійних колах постійного струму.....	45
1.6 Розрахунок усталених режимів в колах з розподіленими параметрами.....	65
Розділ 2. Комп'ютерне моделювання нелінійних кіл та кіл з розподіленими параметрами за допомогою пакета MicroCap.....	74
2.1 Інструкція з використання програми схемотехнічного моделювання MicroCap.....	74
2.2 Моделювання усталених режимів в нелінійних колах постійного струму.....	106
2.3 Моделювання магнітних кіл постійного струму.....	109
2.4 Моделювання усталених режимів в нелінійних колах змінного струму.....	115
2.5 Моделювання перехідних процесів в нелінійних колах постійного струму.....	125
2.6 Моделювання усталених режимів в колах з розподіленими параметрами.....	130
2.7 Моделювання перехідних процесів в колах з розподіленими параметрами.....	134
Література.....	140
Словник іншомовних термінів.....	141

## ВСТУП

У класичних підручниках та посібниках з теоретичної електротехніки методи розрахунку задач здебільшого були орієнтовані на розв'язання за допомогою звичайних калькуляторів. У цьому навчальному посібнику ми розглянемо, як можна розв'язувати чи моделювати різні *електротехнічні задачі (electrotechnical tasks)* за допомогою сучасних *комп'ютерних технологій (computer technologies)*.

Цей посібник може бути корисним студентам, що вивчають такі дисципліни, як: “Теоретичні основи електротехніки”, “Теорія електричних та магнітних кіл”, “Теорія електричних та електронних кіл”, “Теорія електричних кіл та сигналів”.

У кожному з розділів посібника буде розглядатися окремий *програмний пакет (software package)* та ті задачі, розв'язання яких доцільно виконувати саме в його середовищі. На початку кожного розділу буде наведена коротка інструкція до програмного пакета.

Найбільш поширеними програмними продуктами, які дозволяють розв'язувати або моделювати задачі з теоретичної електротехніки є MathCAD та MicroCap.

Головними перевагами MathCAD є можливість здійснювати розрахунки кіл високої складності *методом комплексних амплітуд (method of complex amplitudes)*, будувати графіки будь-яких параметрів, а також розв'язувати задачі, у яких доводиться розв'язувати системи лінійних та нелінійних рівнянь, визначати у символічному вигляді похідні, інтеграли тощо. Недоліком цього пакета є необхідність при запису формул суворо дотримуватись алгоритму розрахунку.

Програма схемотехнічного моделювання MicroCap дозволяє моделювати аналогові, цифрові і цифроаналогові схеми великого ступеня складності. Наявні в програмі бібліотеки містять у собі великий набір широко поширених електронних компонентів. Є можливість підключення і створення нових бібліотек компонентів. Параметри компонентів можна змінювати в широкому діапазоні. Ця програма дає можливість отримувати комплексні значення струмів і напруг в колах синусоїдного струму, досліджувати нелінійні кола та кола з розподіленими параметрами. Недоліком цього пакета є відсутність нелінійних реактивних елементів електричних кіл.

Інструкції до програмних продуктів будуть відповідати найбільш поширеним та простим версіям цих програм, щоб їх могли застосовувати користувачі комп'ютерів усіх класів.