



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра ЕТС та ЕМ



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>Назва курсу</b>	<b>Електромагнітні поля в електроенергетиці</b>
<b>Викладач</b>	Сергій СЕРЕБРЕННИКОВ, кандидат технічних наук, професор кафедри ЕТС та ЕМ
<b>Контактний тел.</b>	+38(50) 0300610
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:sv.serebrennikov@gmail.com">sv.serebrennikov@gmail.com</a>
<b>Обсяг та ознаки дисципліни</b>	Вибіркова дисципліна, змістових модулів – 2. Форма контролю: залік. Загальна кількість кредитів – 4, годин – 120, у т.ч. лекції – 28 годин, практичні заняття – 14 годин, самостійна робота – 78 годин. Формат: очний (offline / face to face). Мова викладання: українська. Рік викладання – 2022.
<b>Консультації</b>	Консультації проводяться відповідно до графіку, розміщеному в інформаційному ресурсі moodle.kntu.kr.ua; у режимі відео конференцій Zoom, через електронну пошту, Viber, Telegram за домовленістю.
<b>Пререквізити</b>	Після вивчення дисциплін: "Теоретичні основи електротехніки" (ч. I, II), "Вища математика", "Фізика".

**1. Мета і завдання дисципліни**

**Метою вивчення навчальної дисципліни "Електромагнітні поля в електроенергетиці"** – є формування у студентів системи теоретичних знань та набуття навичок у області теорії електромагнітного поля, розрахунку і побудови енергоефективних електроенергетичних кіл, опанування теорії електромагнітного поля і електричних явищ, які пояснюють принципи роботи електроустаткування та процеси в електроенергетиці.

**Завданням** вивчення даної дисципліни є:

дати основу для вивчення таких спецкурсів, як "Електричні машини", "Електричні системи та мережі", "Електрична частина станцій та підстанцій", "Електротехнологічні установки та пристрої", "Основи електропостачання" тощо, а саме:

- формування компетентностей, важливих для особистісного розвитку фахівців та їхньої конкуренто-спроможності на ринку праці;
  - вивчення теоретичних основ побудови енергоефективних електромагнітних кіл: генератор-підвищуючий трансформатор-лінія електропередачі-понижуючий трансформатор-споживач;
  - отримання знань, щодо принципів роботи електроустаткування (електропривод, освітлення, термонагрів тощо) та формування енергоефективних процесів в електроенергетиці;
  - опанування практичних навичок, щодо розрахунку електромагнітного поля в колах електроустаткування.

Вивчення дисципліни "Електромагнітні поля в електроенергетиці" дозволяє сформувати програмні компетенції:

- інтегральні (здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог);
- загальні компетентності (ЗК 1- ЗК 10);
- фахові компетентності спеціальності (ФК 1-6, ФК 7-11, ФК 13-15 ).

## 2. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

- **знати:** визначення основних понять, що стосуються електричних та магнітних полів; основні закони електричних та магнітних полів; фундаментальні і прикладні аспекти розрахунку та аналізу електромагнітного поля; методи розрахунку втрат електромагнітної енергії та методи їх зменшення;
- **вміти:** аналізувати електромагнітні поля та розраховувати їх характеристики; використовувати основні закони електричних та магнітних полів, методи математичного аналізу і моделювання, основи теоретичного і експериментального дослідження полів в комплексній інженерній діяльності при розробці засобів електротехніки, електроенергетики й електромеханіки; визначати втрати електромагнітної енергії та застосовувати засоби їх зменшення; здійснювати вибір та розрахувати ефективне екранування електромагнітного поля;
- **набути соціальних навичок (soft-skills):** здійснювати професійну комунікацію, ефективно пояснювати і презентувати матеріал, взаємодіяти в проєктній діяльності; небайдуже ставитись до участі у громадських суспільних заходах, спрямованих на підтримку здорового способу життя.

### 3. Політика курсу та академічна доброчесність

Очікується, що здобувачі вищої освіти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

Під час організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті здобувачі вищої освіти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення вибіркових навчальних дисциплін та формування індивідуального навчального плану ЗВО; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

### 4. Програма навчальної дисципліни

#### *Змістовий модуль 1. Теорія електричного і магнітного полів.*

**Тема 1.** Електромагнітне поле як вид матерії. Електричне та магнітне поля як прояви єдиного електромагнітного поля. Використання теорії поля в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. Силова й енергетична характеристики електричного поля – напруженість, потенціал поля та його градієнт. Властивості силових ліній напруженості електричного поля. Еквіпотенціальні лінії.

**Тема 2.** Енергія електричного поля. Теорема Гаусса в інтегральній та диференціальній формах. Поляризація діелектриків. Граничні умови на поверхні поділу двох середовищ. Електричне зміщення (електрична індукція). Електрична ємність.

**Тема 3.** Закон Ома в диференціальній формі. Граничні умови на поверхні розділу двох середовищ з різною провідністю. Задачі розрахунку електричного поля в провідних середовищах та методи їх розв'язку. Провідник в електростатичному полі. Екранування електричного поля.

**Тема 4.** Джерела магнітного поля. Магнітна індукція, намагніченість та напруженість магнітного поля. Сила Лоренца і сила Ампера. Потік вектора магнітної індукції. Теорема Гауса для потоку. Електромагнітна індукція. Самоіндукція. Індуктивність.

**Тема 5.** Явище взаємоіндукції. Взаємна індуктивність. Взаємна індуктивність між лінією електропередачі та лінією зв'язку. Закон повного струму в інтегральній та диференціальній формах. Закон Біо-Савара-Лапласа. Принцип неперервності магнітного потоку. Намагнічування речовини.

**Тема 6.** Скалярний та векторний потенціали магнітного поля. Межові умови для магнітного поля. Розрахунок індуктивностей. Методи розрахунку та дослідження магнітних полів. Енергія магнітного поля.

**Тема 7.** Магнітне екранування. Аналогія математичних співвідношень між параметрами магнітних та електростатичних полів. Неперервність повного струму, струм зміщення

## *Змістовий модуль 2. Змінне електромагнітне поле.*

**Тема 8.** Теоретичні основи електромагнітного поля. Рівняння Максвела в інтегральній, диференціальній та комплексній формах.

**Тема 9.** Теоретичні основи побудови енергоефективних електромагнітних кіл: генератор - підвищуючий трансформатор - лінія електропередачі -понижуючий трансформатор - споживач; принципи роботи електроустаткування (електропривод, освітлення, термонагрів тощо). Енергетичний баланс в колі генератор-лінія електропередачі-споживач.

**Тема 10.** Матеріальні рівняння Максвела. Закон Ома в диференціальній формі. Вихрові струми в осердях електричних машин. Теорема Умова-Пойнтинга, закон збереження енергії в електромагнітному полі.

**Тема 11.** Вектор Пойнтинга. Передавання енергії по ЛЕП електромагнітним полем. Методи розрахунку втрат електромагнітної енергії та засоби їх зменшення.

**Тема 12.** Передавання енергії коаксіальним кабелем. Поширення електромагнітної енергії двопровідною лінією. Випромінювання електромагнітних хвиль. Швидкість розповсюдження електромагнітного поля. Хвильовий опір.

**Тема 13.** Коефіцієнт розповсюдження електромагнітні хвилі, глибина проникнення поля. Електромагнітні хвилі в діелектрику. Рівняння плоскої хвилі. Потенціали та випромінювання електромагнітної енергії.

**Тема 14.** Гармонічні плоскі хвилі в ідеальному діелектрику. Гармонічні плоскі електромагнітні хвилі в провідниковому середовищі. Поверхневий скін-ефект.

## **5. Система оцінювання та вимоги**

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю здобувачів, усне опитування, письмовий контроль.

Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою, у тому числі: перший модуль – 50 балів, другий модуль – 50 балів.

Семестровий залік полягає в оцінці рівня засвоєння здобувачем вищої освіти навчального матеріалу на лекційних, практичних, семінарських або лабораторних заняттях і виконання індивідуальних завдань за стобальною та дворівневою («зараховано», «не зараховано») та шкалою ЄКТС результатів навчання.

## **6. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Карпов Ю. О., Ведміцький Ю. Г., Кухарчук В. В. Теоретичні основи електротехніки. Електромагнітне поле: Підручник. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 407 с.

2. Клубіс Я.Д., Шкатуляк Н.М. Основи електродинаміки: навч. посіб. –

Одеса, 2020. – 204 с.

3. **Задачник по теоретическим основам электротехники (теория поля)/Колли Я.Н. – М.: Энергия, 1972. – 168с.**

#### **Допоміжна**

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. — М.: Высшая школа, 1986.
2. Нейман Л. Р., Демирчан К. С. Теоретические основы электротехники. Т. 1, 2. — Л.: Энергоиздат, 1981.

#### **Методичне забезпечення:**

1. Електротехніка, електропривод, електроніка. Лабораторний практикум. / Під ред. Б. Г. Смірнова. — Кіровоград, 1998.

#### **Інформаційні ресурси:**

1. Дистанційна освіта ЦНТУ [Електронний ресурс] / МОН України. – Кропивницький, 2022. – Режим доступу: <http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=307>. – Курс Електромагнітні поля в електроенергетиці".
2. Центральноукраїнський національний технічний університет: кафедра «Електротехнічні системи та енергетичний менеджмент» [Електронний ресурс] / МОН України. – Кропивницький: Кафедра ЕТС та ЕМ, 2022. – Режим доступу: <http://etsem.kntu.kr.ua/>. – Назва з екрану.
3. Про затвердження Правил користування електричною енергією [Електронний ресурс]: Постанова НКРЕ [zareestr. в Міністерстві юстиції України 02 серпня 1996 р. за № 417/1442]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0417-96>
4. Енергопостачальна компанія ПрАТ «Кіровоградобленерго» [Електронний ресурс] / М-во палива та енергетики України. – Кропивницький: ПрАТ «Кіровоградобленерго», 2022. – Режим доступу: <http://kiroe.com.ua/>. – Назва з екрану.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри ЕТС та ЕМ, Протокол № 2 від «31» серпня 2022 року.