



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА АПАРАТИ

Шифр та назва спеціальності

171 – Електроніка

Освітня програма  
Електроніка

Рівень освіти  
Бакалавр

Семестр  
5

Інститут

ННІ електроенергетики, електроніки та електромеханіки

Кафедра  
Електричні машини (126)

Тип дисципліни  
Професійна, обов'язкова

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



**Шевченко Валентина Володимирівна**

[Valentyna.Shevchenko@khnpi.edu.ua](mailto:Valentyna.Shevchenko@khnpi.edu.ua)

доктор технічних наук, доцент, професор кафедри електричних машин

Авторка та співавторка більше 300 наукових та методичних публікацій, 5 монографій, 10 патентів. Має звання «ING-PAED IGIP» (Міжнародний педагог в галузі інженерної педагогіки IGIP).

Викладає дисципліни: Електричні машини, Електричні машини і апарати, Надійність і діагностика електромеханічних пристроїв, Електричні генератори для ГЕС і міні-ГЕС, Перспективи використання надпровідності в електромеханіці

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна вивчає питання устрою та принципу дії електричних машин (ЕМ), трансформаторів та основних видів електричних апаратів, особливості їхньої роботи, характеристики, умови та режими експлуатації.

### Мета та цілі дисципліни

Метою робочої програми навчальної дисципліни є підготовка бакалаврів за спеціальністю 171 «Електроніка», що передбачає формування бази теоретичних знань майбутніх спеціалістів теоретичних і практичних знань в області виготовлення, монтажу, експлуатації ЕМ, трансформаторів та апаратів, методів і засобів вимірювання їх параметрів як в процесі виробництва, так і в процесі експлуатації. Знати принцип дії та основні характеристики ЕМ, трансформаторів та апаратів; вміти вибирати необхідні для підприємства ЕМ, трансформатори та апарати, знати як проводити пуск, гальмування, регулювання і реверс ЕМ, знати види електричних апаратів і особливості роботи їх контактів, причини появи електричної дуги, засоби її гасіння.

## Формат занять

Лекції, лабораторні заняття, виконання індивідуального завдання, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

## Компетентності

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність до вивчення та аналізу науково-технічної інформації в галузі ЕМ та апаратів, визначати їх типи, вміти порівнювати характеристики, забезпечувати оптимальні, енергоефективні та економічні режими роботи ЕМ, знати особливості експлуатації та виконання пуско-налагоджувальних робіт для ЕМ машин різних типів і різної потужності.

Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної, енергетичної та біомедичної електроніки, електротехніки.

Використовуючи професійні знання, прийоми і комунікативні методи спілкування, вносити пропозиції щодо вдосконалення процесу виконання професійних завдань з метою виявлення резервів підвищення ефективності праці співробітників та забезпечення оптимальної якості.

Вміти підтримувати вимоги правил техніки безпеки і охорони праці у практичній діяльності; аргументувати інформацію для прийняття рішень, нести відповідальність у стандартних і нестандартних професійних ситуаціях.

Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.

Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень. Здатність до вивчення та аналізу науково-технічної інформації в галузі ЕМ та електричних апаратів, визначати їх типи, вміти порівнювати характеристики, забезпечувати оптимальні, енергоефективні та економічні режими роботи ЕМ, знати особливості експлуатації та виконання пуско-налагоджувальних робіт для ЕМ різних типів і різної потужності. Знати причини появи та засоби гасіння електричної дуги, забезпечення стійкості електричних контактів. Знати конструкцію, принцип дії ЕМ, трансформаторів та електричних апаратів, вимоги щодо особливостей пуску та регулювання частоти обертання ЕМ, вміти здійснювати вибір ЕМ, трансформаторів та електричних апаратів для заданого агрегату, пристрою або електростанції, знати та вміти аналізувати їх характеристики, недоліки і перспективи розвитку.

Здатність використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, у сфері ЕМ, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту.

## Результати навчання

Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

Знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статистичної фізики, фізики твердого тіла. Знати призначення, типи, класифікацію, області використання трансформаторів і ЕМ, основних видів електричних апаратів.

Мати фундаментальні теоретичні та практичні знання і уміння в галузі електромашинобудування, вміти проводити експериментальні дослідження ЕМ, трансформаторів та електричних апаратів, розробляти програму їх досліджень та аналізувати отримані експериментальні данні, представляти їх в графічному, табличному та інших видах, робити висновки що до отриманих параметрів і характеристик ЕМ, трансформаторів та електричних апаратів. Студент повинен знати причини появи електричної дуги в міжконтактному проміжку та засоби її гасіння..

Застосовувати експериментальні навички (знання методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних,

електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

Опанувати нові методи синтезу електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних установок та систем із заданими показниками.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Дисципліна базується на освітній програмі підготовки бакалавра.

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, лабораторні заняття, співбесіда, консультація.

На заняттях використовується компетентнісний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні сучасного обладнання, електричних машин і апаратів.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

#### **Тема 1. Загальні відомості про електричні машини, трансформатори та мікромашини**

Тема 1.1. Історія розвитку електричних машин. Класифікація ЕМ, трансформаторів та основних типів електричних апаратів. Особливості конструкції машин та апаратів постійного, змінного струму та трансформаторів. Основні матеріали, які використовуються в ЕМ, трансформаторах та в електричних апаратах. Принцип оборотності електричних машин.

Тема 1.2. Призначення, конструкція, принцип дії трансформаторів. Класифікація трансформаторів. Групи, схеми з'єднання обмоток трифазних трансформаторів. Умови включення трансформаторів на паралельну роботу. Втрати в трансформаторах, ККД.

Тема 1.3. Види і конструкції машин змінного струму. Конструкція статора, призначення обмоток статора, створення кругового обертового магнітного поля.

Тема 1.4. Конструкції роторів асинхронних машин. Принцип дії асинхронного двигуна (АД). Ковзання. Проблеми і засоби пуску АД.

Тема 1.5. Реверс та регулювання частоти обертання АД. Принцип дії асинхронної машини в генераторному режимі. Втрати в АД, побудова енергетичної діаграми, ККД.

Тема 1.6. Конструкції роторів синхронних машин. Принцип дії синхронного генератора. Системи збудження синхронних машин. Реакція якоря в синхронних машинах.

Тема 1.7. Характеристики синхронного генератора: робочі, кутові,  $U$ -подібні. Паралельна робота на мережу, умови включення синхронних генераторів на паралельну роботу. Синхроноскопи.

Тема 1.8. Принцип дії синхронної машини в режимі двигуна. Проблеми і засоби пуску, керування частоти обертання, реверс. Синхронний компенсатор, призначення, особливості конструкції

Тема 1.9. Переваги і недоліки, конструкція, принцип дії машини постійного струму (МПС). Області використання МПС. Схеми включення обмоток збудження в МПС. Основні рівняння генератора та двигуна постійного струму.

Тема 1.10. Характеристики генераторів постійного струму. Пуск, реверс та регулювання частоти обертання двигунів постійного струму з урахуванням схеми включення обмоток збудження.

#### **Тема 2. Загальні відомості про електричні мікро-машини систем автоматики**

Тема 2.1. Класифікація електричних мікро-машин систем автоматики. Особливості конструкції та принцип дії мікро-трансформаторів для систем автоматики. Конструкція та принцип дії мікро-машин змінного та постійного струму.

Тема 2.2. Мікро-трансформатори систем автоматики. Конструкція та особливості роботи багато-обмоткових трансформаторів. Конструкція та особливості роботи імпульсних трансформаторів.

### Тема 3. Електричні апарати захисту, комутації та керування

Тема 3.1. Класифікація електричних апаратів (ЕА). Особливості конструкції ЕА, що використовуються в колах постійного та змінного струму. Комутаційні апарати. Призначення, конструкція та принцип дії автоматичних вимикачів. Вибір автоматичного вимикача.

Тема 3.2. Призначення, конструкція та принцип дії запобіжників з плавкою вставкою, контакторів та пускачів. Конструкція та основні види реле.

Тема 3.3. Вимоги що до вибору комутаційних та захисних апаратів. Типи контактних поверхонь ЕА. Вплив покриття поверхні контактів на надійність спрацьовування та тривалість експлуатації ЕА.

Тема 3.4. Типи і конструкцій високовольтних апаратів. Причини появи електричної дуги в міжконтактному проміжку, умови горіння та засоби гасіння електричної дуги в колі постійного та змінного струму. Типи та принцип гасіння дуги в дугогасильних камерах.

### Теми лабораторних занять

Тема 1. Дослідження особливості конструкції машин та апаратів постійного та змінного струму.

Тема 2. Включення трансформаторів на паралельну роботу.

Тема 3. Дослідження трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором в робочому режимі та в режимі неробочого ходу.

Тема 4. Дослідження механічних характеристик асинхронного двигуна.

Тема 5. Визначення характеристик синхронного генератора, який працює на автономне навантаження.

Тема 6. Аналіз роботи синхронного генератора при паралельній роботі з електромережою.

Тема 7. Аналіз характеристик генератора постійного струму з незалежним збудженням.

Тема 8. Дослідження засобів гасіння електричної дуги..

### Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання розрахункового завдання «Визначення надійності і діагностика електричних машин і трансформаторів на електростанціях та промислових підприємствах». При виконанні розрахункового завдання студент складає звіт щодо виконання роботи згідно обраного варіанту, [8]. Успішний захист розрахункового завдання оцінюється в 30 балів і входить до екзаменаційної оцінки. Захист розрахункової роботи виконується на останньому занятті з дисципліни.

Студентам рекомендується працювати з додатковими матеріалами (відео, статті, інтернет-ресурси) для поглиблення засвоювання матеріалів курсу і самостійного вивчення додаткових питань з робочої програми.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Мілих В. І., Шавьолькін О. О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Підручник / За ред. В. І. Мілих. – Київ: «Каравела», 2007. – 688 с.
2. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навч. посібник. – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 340 с. [Електронний ресурс]. Адреса доступу: [http://web.kpi.kharkov.ua/ea/wp-content/uploads/sites/25/2013/04/Klimenko\\_Aparati\\_part1.pdf](http://web.kpi.kharkov.ua/ea/wp-content/uploads/sites/25/2013/04/Klimenko_Aparati_part1.pdf)
3. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.
4. Литвин І. Ю. Електричні апарати. Курс лекцій для студентів напряму «Електротехніка і електротехнології» денної та заочної форм навчання. – Київ: НУХТ. – 88 с. [Електронний ресурс]. Адреса доступу: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/34.01.pdf>.
5. Загірняк М.В., Невзлін Б. І. Електричні машини: підручник – Київ: Знання, 2009. – 399 с.
6. Андрієнко В.М., Куєвда В.П. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом підгот. «Електротехніка та електротехнології». – Київ: НУХТ, 2010. –366 с.
7. Белікова Л.Я., Шевченко В.П. Електричні машини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – Одеса: Наука і техніка, 2012. – 478 с.

## Додаткова література

8. Розрахунок характеристик трансформаторів, електричних машин та апаратів. Методичні вказівки до виконання розрахункових завдань з дисципліни «Електричні машини та апарати» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 171 – Електроніка спеціалізації «Промислова електроніка» / Укладачі: Шевченко В. В., Дунев О. О. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 26 с.
9. Правила улаштування електроустановок. – Харків: Вид. «Індустрія», 2008. – 424 с.
10. Дослідження електричних мікромашин. Практикум / В. В. Наній, В. П. Шайда, В. Д. Юхимчук та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 32 с.
11. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 Норми випробування електрообладнання. Видання офіційне. – 2007. – 271 с.
12. Shevchenko Valentina V. Basics of electric power engineering. Beginning. Training manual for students of electrical engineering specialty 141 "Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". – Kharkov: 2022. – 256 с. [Electronic resource]. Available: <https://zenodo.org/record/6465750>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання на екзамені (30 %) та поточного оцінювання (70 %). Екзамен проводиться за екзаменаційними білетами в усній формі. Поточне оцінювання складається з оцінок за роботу в семестрі на лекціях (16 балів), виконання лабораторних робіт (10 балів), співбесіди по темам самостійної роботи студента (14 балів) та виконання та захист розрахункового завдання (30 балів).

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

31.08.2023

Завідувач кафедри  
Володимир МІЛИХ

31.08.2023

Гарант ОПП  
Вячеслав КУЛІЧЕНКО