



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Чисельні методи розрахунку електромагнітних параметрів і характеристик електричних машин

### Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### Інститут

ННІ електроенергетики, електроніки та електромеханіки

### Освітня програма

Електромеханіка

### Кафедра

Електричні машини (126)

### Рівень освіти

Магістр

### Тип дисципліни

Спеціальна (фахова) / наукова, обов'язкова

### Семестр

3

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Мілих Володимир Іванович

[Volodymyr.Milykh@khpi.edu.ua](mailto:Volodymyr.Milykh@khpi.edu.ua)

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електричних машин

Автор 3 підручників, 18 навчальних посібників, монографії, низки методичних вказівок, 374 наукових публікацій, з них 48 у базах Scopus та Web of Science, 8 авторських свідоцтв.

Викладає дисципліни: Електричні машини, Теорія електромагнітних полів та процесів в електротехніці, Основи наукових досліджень, Електромагнітні комп'ютерні розрахунки електричних машин, Чисельні методи розрахунку електромагнітних параметрів і характеристик електричних машин

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна вивчає використання чисельних методів і сучасних програмних комплексів для дослідження магнітного поля та виконання електромагнітних розрахунків електричних машин; сприяє опануванню методиками визначення електромагнітних та силових параметрів та характеристик електричних машин за результатами комп'ютерного моделювання електромагнітних полів; забезпечує надбання практичних навиків використання отриманих даних для проектування цих машин.

### Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – підготовка магістрів наукового рівня за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», що передбачає здобуття теоретичних

знань та практичних умінь, навичок та інших компетентностей, достатніх для розуміння електромагнітних процесів та розв'язання комплексних проблем у галузі електричної інженерії, зокрема, за освітньою програмою Електромеханіка з профілюванням пакету дисциплін «Електричні машини».

### **Формат занять**

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

### **Компетентності**

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми розрахунку електромагнітних параметрів та характеристик електричних машин.

Здатність використовувати для дослідження магнітного поля та електромагнітних розрахунків електричних машин сучасні чисельні методи, сучасні програмні комплекси, які використовуються для виконання електромагнітних розрахунків електричних машин.

Здатність застосовувати чисельні методи для визначення електромагнітних параметрів та характеристик основних типів електричних машин за результатами моделювання їхнього магнітного поля.

### **Результати навчання**

Вміти застосовувати чисельні методи дослідження магнітного поля та електромагнітних розрахунків електричних машин; використовувати сучасні програмні комплекси моделювання магнітного поля для електромагнітних розрахунків при проектуванні електричних машин.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредитів ECTS): лекції – 16 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 42 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, практичні заняття, інженерний семінар, співбесіда, консультація.

На практичних заняттях використовується компетентністний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій при організації розрахункових досліджень та проектування електричних машин.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

**Тема 1. Загальні відомості про методи електромагнітних розрахунків ЕМ.**

Основні підходи, що використовуються для розрахунку електричних машин.

**Тема 2 . Чисельні методи розрахунку.**

Метод скінчених різниць. Метод скінчених елементів. Порівняльна характеристика цих чисельних методів. Класифікація та характеристика програмних комплексів, що використовуються для моделювання магнітних полів. Програмний комплекс FEEM, його можливості.

**Тема 3. Принципи створення моделі електричної машини для розрахунку магнітного поля.**

Постановка задачі розрахунку магнітного поля ЕМ та необхідна вихідна інформація. Автоматизація розрахунків за допомогою програми на алгоритмічній мові Lua

**Тема 4 . Розрахунок магнітного поля та аналіз результатів розрахунку.**

Робота з картиною магнітного поля та іншими графічними варіантами подання результатів розрахунку.

Розрахунок інтегральних величин магнітного поля.

**Тема 5. Електромагнітні параметри ЕМ, які визначаються за результатами розрахунку магнітного поля.**

Використання параметрів розрахунку магнітного поля для подальшого розрахунку і дослідження ЕМ.

Принципи гармонічного аналізу електромагнітних величин

Тема 6. Завдання та формування даних для розрахунку магнітного поля ВІМ

Тема 7. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик ВІМ за результатами розрахунку магнітного поля.

Тема 8. Завдання та формування даних для розрахунку магнітного поля МПС

Тема 9. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик МПС за результатами розрахунку магнітного поля.

Тема 10. Завдання та формування даних для розрахунку магнітного поля асинхронних машин

Тема 11. Тема Визначення електромагнітних параметрів та характеристик асинхронних машин за результатами розрахунку магнітного поля

Тема 12. Завдання та формування даних для розрахунку магнітного поля турбогенераторів

Тема 13. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик турбогенераторів результатами розрахунку магнітного поля

Тема 14. Алгоритмізація чисельно-польових розрахунків турбогенераторів з забезпеченням заданих вихідних параметрів.

Тема 15. Завдання та формування даних для розрахунку магнітного поля гідрогенераторів і визначення їх електромагнітних параметрів та характеристик

Тема 16. Чисельні розрахунки перехідних процесів в нелінійних електромагнітних системах (метод Ейлера-Коши і метод Рунге-Кутта четвертого порядку).

## Теми практичних занять

Тема 1. Розрахунок магнітного поля і визначення електромагнітних параметрів та характеристик вентильно-індукторного двигуна.

Тема 2. Розрахунок магнітного поля і визначення електромагнітних параметрів та характеристик машини постійного струму

Тема 3. Розрахунок магнітного поля і визначення електромагнітних параметрів та характеристик асинхронної машини.

Тема 4. Розрахунок магнітного поля і визначення електромагнітних параметрів та характеристик турбогенератора

Тема 5. Розрахунок магнітного поля і визначення електромагнітних параметрів та характеристик гідрогенератора.

Тема 6. Чисельні розрахунки перехідних процесів в котушці зі сталевим осердям

Тема 7. Розрахунок вихрових струмів в тонкій електропровідній пластині (без врахування реакції).

Тема 8. Розрахунок змінного електромагнітне поле в провідному середовищі з урахуванням реакції вихрових струмів.

Контрольна робота

## Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання розрахункового завдання «Організація наукових досліджень».

Розрахункове завдання містить звіт з виконання розрахунку згідно обраного варіанту. Успішний захист розрахункового завдання оцінюється в 34 бали і входить до залікової оцінки.

Студентам рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Мілих В.І. Електромагнітні поля, параметри та процеси в електротехнічних пристроях : підручник / В. І. Мілих. Харків : ФОП Панов А. М., 2020. 396 с.

2. Теоретично-практичні основи розрахунку магнітних полів у програмному середовищі FEMM: методичні вказівки до використання в навчальному процесі кафедри «Електричні машини» для викладачів і студентів електротехнічних спеціальностей / Укладачі В.І. Мілих. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022.– 46 с.



3. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. / В.І. Мілих, О.О. Шавьолкін. – К.: Каравела, 2016. –699 с.
4. Мілих В.І. Проектування трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненою обмоткою ротора: Навчальний посібник / В.І. Мілих. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023.–112 с.

### Додаткова література

5. Мілих В. І. Чисельно-польовий аналіз адекватності проектних даних трифазних асинхронних двигунів і метод їх уточнення на цій основі // Технічна електродинаміка.– 2018. – №1 . – С.47-55. <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/39724>
6. Мілих В.І., Височин А.І. Використання програми FEMM для розрахунку вихрових струмів на основі електромагнітної аналогії // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського.– Кременчук: КДУ, 2010.-Вип.3/2010(62). Частина 1.–С.71-74.
7. Мілих В. І. Система автоматизованого формування розрахункових моделей електричних машин для програмного середовища FEMM // Технічна електродинаміка. – 2018. – №4. –С.74-78. <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/39727>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання на диференційному заліку (40 %) та поточного оцінювання (60 %). Диференційний залік проводиться в усній формі при опитуванні. Поточне оцінювання складається з оцінок за контрольні роботи (2 по 13 балів) та захисту розрахункового завдання (34 бали).

### 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 ОНП  
Володимир МІЛИХ

