



## 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

ІНІ електроенергетики, електроніки та електромеханіки

### Освітня програма

Електромеханіка

### Кафедра

Електричні машини (126)

### Рівень освіти

Магістр

### Тип дисципліни

Спеціальна (фахова) / 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, професор кафедри електричних машин

Автор 3 підручників, 19 навчальних посібників, монографії, низки методичних вказівок, понад 370 наукових публікацій, з них 54 у базах Scopus та Web of Science, 8 авторських свідоцтв. Відмінник освіти України.

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, Виробництво електричних машин, Проектування та технологія виробництва машин постійного струму.

[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

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 кредити 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 компетентнісний 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 електричних машин (ЕМ) та чисельні методи розрахунку магнітних полів.**

Основні підходи, що використовуються для електромагнітних розрахунків ЕМ. Метод скінчених елементів. Класифікація та характеристика програмних комплексів, що використовуються для чисельного моделювання магнітних полів. Програмний комплекс FEMM, його можливості.

**Тема 2 . Чисельні методи розрахунку.**

Апроксимація однопараметричних та двохпараметричних функцій і оперування з ними при комп'ютерних розрахунках ЕМ. Апроксимація періодичних координатних та часових функцій електромагнітних величин гармонічними рядами.

Тема 3. Принципи створення фізико-геометричних моделей електричних машин для розрахунку їх магнітних полів та електромагнітних та силових параметрів.

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

Тема 4. Розрахунки магнітних полів ЕМ, формування результатів розрахунку та їх аналіз.

Робота з картинками магнітного поля та іншими графічними варіантами подання результатів розрахунку. Розрахунок інтегральних величин магнітного поля.

Тема 5. Електромагнітні та силові параметри ЕМ, які визначаються за результатами розрахунку магнітного поля. Використання параметрів розрахунку магнітного поля для подальшого розрахунку і дослідження ЕМ.

Тема 6. Принципи перетворення класичних методик проектування ЕМ в автоматизовані комплекси проектування на основі використання скриптів Lua.

Тема 7. Створення бази довідникових даних для автоматизованого проектування ЕМ, в якій в числовій формі відображаються табличні та графічні дані класичних методик проектування ЕМ.

Тема 8. Приклади практичної реалізації методик проектування ЕМ у вигляді автоматизованих комплексів проектування з використанням алгоритмічної мови Lua.

### Теми практичних занять

Тема 1. Створення фізико-геометричної моделі, розрахунок магнітного поля та визначення електромагнітних параметрів та характеристик вентильно-індукторного двигуна.

Тема 2. Створення фізико-геометричної моделі, розрахунок магнітного поля та електромагнітних параметрів та характеристик машини постійного струму.

Тема 3. Створення фізико-геометричної моделі, розрахунок магнітного поля та електромагнітних параметрів та характеристик асинхронної машини.

Тема 4. Створення фізико-геометричної моделі, розрахунок магнітного поля та електромагнітних параметрів та характеристик турбогенератора.

Тема 5. Створення скриптів Lua для підготовки вхідних даних та апроксимацій графічних даних для автоматизованого проектування електричних машин.

Тема 6. Розробка прикладу створення фізико-геометричних моделей електричних машин для розрахунку їх магнітних полів та електромагнітних та силових параметрів.

Тема 7. Розробка скрипту Lua для автоматизованого розрахунку головних розмірів електричної машини.

Тема 8. Розробка скрипту Lua для автоматизованого розрахунку параметрів статора електричної машини.

Тема 9. Контрольна робота № 1.

Тема 10. Розробка скрипту Lua для автоматизованого розрахунку параметрів ротора електричної машини.

Тема 11. Розробка скрипту Lua для автоматизованого магнітного розрахунку електричної машини.

Тема 12. Розробка скрипту Lua для автоматизованого розрахунку критичних та пускових параметрів електричної машини.

Тема 13. Розробка скрипту Lua для автоматизованого розрахунку втрат потужності та ККД електричної машини..

Тема 14. Розробка скрипту Lua для автоматизованого теплового розрахунку електричної машини.

Тема 15. Об'єднання скриптів Lua складових частин розрахунку в єдиний комплекс автоматизованого проектування електричних машин.

Тема 16. Контрольна робота № 2.

### Теми лабораторних робіт

Немає

### Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання розрахункового завдання «Розрахунки електромагнітних параметрів і характеристик електричних машин». 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. – 2-ге вид., перероблене. Київ: Вид-во «Каравела», 2024.
  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», 2023.
  3. Finite Element Method Magnetics: Download – Finite Element Method Magnetics – Stable Distribution (21Apr2019) – 64-bit Executable. Режим доступу: <https://www.femm.info/wiki/Download> (Дата звертання: 22.07.2024).
  4. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. За ред. В.І. Мілих / В.І. Мілих, О.О. Шавьолкін. – 4-те вид., переробл. Київ: Каравела, 2023.
  5. Мілих В.І. Проектування трифазних асинхронних двигунів з короткозамкнутою обмоткою ротора: Навчальний посібник / В.І. Мілих. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023.
  6. Мілих В. І., Шайда В.П., Юр'єва О.Ю. Розрахунок двигунів постійного струму. За ред. Мілих В. І.: навч.-методичний посібник [для студ. спеціальності «Електрична інженерія»] / В. І. Мілих, В. П. Шайда, О. Ю. Юр'єва. – Харків: ФОП Панов А.М., 2025.
  7. Юр'єва О. Ю. Проектування синхронних явнополюсних машин : навчально-методичний посібник з курсового проектування для студентів, що навчаються за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. Ю. Юр'єва, Л. В. Шилкова, Д. В. Потоцький. – Х.: НТУ «ХПІ», 2020.
  8. Roberto Ierusalimsky. Programming in Lua Third Edition – Режим доступу: [https://t.me/it\\_boooks](https://t.me/it_boooks) [Роберту Ієрузалімські. Програмування на мові Lua. 3-тє видання].
  9. Ierusalimsky R. Reference Manual of the Programming Language Lua 4.0 // R. Ierusalimsky, L. H. de Figueiredo, W. Celes. – Режим доступу: <http://www.lua.org/manual/4.0/>
- Додаткова література
10. 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>
  11. 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 здобувача та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання на екзамені (40 %) та поточного оцінювання (60 %). Екзамен 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<br>(потрібне додаткове вивчення) | FX   |
| 1–34       | Незадовільно<br>(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

Дата погодження, підпис  
28.08.2024

Завідувач кафедри  
Андрій ЄГОРОВ

Дата погодження, підпис  
28.08.2024

Гарант ОП  
Володимир МІЛИХ