



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Проектування і технологія виробництва електричних мікромашин

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма

Електромеханіка

Рівень освіти

Магістр

Семестр

2

Інститут

ННІ електроенергетики, електроніки та електромеханіки

Кафедра

Електричні машини (126)

Тип дисципліни

Профільна, вільного вибору

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Дунєв Олексій Олександрович

Oleksii.Duniev@khi.edu.ua

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електричних машин

Автор та співавтор понад наукових та методичних 60 публікацій. Викладає дисципліни: Інформаційні технології в електричних машинах, Основи програмування та комп'ютерна графіка в електричних машинах, Електричні машини автоматики та побутової техніки, Проектування і технологія виробництва електричних мікромашин

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна вивчає спеціальні питання технології виробництва та проектування електричних машин малої потужності.

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є підготовка магістрів за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», що передбачає здобуття теоретичних знань, умінь, навичок та інших компетентностей, достатніх для розуміння процесів та розв'язання комплексних проблем у галузі проектування і технології виробництва електричних мікромашин. Дисципліна передбачає для закріплення знань, умінь та навичок виконання практичних та лабораторних робіт та розрахунково-графічного завдання.

Формат занять

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

Компетентності

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.

Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики.

Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи та відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань, в т.ч. при проектуванні та експлуатації об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

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

Результати навчання

Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Відтворити процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх моделюванні на персональному комп'ютері.

Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

Брати участь у міжнародних наукових конференціях та семінарах, присвячених сучасним проблемам в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Знати технології виготовлення електричних мікромашин.

Володіти знаннями із проектування електричних мікромашин із постійними магнітами.

Знати методи організації, технологію та процеси виробництва електроенергії на основі традиційних та відновлюваних джерел енергії, та акумулювання енергії для маневрування і підтримання балансу в енергетичних системах.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 86 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, практичні заняття, інженерний семінар, співбесіда, консультація.

Лабораторні роботи передбачають ознайомлення з технологічними методами виготовлення електричних машин малої потужності.

На практичних заняттях використовується варіативний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій при проектуванні електричних машин малої потужності.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ. Детальна класифікація виробництва електричних мікромашин.

Особливості технології виробництва електричних мікромашин. Типи виробництва та методи роботи

Тема 2. Опис технологічної послідовності виготовлення електричних мікромашин.

Класифікація мікромашин і технологічна послідовність операцій при виготовленні електричних мікромашин.

Тема 3. Детальна характеристика та опис матеріалів для виробництва електричних мікромашин.

Основні матеріали, які застосовують у виробництві електричних мікромашин.

Тема 4. Процес лиття і пресування для одержання заготовок при виробництві електричних мікромашин.

Технологія одержання заготовок литтям і пресуванням кольорових металів і пластмас.

Тема 5. Технологія штампування електротехнічних сталей та конструкційних деталей

Розглядається технологія штампування та її способи.

Тема 6. Технологія складання осердь статорів і роторів.

Розглядається детальна технологія складання осердь статорів і роторів мікромашин.

Тема 7. Технологія механічної обробки деталей мікромашин

Особливості механічної обробки різноманітних деталей та вузлів електричних мікромашин.

Тема 8. Технологія виготовлення колекторів мікромашин.

Розгляд технології та видів виготовлення колекторів.

Тема 9. Етапи проектування електричних мікромашин.

Загальні відомості про етапи проектування електричних мікромашин. Матеріали, що використовуються при виготовленні мікромашин. Застосування наноматеріалів.

Тема 10. Технологія балансування роторів та якорів мікромашин.

Розглядаються види балансування – статичне та динамічне.

Тема 11. Особливості проектування крокових двигунів.

Принцип дії та конструкція крокових двигунів. Умови керування кроковими двигунами.

Тема 12. Особливості розрахунку та конструювання асинхронних мікродвигунів з частотним керуванням.

Закони частотного керування, особливості роботи асинхронних двигунів при управлінні за допомогою частотного перетворювача.

Тема 13. Технологія укладання обмоток якорів мікромашин

Запитання в білетах, які стосуються цієї теми.

Тема 14. Технологія просочування та сушіння обмоток.

Види просочування залежно від складності та вартості техпроцесу.

Тема 15. Технологія виготовлення короткозамкнутих роторів заливкою алюмінієм під тиском

Запитання в білетах, які стосуються цієї теми.

Теми практичних занять

Тема 1. Розробка технологічного процесу виготовлення корпусу мікромашин

Тема 2. Розробка технологічного процесу виготовлення осердя статора мікромашини

Тема 3. Розробка технологічного процесу складання осердь статора і ротора мікромашини

Тема 4. Розробка технологічного процесу штампування електротехнічних сталей та конструкційних матеріалів

Тема 5. Огляд технології виготовлення і укладання обмоток статорів: механізовані та ручні способи укладки (демонстрація процесу наживо під час екскурсії на заводі).

Тема 6. Розкрій металу по технологічним картам та по кресленикам шляхом лазерної різки (демонстрація процесу програмування станку та особливостей лазерної різки наживо під час екскурсії на заводі)

Тема 7. Технологія просочування та сушіння обмоток (демонстрація процесу наживо під час екскурсії на заводі).

Тема 8. Технологія балансування роторів та якорів мікромашин (демонстрація процесу наживо під час екскурсії на заводі).

Теми лабораторних робіт

Лабораторна робота 1. Розгляд можливостей програми FEMM для проектування та розрахунку електричних мікромашин

Лабораторна робота 2. Креслення 2D моделі поперечного перерізу електричної мікромашини

Лабораторна робота 3. Імпорт 2D кресленика до програми FEMM та задача властивостей матеріалів магнітопроводу та величин МДС обмотки машини. Побудова розрахункової сітки, розрахунок моделі та обробка отриманих результатів моделювання у програмі FEMM для декількох мікромашин, заданих викладачем

Лабораторна робота 4. Захист лабораторних робіт

Лабораторна робота 5. Використання додатку RMxprt при проектуванні мікромашин. Знайомство із інтерфейсом додатка та його можливостями.

Лабораторна робота 6. Проектування БДПТ у RMxprt: формування статора, ротора, властивостей матеріалу, аналіз та отримання результатів 2D розрахунку.

Лабораторна робота 7. Розгляд можливостей програми ANSYS EM для 3D моделювання електромагнітних процесів, знайомство із інтерфейсом програми та правильною постановкою на розрахунок моделей на декількох базових прикладах електричним мікромашин

Лабораторна робота 8. Захист лабораторних робіт

Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання розрахункового завдання «Проектування і технологія виробництва електричних мікромашин». Розрахункове завдання містить звіт з виконання розрахунку згідно обраного варіанту. Успішний захист розрахункового завдання оцінюється в 10 балів і входить до екзаменаційної оцінки.

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

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Юхимчук В.Д. Технологія виробництва електричних машин: Навч. пос./ В 2-х кн. - Х.: Тимченко, 2014. Кн.1. – 560 с.
2. Андрейко І. І., Біляковський І. Є., Денис Б. Д. Електричні мікромашини: У 2 т. — Т. 1: Електричні мікромашини постійного струму та мікротрансформатори. — Т. 2: Електричні мікромашини змінного струму: Навч. посібник.-Львів: НУ «ЛП», 2007.
3. Мілих В. І. Електротехніка та електромеханіка / В. І. Мілих. – К.: «Каравела», 2006.
4. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори : навч. по- сібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017.

Додаткова література

1. Finite Element Method Magnetics – FEMM User's Manual. Режим доступу: <https://www.femm.info/wiki/Documentation/>
2. Ansys Maxwell 2D – Electromagnetic and Electromechanical Analysis.: user's guide [Електронний ресурс] / Ansys Corporation - Pittsburg, 2012. Режим доступу: <https://www.ansys.com/academic>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання на екзамені (40 %) та поточного оцінювання (60 %). Екзамен проводиться за екзаменаційними білетами в усній формі. Поточне оцінювання складається з оцінок за контрольні роботи (2 по 5 балів), роботи на практичних заняттях (8 по 5 балів), захисту розрахункового завдання (10 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 Євген БАЙДА
	31.08.2023	Гарант ОНП Володимир МІЛИХ