



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Електромагнітні апарати та індукційно-динамічні системи

Шифр та назва спеціальності
Для всіх спеціальностей

Інститут
ННІ енергетики, електроніки та
електромеханіки

Освітня програма
Електромеханіка

Кафедра
Електричні апарати (127)

Рівень освіти
Бакалавр

Тип дисципліни
Профільна, вибіркова

Семестр
8

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Серета Олена Геннадіївна

Olena.Korol@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент кафедри електричних апаратів
НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 16 років. Авторка та співавторка понад 30 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Вступ до спеціальності. Ознайомча практика», «Моделювання електромеханічних систем», «Контактно-дугогасні системи та теплові процеси в електричних апаратах», «Електромагнітні апарати та індукційно-динамічні системи», «Забезпечення електромагнітної сумісності електрообладнання».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на ознайомлення студентів з іноземною технічною літературою, у першу чергу з Міжнародними електротехнічними стандартами та каталогами електротехнічної продукції, здатністю до використання інформаційних і комунікаційних технологій, а також здатністю виявляти, та вирішувати проблеми та здатністю приймати обґрунтовані рішення. Фахові компетентності, які набуває студент при вивченні даної дисципліни, проявляються у здатності використовувати професійні знання з основ електромеханіки, зокрема з електромагнітних апаратів, для вирішення практичних задач в електромеханіці, здатності використовувати знання для вирішення практичних задач в електромеханіці, здатності дотримуватись в проектах міжнародних стандартів, здатності використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання та аналізу режимів роботи і проектування електромагнітних апаратів, здатності визначати і забезпечувати оптимальні, енергоефективні та економічні режими роботи електромагнітних апаратів, здатності складати і оформлювати оперативну та іншу документацію, передбачену правилами експлуатації устаткування стосовно електромагнітних апаратів, здатності виконувати експериментальні дослідження режимів роботи електричних апаратів із застосуванням сучасного вимірювального обладнання, а також здатність використовувати

математичні пакети програм для проведення практичних розрахунків елементів електричних апаратів, пакети програм з моделювання для розробки конструкцій електромагнітних апаратів та індукційно-динамічних пристроїв та здатність розробляти й розраховувати схеми електротехнічних установок з електромагнітними апаратами та індукційно-динамічними пристроями різного призначення та розраховувати режими їх роботи.

Мета та цілі дисципліни

сприяння формуванню у студентів науково-технічного світогляду у професійній сфері через вивчення основ важливої для фахівців з електричної інженерії предметної галузі – електричних апаратів, зокрема з основними різновидами електромагнітних апаратів (сепаратори, електромагніти керування, муфти, гальма), а також вивчення основ побудови індукційно-динамічними систем, що застосовуються як привідні системи у швидкодіючих комутаційних апаратах. Викладання даної дисципліни базується на понятійному апараті, побудованому на базі міжнародної електротехнічної термінології, що сприяє набуттю студентами комунікативних навиків.

Формат занять

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

Компетентності

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- K07. Здатність працювати в команді.
- K08. Здатність працювати автономно.
- K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.
- K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.
- K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
- K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K24. Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання, проектування та аналізу режимів роботи електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць та їхніх складових.

Результати навчання

- ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.
- ПР11. Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань.
- ПР15. Розуміти та демонструвати добру професійну, соціальну та емоційну поведінку, дотримуватись здорового способу життя.
- ПР18. Уміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням.
- ПР24. Знати та використовувати пакети прикладних програм для проведення практичних розрахунків електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць та їхніх складових.

ПР25. Знати особливості фізичних процесів та характеристик, що супроводжують роботу електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.

ПР26. Уміти обґрунтовувати прийняті рішення в процесі проектування, виготовлення, експлуатації, обслуговування та ремонту електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.

ПР27. Знати принципи структурної та функціональної організації електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.

ПР28. Уміти користуватись технічною документацією, яка супроводжує процеси проектування, виробництва, експлуатації, обслуговування, випробування, контролю, ремонту електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 30 год., практичні роботи – 10 год., лабораторні роботи – 10 год., самостійна робота – 70 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

«Вища математика», «Фізика», «Інформаційні технології», «Електричні апарати», «Основи електропобутової техніки», «Теоретичні основи електротехніки», «Теорія електромагнітного поля», «Моделювання електромеханічних систем».

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, лабораторні роботи, співбесіда, консультація. На практичних заняттях використовується варіативний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій при розрахунках зовнішнього магнітного поля електрообладнання.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 1 Міжнародні стандарти та Міжнародна електротехнічна термінологія щодо електричних апаратів. Загальні відомості про електромагнетизм. Феромагнітні матеріали.

Тема 1. Огляд системи Міжнародних електротехнічних стандартів. Стандарти IEC 60617 Graphical Symbols for Diagrams (Графічні символи для електричних схем) та IEC 60417 Graphical symbols for use on equipment (Графічні символи для застосування на обладнанні).

Тема 2. Група стандартів IEC 60027 Letter symbols to be used in electrical technology (Літерні символи для застосування в електротехніці). IEC 60027-1. Part 1: General (Частина 1. Основні поняття).

Тема 3. Група стандартів IEC 60050. International Electrotechnical Vocabulary, IEV (Міжнародний електротехнічний словник). IEC 60050-121. Electromagnetism (Частина 121. Електромагнетизм). Section 121-11 Electromagnetic concepts and quantities (Розділ 121-11 Поняття з електромагнетизму та електромагнітні величини).

Тема 4. IEC 60050-121. Section 121-12. Electromagnetic properties of materials (Електромагнітні властивості матеріалів). Діамагнетизм, парамагнетизм, феромагнетизм. Характеристики феромагнітних матеріалів. Магнітні петлі гістерезису. Магнето-м'які (magnetically soft) матеріали. Магнето-тверді (magnetically hard) матеріали. Рідкоземельні композитні магнето-тверді матеріали. Криві намагнічування та розмагнічування. Апроксимація кривих намагнічування та розмагнічування.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 2 Класифікація електромагнітних механізмів.

Тема 5. Вимоги до електромагнітів. Основні енергетичні співвідношення. Загальний порядок проектування.

Тема 6. Основні співвідношення по розрахунку електромагнітів постійного струму.
Метод електроаналогії. Закони Кірхгофа для магнітного кола. Основні розрахункові співвідношення.

Тема 7. Розрахунок магнітних провідностей повітряних проміжків.

Тема 8. Методика визначального розміру.

Коефіцієнти кратності та їх застосування.

Тема 9. Проектний розрахунок електромагнітів постійного струму.

Проектування і розрахунок електромагніту клапанного типу. Проектування і розрахунок електромагніту броньового типу.

Тема 10. Методика перевірного розрахунку.

Побудова статичних тягових характеристик. Статичний розрахунок клапанного електромагніта. Статичний розрахунок броньового електромагніта.

Тема 11. Розрахунок динаміки електромагніта постійного струму.

Вихрові струми в електромагніті при змінному магнітному потоці. Основні співвідношення для розрахунку динаміки електромагнітного механізму. Розрахунок динаміки електромагніта постійного струму клапанного та броньового типу. Методика чисельного рішення отриманих рівнянь.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ №3 Електромагнітні кола та електромагніти змінного струму.

Тема 12. Основи розрахунку кіл змінного струму в сталому синусоїдальному режимі.

Електричні схеми заміщення магнітного кола змінного струму.

Тема 13. Приклад розрахунку магнітного кола змінного струму.

Трансформатор струму.

Тема 14. Основні співвідношення для розрахунку електромагнітів змінного струму.

Основи роботи та конструкції. Порівняння електромагнітів постійного і змінного струму.

Тема 15. Розрахунок електромагнітів змінного струму.

Основні розрахункові співвідношення. Схеми заміщення. Розрахункові рівняння.

Тема 16. Тепловий розрахунок котушки електромагніта при радіальному тепловому потоці.

Методики теплового розрахунку. Схема електроаналогії. Визначення еквівалентної теплопровідності котушки. Розрахунок температури при незалежних від температури внутрішніх джерел тепла. Розрахунок радіальної теплопередачі в циліндричній стінці за наявності джерел тепла, що залежать від температури.

Тема 17. Основи оптимізаційних розрахунків електромагнітних механізмів.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ №4 Електромагнітні муфти.

Тема 18. Види та принцип дії електромагнітних муфт.

Види, конструкції, принцип дії та параметри електромагнітних муфт.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ №5 Електромагнітні сепаратори.

Тема 19. Принципи роботи магнітних сепараторів.

Конструкції. Принцип дії. Види та розрахунки.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ №6 Індукційно-динамічні механізми.

Тема 20. Структура приводу та конструкції.

Складові приводу. Електромагнітні та індукційно-динамічні механізми з магнітопроводом. ІДМ без магнітної системи.

Тема 21. Розрахунки індукційно-динамічних систем.

Технічне завдання на проектування. Схеми підключення ІДМ до джерел енергії. Основні розрахункові співвідношення.

Теми практичних занять

Тема 1. Практичне застосування Міжнародного стандарту ІЕС 60617 при розробці принципових схем електротехнічних пристроїв.

Тема 2. Намагнічування та розмагнічування магнето-твердих матеріалів. Експериментальне дослідження якості зразків постійних магнітів.

Тема 3. Проектний розрахунок електромагніта постійного струму.

Тема 4. Перевірочний розрахунок електромагніта постійного струму.

Тема 5. Розрахунок магнітного кола змінного струму.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Дослідження магнітного кола з розподіленими параметрами.

Тема 2. Дослідження тягових характеристик електромагнітів постійного струму.

Тема 3. Дослідження потоків розсіяння

Тема 4. Дослідження нагріву обмотки.

Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання розрахунково-графічного завдання «Розрахунки індукційно-динамічної системи». Розрахунково-графічне завдання містить звіт з виконання розрахунку згідно обраного варіанту. Успішний захист розрахунково-графічного завдання оцінюється в 20 балів і входить до екзаменаційної оцінки. Здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення.

Література та навчальні матеріали

1. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс : навч. посіб. Харків: Вид-во «Точка», 2013. 400 с.
2. Клименко Б.В. Електричні та магнітні пристрої, електричні аксесуари, електричні установки. Терміни, тлумачення, коментарі : навч. посіб. Харків: Точка, 2009. 272 с.
3. Клименко Б.В. Комутаційна апаратура, апаратура управління, запобіжники. Терміни, тлумачення, коментарі : навч. посіб. Харків: Талант, 2008. 214 с.
4. Снігірьов В.М., Жорняк Л.Б. Електромеханічні апарати автоматики: навч. посіб. Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. 120 с. URL: http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/3991/1/Zhornyak_Electromechanical.pdf (дата звернення: 30.01.2022).
5. Жорняк Л. Б., Антонова М. В., Василевський В. В. Електричні апарати автоматики та керування. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. 414 с. URL: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/9133> (дата звернення: 30.01. 2022).
6. ДСТУ ІЕС 60617:2018 Графічні символи для схем (ІЕС 60617:2012 DB, IDT). [Чинний від 2019-01-01]. Київ: УкрНДНЦ, 2019. 360 с. (Державний стандарт України).
7. ДСТУ ІЕС 60417:2015 Позначення графічні для апаратури. Річна підписка на оперативну базу даних, що включає всі графічні символи, опубліковані в ІЕС 60417 (ІЕС 60417:2002, IDT). [Чинний від 2016-01-01]. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 12 с. (Державний стандарт України).
8. ДСТУ ІЕС 60027-1:2017 Літерні позначки в електротехніці. Частина 1. Загальні поняття (ІЕС 60027-1:1992, IDT). [Чинний від 2017-06-08]. Київ: УкрНДНЦ, 2017. 67 с. (Державний стандарт України).
9. ІЕС 60050-121:1998/AMD5:2021. Amendment 5 : International Electrotechnical Vocabulary (IEV). Part 121: Electromagnetism. [Act. 2021-03-29]. Geneva, Switzerland: International Electrotechnical Commission, 2021. 83 p. (International standard).
10. Байда Є.І. Використання ПЕОМ в електротехнічних розрахунках : навчальний посібник для студентів електротехнічних спеціальностей. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. 127 с.
11. Електричні апарати: підручник / Бржезицький В.О., Зелінський В. Ц., Лежнюк П. Д., Рубаненко О. Є. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. 602 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання на екзамені (20%) та поточного оцінювання (80%). Екзамен проводиться за екзаменаційними білетами в усній формі. Поточне оцінювання складається з оцінок за контрольні роботи (3 по 15 балів), за роботу на практичних заняттях (10 балів), лабораторних роботах (10 балів) та захисту розрахункового завдання (15 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

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Євген БАЙДА

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Олена ЮР'ЄВА