Силабус курсу:

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Навчальна дисципліна **Моделювання електроенергетичних систем**

Ступінь вищої освіти:	магістр
Спеціальність:	1 4 1 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Рік підготовки:	1
Семестр викладання:	2
Кількість кредитів ЄКТС:	5
Мова(-и) викладання:	українська
Вид семестрового контролю	іспит

Автор курсу та лектор:

к.т.н., доц., Шевченко Олександр Іванович

вчений ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я та по-батькові

доцент кафедри електричної інженерії

посада

alexshev.bp.2020@gmail.com	+38(095)5184963	Skype: alexander195704	211А НК, за розкладом
електронна адреса	телефон	месенджер	консультації

Анотація навчального курсу

Цілі вивчення курсу:

Мета викладання курсу – формування компетентностей в області володіння теорією та технікою моделювання різноманітних складних електроенергетичних систем, забезпечення обсягу знань і навичок, необхідних для кваліфікованого проектування і експлуатації електроенергетичних систем.

Мета проведення лекцій – вивчити основний матеріал дисципліни, що включає найбільш важливі питання в теоретичному та практичному відношенні для майбутніх фахівців напряму Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка з метою формування у студентів системи професійних знань щодо моделювання електроенергетичних систем.

Мета проведення практичних занять – закріпити теоретичні знання, отримані на лекціях та в під час самостійної роботи над окремими розділами дисципліни, наперед усім тих, що мають найбільше практичне значення, а також отримати практичні навички моделювання електроенергетичних систем.

Мета виконання самостійної роботи – придбання студентами навичок самостійної роботи з навчальною та навчально-технічною літературою, вивчення матеріалу розділів дисципліни, що не охоплені лекціями. Формування систематичних знань про моделювання електроенергетичних систем.

Результати навчання:

Знати:

- сучасні основні високоефективні методи математичного моделювання об’єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах об’єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах та сфери їх застосування, сучасні інструментальні (програмні) засоби;
- основні методи аналітичного та чисельного розв’язання рівнянь математичного опису об’єкту;
- зміст і способи використання комп'ютерних програм та інформаційних технологій;
- математичні пакети для моделювання електроенергетичних систем, їх особливості, спеціалізацію, переваги та недоліки.

Вміти:

- самостійно складати математичні моделі електроенергетичних систем та здійснювати їх дослідження, аналізувати та критично оцінювати результати.
-використовувати програмне забезпечення для комп’ютерного моделювання, електроенергетичних систем та комплексів, виконувати ідентифікацію об’єктів за даними моделювання;
-здійснювати вибір чисельного методу та його параметрів при розв’язку рівнянь математичного опису об’єкту;
-вибрати необхідні моделі з спеціалізованих бібліотек моделей електроенергетичних об’єктів математичних пакетів;
-змінити структуру моделі згідно завдання на моделювання

Володіти:

- основними сучасними методами математичного моделювання, знати сфери їх застосування, знати сучасні інструментальні (програмні) засоби їх реалізації.
- спеціалізованими прикладними програмами моделювання явищ і процесів в електроенергетичних системах;
- навичками самостійної роботи з довідковою літературою та нормативними документами та оформлення результатів моделювання.

Передумови до початку вивчення:

Базові знання з дисциплін "Вища математика", «Теоретичні основи електротехніки", «Електричні машини», «Електричні і електронні апарати», «Комп’ютерні технології в електроенергетиці».

Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td>Найменування показників</td><td>Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td>Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 5</td><td>Галузь знань:
14 - Електрична інженерія
141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</td><td rowspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Спеціальність:
141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="4">Спеціалізація:
Електротехнічні системи електроспоживання</td><td>Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне завдання:</td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин -150</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 6</td><td rowspan="8">Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр</td><td>Лекції</td></tr>
<tr><td>34 год.</td></tr>
<tr><td>Лабораторні роботи</td></tr>
<tr><td>34 год.</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>82 год</td></tr>
<tr><td>Індивідуальні завдання:</td></tr>
<tr><td>Вид контролю: іспит</td></tr>
</table>

Набуті компетентності

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів наступних компетентностей:

- здатність розробляти фізичні, математичні та інформаційні моделі досліджуваних електричних машин, електромеханічних об’єктів, систем, фізичних процесів і явищ у професійній сфері, розробляти методики та організовувати проведення експериментів з аналізом результатів;
- здатність використовувати сучасні програмні продукти для моделювання та розв’язання задач розрахунку електромагнітних і теплових полів електричних машин і апаратів;
- здатність використовувати програмне забезпечення для комп’ютерного моделювання, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних систем.

Структура курсу

Змістовий модуль 1. Базові математичні моделі в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. Обчислювальні методи моделювання.

Тема 1. Математичні моделі та методи їх реалізації. Побудування математичної моделі об'єкта, що досліджується. Побудування обчислювального алгоритму.

Програмування алгоритму на ЕОМ і його тестування. Проведення серії розрахунків з варіюванням визначених параметрів вихідної задачі та алгоритму. Аналіз одержуваних результатів.

Тема 2. Джерела й класифікація погрішностей. Погрішності даних, методу й обчислень. Погрішності арифметичних операцій.

Тема 3. Математичні моделі електромагнітного поля в електротехнічних пристроях. Загальна модель Максвелла. Електростатична модель. Скалярна магнітостатична модель. Векторна магнітостатична модель. Електродинамічна модель. Магнітодинамічна модель.

Тема 4. Моделювання енергосистем.

Особливості фізичного, аналогово та математичного моделювання енергосистем. Гібридні моделі. Імітатори. Математичне моделювання механізмів Кіотського протоколу. Історія створення, цілі та механізми. Теоретико-ігровій підхід.

Тема 5. Моделювання електромагнітних процесів в активній частині синхронного генератора з постійними магнітами.

Змістовий модуль 2. Формування математичних моделей електроенергетичних систем

Тема 1. Формування матричних диференційних рівнянь стану електроенергетичних систем з використанням матрично-топологічного методу.

Складання рівнянь струмів і напруги резистивних елементів відповідно до матриці головних перетинів. Моделювання комутаційних апаратів та напівпровідникових елементів.

Тема 2. Матричні диференційні рівняння стану асинхронних електродвигунів.

Динамічна модель асинхронного двигуна, що враховує насичення магнітного кола за шляхом головного магнітного потоку та витіснення струму в роторі при одноконтурній схемі заміщення ротора. Динамічна модель асинхронного двигуна, що враховує насичення магнітних кіл за шляхами головного магнітного потоку та потоків розсіяння статора і ротора та витіснення струму в роторі при двооконтурній схемі заміщення ротора. Модель асинхронного двигуна, що враховує зубчатість статора і ротора.

Тема 3. Матричні диференційні рівняння стану синхронних двигунів та двигунів постійного струму. Узагальнене матричне диференційне рівняння стану електромережі..

Математична модель синхронного двигуна у матричному вигляді. Формування матричних диференційних рівнянь стану двигунів постійного струму з різними типами збудження. Коефіцієнти матричного диференційного рівняння стану електромережі.

Тема 4. Методи чисельного розв'язання матричних диференційних рівнянь стану електричного кола та їх програмна реалізація.

Однокрокові явні та неявні методи. Багатокрокові явні та неявні методи. Жорсткість методів інтегрування. Метод Гіра. Обрахування матриці Якобі від правої частини матричного диференційного рівняння стану системи. Програмна реалізація методів інтегрування матричних диференційних рівнянь.

Тема 5. Дослідження перехідних процесів в електроенергетичній системі з використанням комп'ютерного моделювання. Джерела підвищення ефективності проектування електротехнічних комплексів.

Перехідні процеси в штатному функціюванні. Перехідні процеси при короткому замиканні. Перехідні процеси при замиканні або витоку струму на землю. Джерела підвищення ефективності проектування електротехнічних комплексів.

Теми лабораторних робіт

№ п/п	Назва теми	Обсяг академічних годин
1	***2***	***3***
1	Моделювання асинхронного двигуна з к.з. ротором.	4
2	Моделювання одно та трифазного трансформаторів.	6
3	Моделювання однотрансформаторної підстанції.	6
4	Моделювання двигуна постійного струму з різними типами збудження	6
5	Моделювання синхронного генератора.	4
6	Дослідження перехідних процесів в електромережі при короткому замиканні	4
7	Дослідження режиму замикання на землю в електромережі	4

Методи контролю

Поточний контроль проводиться у формі письмового або комп'ютерного тестування при проведенні практичних занять.

Модульний контроль проводиться у вигляді тестування на тижнях модульного контролю.

Контроль самостійного вивчення окремих тем дисципліни проводиться в формі перевірки конспектів та при проведенні практичних занять та при проведенні іспиту.

Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.

Рекомендована література

1. Сегеда М.С. Математичне моделювання в електроенергетиці: Навч.посібник/ Мін. Освіти і науки України. Львів: Вид.-во нац. ун.-ту «Львівська політехніка»; 2002. — 300 с.
2. Перхач В.С. Математичні задачі електроенергетики. Видання 3 перероб. І доп. — Львів. Вища школа. Видавництво при Львів. Ін-ті. 1989. — 464 с.
3. Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник / – Львів: Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2010. – 608 с.
4. Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник / – Львів: 2-е видання. Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2013. – 608 с.

5. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / О.П. Чорний, А.В. Луговой, Д.Й., Родькін, Г.Ю. Сисюк, А.В. Садовой. – Кременчук, 2001. – 376 с.
6. Садовой О.В., Дерець О.Л. Спеціальні питання математичного опису і моделювання динаміки складних систем. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2014. – 206 с.
7. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
8. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник / О. І. Толочко. – Київ, НТУУ«КПІ», 2016. – 150 с. Іл.
9. Турчак Л.И. Основы численных методов: Учеб. пособие. - М.: Наука.. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. - 320 с.
10. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М: Наука, 1987. - 598 с.
11. Калиткин Н.Н. Численные методы. - М.: Наука, 1978. - 512 с.

Оцінювання курсу

Знання студентів на *іспиті* оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки. Результати іспиту оцінюються відповідно до прийнятої уніфікованої університетської шкали: 50 балів від загальної 100-бальної при цьому:

0–13 балів: Студент виявляє слабке уявлення про основи моделювання електроенергетичних систем, математичні моделі електричних машин та апаратів, які використовуються на електростанціях; не може зрозуміти умову найпростіших задач.

14-19 балів: Студент має фрагментарні уявлення з предмета вивчення і може відтворити окремі його частини; знає лише основи моделювання в електроенергетичних системах, але не розуміє їх суті; не може самостійно вирішувати навіть нескладні задачі.

20-27 балів: Студент чітко описує принципи побудови математичних моделей; знає їх суть; може самостійно вирішувати лише прості задачі .

28-29 балів: Студент за допомогою викладача відтворює окремі частини начального теоретичного матеріалу, дає визначення основних математичних моделей об’єктів електроенергетичних систем; самостійно вирішує прості задачі, задачі середньої важкості розв’язує за допомогою викладача.

30-32 балів: Студент самостійно відтворює значну частину навчального матеріалу, розуміє призначення математичних моделей об’єктів електроенергетичних системі, методи їх розрахунку, але допускає несуттєві помилки при рішенні практичних завдань.; самостійно вирішує задачі середньої важкості.

33-39 балів: Студент самостійно відтворює фактичний і теоретичний навчальний матеріал, володіє методами математичного моделювання, методами розрахунку об’єктів електроенергетичних систем, але допускає неточності; самостійно вирішує складні задачі, задачі підвищеної складності розв’язати самостійно не може.

39-50 балів: Студент вільно володіє засвоєними знаннями і використовує їх у нестандартних ситуаціях, вільно володіє методами математичного моделювання та вільно використовує сучасні програмні продукти для моделювання та розв’язання задач розрахунку електроенергетичних систем, має системні знання з предмета, аргументовано використовує їх, у тому числі в проблемних ситуаціях; самостійно знаходить і використовує інформацію згідно з поставленим завданням.

За повністю виконані завдання студент може отримати визначену кількість балів:

Інструменти і завдання	Кількість балів
Участь в обговоренні на лекціях	10
Опитування під час практичних занять (усно та письмово)	10
Тести	10
Індивідуальне завдання	20
Іспит	50
Разом	**100**

Шкала оцінювання студентів

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Політика курсу

Плагіат та академічна доброчесність:

Студент може пройти певні онлайн-курси, які пов'язані з темами дисципліни, на онлайн-платформах. При поданні документу про проходження курсу студенту можуть бути перезаліковані певні теми курсу та нараховані бали за завдання.

Під час виконання завдань студент має дотримуватись політики академічної доброчесності. Запозичення мають бути оформлені відповідними посиланнями. Списування є забороненим.

Завдання і заняття:

Всі завдання, передбачені програмою курсу мають бути виконані своєчасно і оцінені в спосіб, зазначений вище. Аудиторні заняття мають відвідуватись регулярно. Пропущені заняття (з будь-яких причин) мають бути відпрацьовані з отриманням відповідної оцінки не пізніше останнього тижня поточного семестру. В разі поважної причини (хвороба, академічна мобільність тощо) терміни можуть бути збільшені за письмовим дозволом декана.

Поведінка в аудиторії: На заняття студенти вчасно приходять до аудиторії відповідно до діючого розкладу та обов'язково мають дотримуватися вимог техніки безпеки.

Під час занять студенти:

- не вживають їжу та жувальну гумку;
- не залишають аудиторію без дозволу викладача;
- не заважають викладачу проводити заняття.

Під час контролю знань студенти:

- є підготовленими відповідно до вимог даного курсу;
- розраховують тільки на власні знання (не шукають інші джерела інформації або «допомоги» інших осіб);
- не заважають іншим;
- виконують усі вимоги викладачів щодо контролю знань.