Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Математичні задачі енергетики

Шифр та назва спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Інститут
ННІ Електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Освітня програма
Електроенергетика

Кафедра
Автоматизація та кібербезпека енергосистем (132)

Рівень освіти
Бакалаврський

Тип дисципліни
професійна підготовка

Семестр
5

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники

Донецька Тетяна Сергіївна
Tetiana.Donetska@khpi.edu.ua
Кандидат технічних наук, доцент кафедри Автоматизації та кібербезпеки енергосистем НТУ «ХПІ»

Автор та спів автор понад 45 наукових публікацій.
Курси: «Системи обліку та контролю якості електричної енергії», «Математичні задачі енергетики», «Теорія автоматичного керування в задачах управління та захисту електроенергетичних систем», «Надійність та діагностика», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці та їх кібербезпека», «Автоматизовані системи управління в електроенергетиці»
Детальніше про викладача на сайті кафедри

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння математичного забезпечення задач електроенергетики при розрахунках параметрів електроенергетичних систем.

Мета та цілі дисципліни

Виробити у студента теоретичні уявлення та практичні навички щодо розв’язування задач формування розрахункових моделей ЕЕС та їх застосування в задачах проектування та експлуатації електроенергетичних мереж і систем.

Формат занять

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

Компетентності

ФК 5. Здатність використовувати знання з метрології та електричних вимірювань, теорії автоматичного керування та електроніки для вирішення задач вимірювання, конструювання, контролю та керування в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
ФК 9. Здатність визначати і забезпечувати оптимальні, енергоефективні та економічні режими роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
ФК 10. Здатність складати і оформлювати оперативну та іншу документацію, передбачену правилами експлуатації устаткування і організації роботи на об'єктах електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
ФК 13. Здатність виконувати експериментальні (модельні) дослідження режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання
ФКс 15. Розуміння принципів організації процесів виробництва електроенергії на основі традиційних та відновлюваних джерел енергії з дотриманням заданих технологічних параметрів енергооб'єктів і якості електроенергії
ФКс 21. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з інформаційним захистом енергосистем з використанням сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій.
.

Результати навчання

ПРН 16. Визначати принципи побудови та нормального функціонування елементів електроенергетичних, електротехнічних електромеханічних комплексів та систем
ПРН 18. Оцінювати параметри роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем та розробляти заходи щодо підвищення їх енергоефективності та надійності
ПРН 20. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексів і систем
ПРНс 36. Знати і розуміти процеси передачі, розподілу електроенергії і електропостачання з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії
ПРНс 41. Знати і розуміти процеси, пов'язані з інформаційним захистом енергосистем з використанням сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій.
.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи – 16 год., , самостійна робота – 42 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Теоретичні основи електротехніки»

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Курс передбачає комбінацію двох способів педагогічного керівництва, а саме безпосереднє та опосередковане. На лекціях переважно студенти слухають пояснення викладача, який забезпечує виклад матеріалу за допомогою таких методів пізнання, як аналіз, синтез, аналогія, узагальнення, індукція, дедукція, порівняння, абстрагування та конкретизація та виявлення причинно-наслідкових зв'язків. В кінці кожної лекції визначається рівень засвоєння інформації, тобто реалізується репродуктивний метод навчання.
На практичних заняттях переважно задіяні активні методи навчання, що передбачають самостійну індивідуальну або групову роботу студентів з епізодичними поясненнями викладача. При цьому пізнавальна діяльність носить частково-пошуковий, дослідницький та продуктивний характер.
Основна рекомендація зводиться до забезпечення рівномірної активної роботи студентів над курсом як в аудиторії, так і дома протягом навчального семестру. Під час аудиторних занять вони повинні бути активними слухачами на лекціях, на практичних заняттях виконувати необхідні завдання. Самостійна робота студентів включає вивчення лекційного матеріалу, який є основою у підготовці до практичних занять, виконання індивідуального завдання, вивчення додаткового

матеріалу. Для підготовки до практичних занять слід використовувати перш за все інформаційні ресурси, матеріали лекцій та рекомендовану літературу.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Складання рівнянь сталого режиму. ЕЕС як математична модель. ЕЕС як частина енергетичної системи. Модель складу ЕЕС . Загальна і конкретна модель складу ЕЕС . Модель структури ЕЕС . Загальна і конкретна модель структури ЕЕС. Математична модель ЕЕС. Топологія і параметри математичної моделі ЕЕС. Принципова схема як модель структури. Схема заміщення як математична модель

Тема 2. Заступні схеми активних елементів ЕЕС. Визначення параметрів схем елементів ЕЕС Схеми заміщення активних элементів ЕЕС. Вихідні дані при розрахунку заміщення пасивних елементів ЕЕС. Джерела активної та реактивної потужності. Кутові характеристики та розрахункова потужність вузлів генерації та навантаження

Тема 3. Заступні схеми пасивних елементів ЕЕС

Основні елементи електричних мереж та схеми заміщення пасивних элементов ЕЕС. Застосування спрощених схем двополюсників. Загальні визначення та припущення. Схеми заміщення ЛЕП, трансформаторів. Виключення поперечних гілок. Вихідні дані та визначення параметрів схем пасивних елементів.

Тема 4. Рівняння законів Ома і Кірхгофа в матричній формі.

Схема заміщення як зв'язаний спрямований граф. Матриці параметрів мережі і рівняння закону Ома у матричній формі. Матриця инциденції схеми заміщення і рівняння першого закону Кірхгофа в матричній формі.Матриця циклів схеми заміщення і рівняння другого закону Кірхгофа в матричній формі

Тема 5. Узагальнене рівняння стану електричної мережі.Формування матричних рівнянь стану електричного кола. Узагальнене рівняння стану електричної мережі . Розрахунок токоросподілу. Розрахунок режиму при завданні навантажень у струмах

Тема 6. Топологічний опис схем електричних систем.

Конфігурація схеми заміщення як направлений граф. . Аналітичне представлення орієнтованого графа. Властивості матриці інцидентності Незалежні вузли та базисний вузол. Матриця циклів

Тема 7. Вузлові рівняння. Виведення вузлових рівнянь Матриця вузлових провідностей і її властивості. Розрахунок режиму по вузлових рівнянням при завданні навантажень у струмах. Порядок розрахунку режиму на основі вузлових рівнянь при завданні навантажень у струмах

Тема 8. Розв'язування рівнянь усталеного режиму. Вузлові рівняння у формі балансу потужностей. Баланс струмів і потужностей у комплекної формі. Виведення вузлових рівнянь у формі балансу струмів і потужностей. Лінійні і нелінійні вузлові рівняння. Розрахунок режиму по вузлових рівнянням при завданні навантажень у струмах і потужностей

Тема 9. Незалежні контура схеми заміщення. Співвідношення ортогональності матриці інциденції і матриці циклів. Остів (дерево) графа. Хорди графа і незалежні (базисні) цикли. Блокове розкладання топологічних матриць для заданого остова

Тема 10. Контурні рівняння. Визначення струмів у гілках остова через струми в хордах. Виведення контурних рівнянь для заданого остова. Матриця контурних опорів і її властивості. Порядок розрахунку режиму на основі контурних рівнянь при завданні навантажень у струмах і потужностях

Тема 11. Ітераційні методи рішення систем лінійних рівнянь. Метод простої ітерації, збіжність ітераційних методів. Теорема збіжності ітерацій і її наслідки. Фактори, що впливають на збіжність лінійних рівнянь вузлових напруг. Приклади.

Тема 12. Рішення систем нелінійних рівнянь сталих режимів ітераційними методами 1-го порядку. Збіжність нелінійних ітераційних процесів. Рішення системи нелінійних вузлових рівнянь методом Зейделя. Аналіз збіжності ітераційного процесу. Фактори, що впливають на збіжність ітерації для нелінійних вузлових рівнянь

Тема 13. Застосування методу Ньютона рішення нелінійних рівнянь режиму сталих режимів. Лінійна система вузлових напруг у формі балансу струмів у комплексній і дійсний формі. Нелінійна система вузлових напруг у формі балансу потужностей у комплексній і дійсний формі.

Формування матриці Якобі. Рішення систем вузлових напруг у формі балансу потужностей методом Ньютона. Модифікований метод Ньютона
Тема 14. Методологічні основи оптимізації. Типи задач оптимізації. Задача оптимізації - задача умовного екстремума функції багатьох змінних. Зведення задачі умовного екстремума до задачі безумовного екстремума . Прямий метод. Приклад. Розподіл активної потужності прямим методом. Основні етапи розв'язування задач оптимізації.
Тема 15. Метод невизначених множників Лагранжа.
Алгоритм методу Лагранжа. Оптимізація режимів розподілу активної потужності серед декількох ТЕС. Оптимізація режимів при наявності в системі ГЕС
Тема 16. Основи математичного програмування.
Основна задача лінійного програмування. Симплексний метод. Приклад. Розподіл сумарного навантаження між ТЕС як задача лінійного програмування

Теми практичних занять

Тема 1. Формування параметрів схем заміщення
Тема 2. Матричний опис схем заміщення ЕЕС
Тема 3. Формування матричних рівнянь стану електричного електричної мережі
Тема 4. Лінійні і нелінійні вузлові рівняння
Тема 5. Розрахунок методом виключення Гауса систем лінійних рівнянь вузлових напруг.
Тема 6. Ітераційні методи рішення систем лінійних рівнянь
Тема 7. Метод Ньютона рішення нелінійних рівнянь сталих режимів
Тема 8. Розподіл сумарного навантаження між ТЕС як задача лінійного програмування

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

Самостійна робота

Курс передбачає виконання реферативної роботи, яка сприяє формуванню у студентів на стадії підготовки бакалаврів освітньої програми «Електроенергетика», системи базових знань про відомості та основні поняття математичних задач енергетики, закріплення теоретичних знань і вироблення навичок їхнього застосування при виконанні роботи з даної дисципліни.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Перхач В.С. Математичні задачі електроенергетики. - Львів: Вища школа, 1989
2. Хоменко О.В.Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронне видання]: навч. посіб. / О.В. Хоменко. - К.: НТУУ «КПІ», 2016. - 109 с. - Бібліогр.: с. 109.

Додаткова література

1. Задачин В.М. Чисельні методи: навчальний посібник / В.М. Задачин, І.Г. Конюшенко. - Х.: Вид. ХНЕУ ім. Кузнеця, 2014. - 180 с..
2. Сулейманов В.М. Електричні мережі та системи: підручн. [Текст] / В.М. Сулейманов, Т.Л. Кацадзе. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 456 с.
2. Лежнюк П.Д., Зелінський В.Ц. Методи оптимізації в електроенергетиці. Симплексний метод. Вінниця: ВНТУ, 2004.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складається з результатів оцінювання у вигляді:
Модульна контрольна робота 1 (30%);
Модульна контрольна робота 2 (30%);
Розрахункова робота (20%);
Екзамен (20%).

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 28.06.2023

Завідувач кафедри
Дмитро ГАПОН

Гарант ОП
Галина ОМЕЛЯНЕНКО