



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



СИСТЕМОУТВОРЮЮЧІ МЕРЕЖІ ТА ЇХ РЕЖИМИ

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

Інститут

Навчально-науковий інститут енергетики,
електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електроенергетика

Кафедра

Передача електричної енергії (131)

Рівень освіти

Бакалавр з електроенергетики,
електротехніки та електромеханіки

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова)

Семестр

7-обсяг 240 кр., 5-обсяг 180 кр

Мова викладання

Українська, англійська

Викладач, розробник

**Шевченко Сергій Юрійович**

sergii.shevchenko@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук за спеціальністю 05.09.03 «Електротехнічні комплекси та системи», професор, завідувач кафедри передачі електричної енергії.

Досвід роботи – 41 рік. Автор понад 300 наукових публікацій та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Системоутворюючі мережі та їх режими», «Проектування електроенергетичних і електромеханічних систем та пристроїв», «Сучасна нормативна база при проектуванні та експлуатації ЕЕС», «Сучасні системи блискавкозахисту обладнання та споруд».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Освітній компонент «Системоутворюючі мережі та їх режими» спрямований на оволодіння теоретичними основами розрахунку і аналізу режимів роботи системоутворюючих мереж, сучасних методів вибору та експлуатації їх обладнання, рішення проектних задач щодо системоутворюючих мереж та їх об'єктів.

Мета та цілі дисципліни

Формування сучасного мислення та спеціальних знань з проблем системоутворюючих мереж та їх режимів як складової підтримки прийняття рішень щодо їх проектування та експлуатації.

Формат занять

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

Компетентності

Загальні компетентності:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові) компетентності

K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

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.

K25. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з процесами передачі, розподілу електроенергії і електропостачання з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії.

Результати навчання

ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР20. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

ПР22. Знати та вміти розробляти прості конструкції електроенергетичних і електротехнічних об'єктів та оцінювати механічну міцність розроблених конструкцій

ПР24. Знати і розуміти процеси передачі, розподілу електроенергії і електропостачання з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год.,

практичні заняття – 16 год., лабораторні заняття – 16 год, самостійна робота – 86 год

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного вивчення дисципліни необхідно володіти знаннями про розрахунки електричних параметрів електричних мереж та систем та знати чинники які впливають на конструкції повітряних ліній електропередавання. Вивчення освітнього компоненту безпосередньо спирається на знання та навички, які були отримані студентами у наступних дисциплінах ЗП 9.

Вища математика; ЗП 10. Фізика; СП 4. Теоретичні основи електротехніки ч.1; СП 5. Теоретичні основи електротехніки ч.2; СП 9. «Електричні системи та мережі», СП 14. «Техніка високих напруг», ВП2.3 «Проектування електричних систем та мереж».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях, в тому числі і під час виконання лабораторних робіт, використовується проєктний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій під час виконання завдань.

План лекційних, лабораторних робіт і практичних занять, терміни всіх видів контролю доводиться до відома студентів на початку навчального семестру. На початку кожної лекції повідомляється тема лекції та перелік питань, що будуть розглянуті, їх зв'язок з викладеним і наступним матеріалом, а також матеріал, який студенти повинні опанувати самостійно.

На початку лабораторних занять контролюється виконання студентами домашніх завдань і їх знання теоретичного матеріалу.

Для виконання курсового проєкту використовуються програмні продукти розроблені на кафедрі ПЕЕ для електричних розрахунків повітряних ліній електропередавання.

Навчальні матеріали доступні студентам на платформі Office Microsoft 365.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Вступ. Мета вивчення та завдання навчальної дисципліни. Загальні властивості ліній електропередачі надвисокої напруги (НВН), їх призначення та роль формуванні об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС) України.

Тема 1. Основні положення щодо вибору та обґрунтуванню техніко-економічних параметрів повітряних ліній (ПЛ) НВН.

Тема 1.1 Вибір та обґрунтування номінальної напруги, кількості кіл та схеми електричних сполучень.

Тема 1.2 Визначення перерізу та конструкції фазних проводів. Характеристика засобів врахування втрат потужності від корони. Аналіз структури технологічних втрат електричної енергії в ПЛ НВН. Визначення техніко-економічних параметрів для ділянки мережі ПЛ НВН.

Тема 2. Системоутворюючі мережі змінного струму.

Тема 2.1 Основні властивості ліній електропередачі (ЕП) змінного струму великої протяжності. Хвильовий характер процесів при передаванні електричної енергії. Узагальнюючі характеристики параметрів режимів, гранична передавана потужність. Визначення хвильових параметрів протяжних ПЛ НВН.

Тема 2.2 Співвідношення параметрів ліній ЕП з параметрами її режимів. Розподіл напруги вздовж протяжної ПЛ, коефіцієнт перепаду напруг та його використання при здійсненні режимів передавання різноманітних потужностей.

Тема 2.3 Реактивна потужність в лініях ЕП НВН, її вплив на параметри режимів. Визначення розподілу реактивних потужностей в системоутворюючій мережі.

Тема 2.4 Математичні моделі ліній ЕП великої протяжності. Схеми заміщення та співвідношення їх параметрів. Методи розрахунку параметрів режимів. Алгоритмізація розрахунків. Визначення параметрів схем заміщення системоутворюючих мереж НВН.

Тема 2.5 Визначення коефіцієнтів корисної дії лінії ЕП, їх складові частки. Поняття оптимального коефіцієнта корисної дії (ККД).

Тема 3. Характеристики параметрів режимів компенсованих системоутворюючих мереж змінного струму.

Тема 3.1 Пропускна здатність ПЛ НВН і засоби її збільшення. Компенсація параметрів ліній електропередавання. Схеми компенсації та їх класифікація.

Тема 3.2 Основні типи компенсуючих пристроїв (КП). Улаштування та застосування. Вплив компенсуючих пристроїв на параметри режимів системоутворюючої ПЛ.

Тема 3.3 Визначення потужності КП та оптимізація їх розміщення. Схеми приєднання. Методи розрахунку параметрів режимів компенсованих ліній ЕП. Розрахунок поточкорозподілу та параметрів режиму ЕП НВН з компенсуючими пристроями.

Тема 3.4 Настроєні лінії ЕП різної потужності та довжини. Засоби настройки. Технічні та економічні характеристики настроєних ліній ЕП.

Тема 3.5 Нові типи ліній ЕП збільшеної пропускної здатності (компактні лінії, розімкнені, керовані самокомпенсуючі).

Тема 3.6 Особливі режими ПЛ НВН. Визначення особливих режимів. Методика розрахунку параметрів режиму холостого ходу. Розрахунок узагальнюючих коефіцієнтів 4– полюсників системоутворюючих мереж з метою аналізу параметрів особливих режимів.

Тема 3.7 Характеристика основного устаткування ПЛ НВН, узагальнення досвіду експлуатації. Перспективи дальшого розвитку системоутворюючих мереж.

Тема 4. Вплив ПЛ НВН на навколишнє середовище.

Тема 4.1 Напруженість електричного поля під проводами ПЛ, її розподілення і нормування. Вилучення земель під спорудження ПЛ та ПС. Акустичні шуми. Заходи по зменшенню впливу ПЛ на навколишнє середовище.

Тема 4.2 Методи розрахунку напруженості електричного поля під проводами ПЛ. Визначення меж санітарно – захисних зон (СЗЗ).

Тема 5. Лінії електропередачі постійного струму.

Тема 5.1 Галузі застосування повітряних та кабельних ліній ЕП постійного струму (ЛПС). Основні характеристики ЛПС: принципові схеми, пропускна здатність. Схеми перетворюючих ПС, основне устаткування. Кабельні вставки постійного струму.

Тема 5.2 Електропередача постійного струму (ЕППС) як елемент електроенергетичної системи (ЕЕС). Енергетичні характеристики ЕППС. Активна та реактивні потужності. Вищі гармоніки та їх фільтрація.

Тема 5.3 Порівняння технічних та економічних характеристик ліній ЕП змінного та постійного струму.

Теми практичних занять (ПЗ)

Тема 1. Визначення та розрахунок величин елементів схем заміщення повітряної лінії надвисокої напруги.

Тема 2. Вибір номінальної напруги та перетину проводу фази повітряної лінії надвисокої напруги

Тема 3. Вивчення розподілу потужностей у системі видачі потужності електричної станції та його особливості.

Тема 4. Розподіл напруги вздовж повітряної лінії надвисокої напруги.

Тема 5. Компенсація реактивної потужності.

Тема 6. Види компенсуючих приладів та схеми їх підключення.

Тема 7. Розрахунки режимів роботи повітряної лінії надвисокої напруги.

Тема 8. Особливі режими роботи повітряної лінії надвисокої напруги (холостий хід, запас статичної стійкості) ...

Теми лабораторних робіт (ЛР)

Тема 1 Розрахунки режимів повітряної лінії надвисокої напруги.

Тема 2 Дослідження роботи синхронного компенсатору. ...

Тема 3 Дослідження режимів оптимального коефіцієнту корисної дії на моделі ПЛ.

Індивідуальні завдання (ІЗ)

Освітній компонент «Системоутворюючі мережі та їх режими» передбачає виконання курсового проекту (КП). Результати розрахунків оформлюються у письмовий звіт, який підлягає захисту.

Тема. Проектування електричної частини повітряної лінії електропередачі надвисокої напруги.

Курсовий проект містить наступні розділи:

ВСТУП

Вихідні дані

1. ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ НАПРУГИ ТА ЧИСЛА КІЛ ПРОЕКТОВАНОЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

2. СКЛАДАННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО РОЗПОДІЛУ ПОТУЖНОСТЕЙ

3. ВИБІР ПЕРЕРІЗУ І КОНСТРУКЦІЇ ФАЗНОГО ПРОВОДУ

- 4. РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОРІЧНИХ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ НА КОРОНУ
- 4.1 Розрахунок середньорічних втрат потужності для ділянок 1 та 2
- 5. ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ
- 5.1 Вибір генераторів
- 5.2 Вибір блокових трансформаторів
- 5.3 Вибір автотрансформатора зв'язку
- 5.4 Вибір автотрансформаторів на ПС приймальної системи
- 5.5 Вибір автотрансформаторів на проміжних підстанціях
- 5.6 Вибір опор повітряної лінії
- 6. БУДІВЛЯ СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНЕНЬ ЕП СВН
- 6.1 Схема видачі потужності на електростанціях
- 6.2 Основні вимоги до схем електричних з'єднань понижувальних ПС СВН
- 7. СКЛАДАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ ЗАМІЩЕННЯ
- 7.1 Схема заміщення повітряних ліній
- 7.2 Схема заміщення двообмоткового трансформатора
- 7.3 Схема заміщення автотрансформатора
- 8. РОЗРАХУНОК РОБОЧИХ РЕЖИМІВ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ
- 8.1 Розрахунок втрат потужності
- 8.2 Розрахунок розподілу напруги .
- 9. ВИБІР КОМПЕНСУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ
- 9.1 Вибір числа і потужності компенсуючих пристроїв
- 10. РОЗРАХУНОК РОБОЧИХ РЕЖИМІВ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ЗА НАЯВНОСТІ КОМПЕНСУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ
- 11. ВИЗНАЧЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ КВАДРУПОЛЬНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ..
- 12. ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ІСНУВАННЯ ОСОБЛИВИХ РЕЖИМІВ
- 12.1. Режим холостого ходу в системі передачі на великій відстані
- 12.2. Самозбудження генераторів живильної станції
- 12.3. Визначення запасу статичної стійкості
- 13. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА
- ВИСНОВОК
- СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

Самостійна робота (СР)

Складовими самостійної роботи студентів є вивчення літератури з питань визначених на лекційних заняттях, підготовка до контрольних робіт, практичних та лабораторних занять та виконання курсового проекту. Контроль складової освітнього компоненту, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться: з практичних занять – за допомогою перевірки виконаних завдань; з лабораторних робіт – за допомогою перевірки матеріалу під час допуску до виконання лабораторних робіт, а також перевірки та захисту звітів після виконання лабораторних робіт.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Сулайманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі та системи: підручник. Київ:ТНУУ «КПІ», 2008. - 456 с.
2. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: підручник М-во освіти і науки України, 3-тє вид, переробл. та доповн. Львів: Вид-но Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2015.- 540 с
3. Малогулко Ю.В., Бурикін О.Б., Кацадзе Т.Л., Нетребський В. В. Електричні системи і мережі. Частина 1: навчальний посібник / За ред. П. Д. Лежнюка. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 200 с.
4. Кирик В.В., Масалова Т.Б. Електричні системи та мережі. Режим роботи розімкнених мереж. Навчальний посібник. - Київ: НТУУ «КПІ», 2015.– 256 с
5. Сулейманов В.М., Чижевський В.В., Лутчин М.М. Електричні системи та мережі: навч. посіб. Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - К. : НТУУ "КПІ", 2012. - 169 с.

Додаткові джерела інформації

1. Лебединський, І.Л. Електричні системи та мережі: конспект лекцій для студ. спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія» усіх форм навчання. – Суми: СумДУ, 2018. – 214 с
2. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: підручник. Львів: Вид-но Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2007. 488 с.
3. Лук'яненко Ю.В., Остапчук Ж.І., Кулик В.В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні. Навчальний посібник. - Вінниця ВДТУ 2002.- 116 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100 балів підсумкової оцінки складають результати оцінювання:

Екзамен: письмове завдання (2 запитання) та усна доповідь – 40 балів.

Поточне оцінювання - 60 балів, з яких:

-курсний проект – 44 балів;

-лабораторні роботи – 6 балів (по 2 бали за кожну);

-контрольні роботи (запитання з теорії) – 10 балів (по 5 балів за кожну)

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 серпня 2023 р

ПІДПИС

Заступник завідувача кафедри
Вероніка ЧЕРКАШИНА

ПІДПИС

Гарант ОП
Галина ОМЕЛЯНЕНКО