



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

Інститут

ННІ Енергетики,
електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електроенергетика

Кафедра

Передача електричної енергії (131)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Обов'язкова

Семестр

5

Мова викладання

Українська

Викладач, розробник



Черкашина Вероніка Вікторівна

veronika.cherkashyna@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук за спеціальністю 05.14.02 Електричні станції, мережі і системи, доцент, професорка кафедри передачі електричної енергії, академік НАН ВО України по відділенню Технічні науки.

Досвід роботи – 17 років. Автор понад 100 наукових та науково-методичних робіт. Провідний лектор з дисциплін: «Електричні системи та мережі», «Технології передачі електричної енергії», «Основи наукових досліджень».

Науковий напрямок - вдосконалення та розроблення моделей і методів техніко-економічного аналізу електричних систем і мереж та їх об'єктів для покращення режимів роботи, інноваційного розвитку й екологічної безпеки систем передачі електричної енергії.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Освітній компонент «Електричні системи та мережі» спрямований на вивчення структури і функціонування електричних систем та мереж, як їх складових; конструктивних, функціональних і структурних властивостей об'єктів електричних систем та мереж; методів розрахунків сталих режимів роботи електричних систем та мереж; методології аналізу результатів розрахунків параметрів і режимів роботи електричних систем та мереж.

Мета та цілі дисципліни

Формування розуміння про електричні системи та мережі, як їх складові. Оволодіння знаннями про конструктивні, функціональні і структурні властивості об'єктів електричних систем та мереж; про способи моделювання як структурних елементів, так і електричних мереж в цілому; про методи розрахунків їх параметрів й сталих режимів роботи та методологію аналізу результатів розрахунків. Формування уявлення про вимоги до покращення режимів роботи електричних систем та мереж і умови оптимального керування їх режимами для забезпечення економічності, надійності та якості електропостачання.

Формат занять

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

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.
- K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- K07. Здатність працювати в команді.
- K08. Здатність працювати автономно.
- 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.
- K17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.
- K18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.
- 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.
- K21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.
- 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.
- K31. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з сучасними цифровими технологіями процесів розподілу та споживання 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.
- ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку 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.

- ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.
- 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.
- 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 проходження освітнього компоненту «Електричні системи та мережі» необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: ЗП 9. Вища математика; ЗП 10. Фізика; СП 4. Теоретичні основи електротехніки ч.1; СП 5. Теоретичні основи електротехніки ч.2; ВП 2.2. Математичні задачі енергетики; ВВП 7. Теорія автоматичного керування в задачах електроенергетичних систем; ВВП 16. Розподільчі електричні мережі.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методами навчання у викладанні освітнього компоненту «Електричні системи та мережі» являються: словесні (бесіда, дискусія, лекція, робота з книгою); наочні (ілюстрація практичними прикладами); практичні (практичні вправи, підготовлені доповіді студентів).

Активні методи навчання, які застосовуються у викладанні освітнього компоненту «Електричні системи та мережі»: дискусія, метод конкретних практичних ситуацій, екскурсія на діючий електроенергетичний об'єкт.

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

На практичних заняттях і під час виконання лабораторних робіт використовується проєктний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій та прикладного комп'ютерного програмування під час розрахунків і аналізу параметрів й сталих режимів роботи електричних систем, мереж та їхнього обладнання.

Навчальні матеріали доступні студентам на платформі Office Microsoft 365.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Вступ. Мета вивчення та завдання навчальної дисципліни.

Тема 1. Загальна характеристика електричних систем та мереж

Загальні відомості про електричні системи та мережі. Основні поняття та визначення. Класифікація електричних мереж. Вибір номінальної напруги. Режими роботи електричних мереж до 1000 В і вище 1000 В.

Основні об'єкти електричних систем та мереж. Джерела генерації. Споживачі електричної енергії. Конструкція повітряних ліній різних номінальних напруг. Характеристика умов роботи повітряних ліній, причини пошкоджуваності повітряних ліній. Кабельні лінії. Переваги й недоліки кабельних ліній у порівнянні з повітряними лініями. Підстанцій, їх призначення, типи, класифікація. Високовольтне обладнання підстанцій: трансформатори й автотрансформатори, їх призначення, типи, конструктивне виконання. Розподільні пристрої, розподільні пункти, їх призначення, типи, конструктивне виконання.

Взаємодія об'єктів електричних систем та мереж з довкіллям. Електромагнітне поле. Вплив підстанційного обладнання та ліній електропередачі на людину та навколишнє середовище.

Тема 2. Основи аналізу режимів роботи електричних систем та мереж

Основні положення аналізу сталих режимів роботи електричних систем і мереж. Завдання і зміст розрахунків сталих режимів роботи: максимальний, мінімальний, післяаварійний.

Тема 3. Електричні навантаження

Електричні навантаження в мережі: основні типи електроприймачів. Графіки електричних навантажень споживачів, їх основні характеристики.

Тема 4. Параметри і схеми заміщення електричних систем та мереж та їх об'єктів

Вихідні положення визначення параметрів і складання схем заміщення електричних систем і мереж та їх об'єктів. Параметри й схеми заміщення повітряних і кабельних ліній. Параметри й схеми заміщення трансформаторів (двухобмоткових, з розщепленою обмоткою низької напруги, триобмоткових). Параметри й схеми заміщення автотрансформаторів. Аналіз схем заміщення електричних мереж.

Тема 5. Розрахунки і аналіз сталих режимів роботи електричних мереж

Загальні положення розрахунків електричних мереж. Параметри режиму роботи електричних мереж та особливості їх розрахунки. Методи розрахунку електричних систем і мереж: формалізовані і неформалізовані. Параметри режиму роботи об'єктів електричних мереж: ліній електропередачі, високовольтного обладнання підстанцій. Технологічні втрати (енергії, потужності, електроенергії) в електричних системах і мережах. Комерційні втрати електричної енергії. Заходи по зменшенню втрат в електричних системах і мережах. Падіння й втрата напруги в електричних системах і мережах. Методика розрахунку розімкнених та простих замкнених мереж. Методика розрахунку складнозамкнених електричних мереж. Алгоритмічна основа визначення потокорозподілення, втрат потужності, рівнів напруги в електричній мережі з врахуванням її конфігурації і навантажувального режиму (максимальний, мінімальний, післяаварійний) роботи.

Тема 6. Робочі режими електричних систем і мереж.

Реактивна потужність. Баланси активної та реактивної потужностей в електричній системі. Регулювання частоти і напруги в електричних системах та мережах. Компенсуючі пристрої: загальні відомості і характеристики.

Тема 7. Вплив режимів роботи електричних систем та мереж на показники якості електричної енергії

Показники якості електричної енергії. Зв'язок балансів потужностей з показниками якості електричної енергії. Основи оптимізації режимів роботи електричних систем та мереж. Оптимальний розподіл потужностей між електростанціями. Оптимальний розподіл потужностей у замкнених мережах.

Тема 8. Схеми електричних з'єднань електричних мереж енергосистем

Схеми електричних з'єднань підстанцій. Типові схеми розподільчих пристроїв. Схеми видачі потужності й приєднання до електричної мережі електростанцій. Схеми приєднання до електричної мережі понижувальних підстанцій. Оптимізаційні моделі оптимальної конфігурації електричної мережі.

Тема 9. Питання надійності і економічності роботи електричних систем та мереж

Забезпечення надійності і економічності режимів роботи електричних систем і мереж: конструктивна і режимна надійність електричних мереж. Системи контролю, керування й захисту в електричних системах і мережах.

Техніко-економічні основи проектування електричних мереж. Критерії економічної ефективності інвестиційних вкладень. Критерій мінімуму дисконтованих витрат. Техніко-економічні показники ліній електропередачі. Техніко-економічні показники підстанцій. Техніко-економічні показники електричної мережі в цілому.

Тема 10. Перспективи розвитку електричних систем та мереж

Концепція розвитку електричних систем та мереж і їхніх об'єктів. Підвищення інформативності підстанцій. Покращення контрольованості лінії електропередачі. Розширення функціональних можливостей електричних систем та мереж.

Теми практичних занять (ПЗ)

Тема 1. Побудова графіків навантажень споживачів електричної мережі та визначення їх показників.

Тема 2. Розрахунок параметрів і формування схеми заміщення об'єктів та електричної мережі в цілому.

Тема 3. Розрахунок режиму роботи електричних мереж.

Тема 4. Формування схеми електричних з'єднань та обґрунтування режиму роботи електричної мережі відповідно показникам якості електричної енергії.

Теми лабораторних робіт (ЛР)

Тема 1. Вивчення режимів роботи електричних мереж.

Тема 2. Дослідження режиму роботи нейтралі в електричних мережах.

Тема 3. Вибір потужності синхронного компенсатора для регулювання напруги в електричній мережі.

Тема 4. Аналіз впливу компенсації реактивної потужності на показники режиму роботи електричних мереж.

Індивідуальні завдання (ІЗ)

Освітній компонент «Електричні системи та мережі» передбачає виконання розрахункового завдання (Р). Результати розрахунків оформлюються у письмовий звіт, який підлягає захисту.

Тема. Визначення параметрів сталих режимів роботи електричної мережі.

Розрахункове завдання містить наступні розділи:

Бланк завдання, вихідні та довідкові дані.

1 Складання повної схеми заміщення електричної мережі і визначення її параметрів.

2 Складання розрахункової схеми заміщення електричної мережі і визначення її параметрів.

3 Визначення значень потужності на ділянках електричної мережі.

4 Визначення значень напруги в вузлах електричної мережі.

5 Розрахунок відхилення напруги від номінального значення в вузлах електричної мережі.

6 Формування схеми електричних з'єднань мережі.

Висновок.

Список джерел інформації.

Самостійна робота (СР):

Складовими самостійної роботи студентів є вивчення літератури з питань визначених на лекційних заняттях, підготовка до практичних занять і лабораторних та контрольних робіт, а також виконання розрахункового завдання.

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 робіт, а також перевірки та захисту звітів після виконання лабораторних робіт.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення термінів та визначень, які застосовуються в освітньому компоненті «Електричні системи та мережі».

Література та навчальні матеріали

Основна література:

- 1 Захарченко В.П. та ін Електричні системи та мережі: навч. посіб. - Київ : НАУ, 2021. - 338 с.
- 2 Малогулко Ю.В., Бурикін О.Б., Кацадзе Т.Л., Нетребський В. В. Електричні системи і мережі. Частина 2: навч. посіб. / За ред. П. Д. Лежнюка. – Вінниця : ВНТУ 2021. - 158 с.
- 3 Малогулко Ю.В., Бурикін О.Б., Кацадзе Т.Л., Нетребський В. В. Електричні системи і мережі. Частина 1: навч. посіб / За ред. П. Д. Лежнюка. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 200 с.
- 4 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.
- 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.
- 6 Кирик В.В., Масалова Т.Б. Електричні системи та мережі. Режим роботи розімкнених мереж: навч. посібник - Київ: НТУУ «КПІ», 2015.-256 с.
- 7 Климова Р.Н. Электроэнергетичні системи та мережі. Енергозбереження: навч. посіб.- Мелітополь. 2020.- 436 с.
- 8 ГКД 340.000.002-97. Визначення економічної ефективності капіталовкладень в енергетику: методика: Енергосистеми та електричні мережі. К.: Міненерго України, 1997. 54 с.
- 9 Лук'яненко Ю.В., Остапчук Ж.І., Кулик В.В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні: навч. посіб. - Вінниця ВДТУ 2002.- 116 с.
- 10 Парафенюк О.А. Електричні системи та мережі: навч. посіб. / Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці : Рута, 2013. - 183 с.

11 Базюк Т.М., Блінов І.В., Буткевич О.Ф.і ін. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими. За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка / Інститут електродинаміки НАН України. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. – 400 с.

12 Добровольська Л.Н., Волинець В.І., Собчук Д.С., Черкашина В.В. Електричні мережі з відновлювальними джерелами енергії: навч. посіб - Луцьк: ЛНТУ, 2016. – 352 с.

Додаткова література:

1 Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Розпорядженням від 18 серпня 2017 р. № 605-р.

2 Бондаренко В.О., Черемисин М.М., Черкашина В.В. Системний підхід передпроектної оцінки повітряних ліній в умовах ринкових відносин: монографія. – Харків: Факт, 2013. – 260 с.

3 Лушкін В.А., Абраменко І.Г., Барбашов І.В. та ін. Загальна характеристика та розрахунок режимів розподільних мереж: навч. посіб - Харків: ХНАМГ, 2013. – 193 с.

4 Добровольська Л.Н., Бондаренко В.О., Черкашина В.В. та ін. Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах: монографія – Луцьк: ЛНТУ, 2017 – 268 с.

5 Черемисин М.М., Черкашина В.В., Мороз О.М., Мірошник О.О. Економічні розрахунки в інженерній діяльності на прикладах задача електроенергетики: підручник - Харків: ННІ ЕКТ при ХНТУСГ, 2018. – 228 с.

6 Бондаренко В.О., Черкашина В.В. Конструкції ліній електропередачі: навч. посіб - Харків: видав "Факт", 2020. – 174 с.

7 Добровольська Л.Н., Собчук Д.С., Черкашина В.В. Енергозберігаючі технології в енергетиці: міжвузівський навч. посіб. - Луцьк: Вежа-Друк, 2021. – 192 с.

8 Барбашов І.В., Омеляненко Г.В., Черкашина В.В. «Електричні системи та мережі». Параметри і схеми заміщення елементів електричних систем у прикладах і завданнях: навч. посіб для студентів денної, заочної та дистанційної форми навчання спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. - Харків: НТУ "ХПІ", 2023 -169 с.

9 Черкашина В.В. Структурування повітряних ліній електропередачі в умовах неповноти інформації: монографія – Харків, Факт, 2016. – 160с.

Інформаційні ресурси в інтернеті:

1. Веб-сайт ДП «Енергоринок» <http://www.er.gov.ua>

2. Веб-сайт НКРЕ України <http://www.nerc.gov.ua>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100 балів підсумкової оцінки складають результати оцінювання:

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії і розв'язання задачі) та усна доповідь – 20 балів.

Поточне оцінювання - 80 балів, з яких:

-практичні заняття – 14 балів (ПЗ.1 – 5 балів; ПЗ.2, ПЗ.3, ПЗ.4 по 3 бали за кожно);

-лабораторні роботи – 14 балів (ЛР.1 – 2 бали; ЛР.2, ЛР.3, ЛР.4 по 4 бали за кожно);

-контрольні роботи (запитання з теорії і розв'язання задачі) – 16 балів (КР.1 -6 балів; КР.2 – 10 балів);

-розрахункове завдання – 32 бали;

-самостійне вивчення матеріалу -4 бали.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ЕС
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

Завідувач кафедри
Сергій ШЕВЧЕНКО

ПІДПИС

Гарант ОП
Електроенергетика
Галина ОМЕЛЯНЕНКО