



ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ та СИСТЕМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|--|
| Рівень вищої освіти | <i>Перший (бакалаврський)</i> |
| Галузь знань | <i>14 «Електрична інженерія»</i> |
| Спеціальність | <i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i> |
| Освітня програма | <i>Електричні станції Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії</i> |
| Статус дисципліни | <i>Нормативна</i> |
| Форма навчання | <i>очна(денна)</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>III курс, осінній семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>150 годин / 5 кредитів ECTS</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>Екзамен/МКР</i> |
| Розклад занять | <i>http://rozklad.kpi.ua</i> |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектор: ст. викладач Богомолова Оксана Сергіївна Практичні: ст. викладач Богомолова Оксана Сергіївна Лабораторні: асистент Моссаковський Вадим Ігорович, 0678791360</i> |
| Розміщення курсу | <i>https://classroom.google.com/c/NTgwODA2NjI1MjEw?cjc=va36rcv</i> |

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Електричні мережі та системи» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **бакалавра** з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Електроенергетика – одна із головних галузей промисловості будь-якої країни. Випереджаючі темпи розвитку електроенергетики – це необхідна умова технічного прогресу. Електроенергетика охоплює виробництво, передачу і споживання електричної енергії. Ефективність і економічність її як галузі стає доцільною, якщо всі ці процеси пов'язані в єдиному комплексі – енергосистемі, в об'єднаній енергосистемі або в сполученні об'єднаних енергосистем.

Мета навчальної дисципліни - прищеплювання студенту знань, вмінь і навиків в питаннях передачі, перетворення, регулювання, розподілу і споживання електричної енергії. При цьому неминучим є системний підхід до вивчення функціонування об'єкту електроенергетичної системи як однієї з підсистем енергетики, що являє собою велику систему кібернетичного типу, визначає найважливіший вплив на людське суспільство в соціальному, економічному і науково-технічному аспектах і має вирішальний вплив на навколишнє середовище.

Предмет навчальної дисципліни - передача, перетворення, регулювання, розподіл і споживання електричної енергії, розрахунок режимів роботи електричних мереж, проектні питання.

Програмні результати навчання:

Компетентності:

- Здатність володіти сучасними технологіями виробництва, передачі та споживання електричної енергії та роботи енергетичної системи в цілому.
- Здатність надавати обґрунтовані техніко-економічні рішення.
- Здатність вирішувати задачі, пов'язані з режимами роботи електричних мереж, застосуванням релейного захисту та автоматики.
- Здатність використовувати сучасні інформаційні технології при вирішенні практичних задач, в тому числі і проектних.

Знання:

- структури та необхідних умов сталої роботи енергосистем та їх об'єднань;
- техніко-економічної доцільності створення енергосистем та їх об'єднань;
- конструктивного виконання та принципів роботи обладнання лінії передачі та підстанцій;
- законів керування технологічними процесами вироблення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії в енергосистемах;
- підходів до рішення практичних інженерних задач проектування та експлуатації електричних мереж.

Уміння:

- визначати режими роботи в енергосистемах електричних станції з різними техніко-економічними та екологічними характеристиками;
- вести розрахунки енергетичних балансів в енергосистемі;
- оптимально обирати та застосовувати на практиці різні математичні моделі елементів і методи розрахунку електричних мереж;
- визначати розрахункові параметри математичних моделей і ефективно використовувати їх при оцінюванні усталених та післяаварійних режимів роботи електричних мереж енергосистем;
- розраховувати оптимальні режимні характеристики регулюючого та компенсуючого обладнання з метою підвищення економічної ефективності режимів роботи мереж.

Досвід:

- використання ефективних засобів для здійснення енергозберігаючих технологій в електричних мережах;
- вибору найбільш ефективних методів і моделей для проведення розрахунків електричних мереж;
- використання в електричних мережах засобів регулювання напруги та компенсації реактивної потужності.

Вивчення дисципліни «Електричні мережі та системи» має забезпечити повноцінне засвоєння та практичне використання отриманих знань, що необхідно в роботі інженеру-електрику.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Електричні мережі та системи» відповідно до структурно-логічної схеми ОКР «бакалавр» базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких фундаментальних дисциплін як "Вища математика", "Фізика", "Теоретичні основи електротехніки", "Обчислювальна техніка, алгоритмічні мови і програмування", "Математичні задачі енергетики". Дисципліна "Електричні мережі та системи" тісно пов'язана з іншими спеціальними дисциплінами: "Електромеханічні і електромагнітні перехідні процеси", "Системна автоматика та релейний захист", "Електричні машини", "Промислова електроніка", з курсами економічних дисциплін. У той же час дисципліна «Електричні системи та мережі» є базовим курсом при наступному вивченні дисциплін: «Релейний захист та автоматизація енергетичних систем» та ін.

Знання, отримані при вивченні дисципліни «Електричні мережі та системи», є основою для виконання курсового проекту та для вивчення дисциплін весняного семестру.

3. Зміст навчальної дисципліни

Структурно дисципліна «Електричні мережі та системи» поділена на 7 розділів, а саме:

Розділ 1. Загальні відомості про енергетичні системи.

Розділ 2. Основні елементи та енергетичні баланси в системах.

Розділ 3. Конструкції електричних мереж.

Розділ 4. Схеми заміщення і параметри елементів електричних мереж.

Розділ 5. Базові електричні розрахунки мереж.

Розділ 6. Аналіз усталених режимів електричних систем та мереж. Основи керування режимами.

Розділ 7. Основи проектування електричних систем та мереж. МКР за тематикою розділів 2-7

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Кирик В.В. Електричні мережі та системи: Підручник – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Видавництво «Політехніка», 2021.-324 с.
2. Сулейманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі та системи: Підручник – Київ: НТУУ «КПІ», 2008.-456 с.
3. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: Підручник – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007.-488 с.
4. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії: Підручник - Київ: НТУУ «КПІ», 2012.
5. Буслова Н.В., Моссаковський В.І. Проектування електричних мереж. Модульна контрольна робота: Навчальний посібник – електронне мережне навчальне видання – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.
6. Кирик В.В. Електричні мережі та системи: Навчальний посібник – Київ: Видавництво «Політехніка», 2014.
7. Кацадзе Т.Л., Кирик В.В. Розрахунок та аналіз усталених режимів електроенергетичних систем: Навчальний посібник для студентів усіх форм навчання та студентів-іноземців спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018.
8. Бардик Є.І., Лукаш М.П. Електрична частина станцій та підстанцій: Навчальний посібник - Київ: НТУУ «КПІ», 2011.
9. Буслова Н.В., Винославский В.Н., Денисенко Г.И., Перхач В.С. под ред. Денисенко Г.И. Электрические системы и сети: Учебник для электроэнергетических специальностей – Киев: Головное издательство «Вища школа», 1986.-584 с.

Допоміжна література:

10. Bayliss. *Transmission and Distribution Electrical Engineering* / Colin Bayliss, Brian Hardy. – Elsevier, 2006.
11. Малогулка Ю.В., Бурикін О.Б., Кацадзе Т.Л., Нетребський В.В. за ред. Лежнюка П.Д. Електричні системи і мережі. Частина 1: Навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2020.- 206 с.
12. Ткачук Д.О. Перспективи розвитку мереж, нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії – Проектний інститут «Укрзахіденергопроект», 2022.

13. Кацадзе Т.Л., Янковська О.М. Регулювання режимів електричних систем. Частина 3. Проектування дальньої електропередачі. Практикум (електронний ресурс): Навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електричні системи і мережі» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.-74 с.
14. Sarma M.S. Power Quality: VAR Compensation in Power Systems / S.R. Vedam, M.S. Sarma,- CRC Press, 2008.-304 p.
15. Давиденко В.А. Методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань з навчальної дисципліни «Електричні системи та мережі» - Рівне: НУВГП, 2017.
16. Сулейманов В.М., Кирик В.В., Бесараб О.Б., Лутчин М.М., Гижя В.О. Електричні мережі та системи: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів усіх форм навчання та студентів-іноземців – Київ: НТУУ «КПІ», 2011.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття:

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) |
|--|--|
| Вступ | |
| 1. | Загальні задачі електроенергетики і її особливості як найважливішої галузі народного господарства України. Література [1], [2], [10]. |
| Тема 1.1. Енергетичні та електричні системи | |
| | Історичний екскурс в розвиток енергетики світу. Огляд розвитку енергетики України. Перспективи розвитку і напрямів науково-технічного прогресу в енергетиці. Література [10]. |
| 2. | Енергосистеми та їх структура. Основні поняття та визначення. Об'єднані енергосистеми (ОЕС). Техніко-економічне обґрунтування доцільності створення ОЕС. ОЕС України і її зв'язки з енергосистемами Росії та східної Європи. ОЕС за кордоном. Перспективи і основні проблеми розвитку і експлуатації енергосистем. Література [1], [2], [3], [4]. Завдання на СРС: Перспективи розвитку ОЕС України. |
| Тема 2.1 Джерела живлення в енергосистемах. Аналіз роботи електричних станцій | |
| 3. | Традиційні теплові електричні станції на органічному паливі: паротурбінні (конденсаційні і теплофікаційні), газотурбінні, парогазові, дизельні. Аналіз технологічних схем виробництва електроенергії, техніко-економічних і екологічних характеристик. Перспективи розвитку теплових станцій. Література [9], [10]. |
| 4. | Електричні станції на ядерному паливі (АЕС). АЕС на теплових і швидких нейтронах. Аналіз технологічних схем АЕС, техніко-економічних та екологічних характеристик. Перспективи розвитку АЕС. Гідралічні електростанції (ТЕС і ГАЕС). ГЕС плотинні і дериваційні. ГАЕС в енергосистемах. Аналіз технологічних схем і режимів роботи ГЕС і ГАЕС. Техніко-економічні, екологічні характеристики та перспективи розвитку. Література [9], [10]. |

| | |
|--|--|
| | <i>Завдання на СРС: Аналіз традиційних джерел енергії в енергосистемах.</i> |
| 5. | <i>Нетрадиційні електричні станції та установки. Сонячні термодинамічні станції та напівпровідникові установки прямого перетворення сонячної енергії в електричну. Вітрові, геотермальні. Література [9], [10], [12].</i> |
| 6. | <i>Морські електричні станції та установки. Хвильові, прибійні та термальні установки. Пряме перетворення теплової енергії в електричну. Станції з МГД - генераторами. Література [10].</i> |
| 7. | <i>Аналіз технології виробництва електроенергії, техніко-економічних і екологічних характеристик, а також виявлення можливості, ефективності та перспектив роботи в енергосистемах електричних станцій та установок з нетрадиційними засобами генерації електроенергії. Література [5], [10], [11], [12]. Завдання на СРС: Перспективи розвитку нетрадиційних засобів генерації електроенергії в Україні.</i> |
| Тема 2.2. Споживачі електроенергії в енергосистемах | |
| 8. | <i>Класифікація споживачів. Види електроприймачів (ЕП). Категорії споживачів. Характеристика та вимоги щодо електропостачання споживачів різних категорій. Література [1], [3], [10].</i> |
| | <i>Графіки навантаження споживачів та їх аналіз. Звітні і розрахункові графіки. Добові, річні та графіки за річною тривалістю. Будування графіка навантаження енергосистеми. Визначення зон графіка і розрахунок показників. Література [1], [10]. Завдання на СРС: Аналіз споживання електричної енергії.</i> |
| Тема 2.3. Енергетичні баланси в енергосистемах | |
| 9. | <i>Покриття графіків навантаження енергосистем. Базисні, пікові і напівпікові електричні станції. Розрахунок покриття графіка навантаження. Визначення режимів роботи електричних станцій різних типів в участі покриття графіка навантажень. Засоби вирівнювання графіків. Заряд ГАЕС і споживачі-регулятори. Основи регулювання частоти в системах. Література [6], [10]. Завдання на СРС: Розрахунки балансів потужності та енергії в системах.</i> |
| Тема 2.4. Електричні мережі | |
| 10. | <i>Призначення електричних мереж. Вимоги щодо мереж. Поняття про якість електричної енергії. Класифікація електричних мереж. Електричні мережі постійного і перемінного струму. Напруги мереж. Режими роботи нейтралі. Література [1], [2], [3], [10]. Завдання на СРС: Аналіз класифікації електричних мереж.</i> |
| 11. | <i>Живлячі і розподільні мережі. Системостворюючі мережі. Міжсистемні зв'язки. Сильні і слабкі, маневровані і неманевровані зв'язки. Місцеві і районні мережі. Схеми мереж та ступінь їх надійності. Література [1], [2], [10]. Завдання на СРС: Схеми мереж для різних категорій споживачів.</i> |
| | <i>Загальні відомості про специфіку і структуру мереж різного призначення. Міські, сільські, промислові мережі. Мережі електрифікованих залізниць і магістральних нафто і газопроводів.</i> |

| | |
|--|---|
| | <p>Література [10]. Завдання на СРС: Структури систем електропостачання споживачів різного призначення.</p> |
| Тема 3.1. Лінії електропередачі (ЛЕП) | |
| 12. | <p>Повітряні лінії (ПЛ). Основні визначення. Конструктивне виконання. Габаритні розміри. Прольоти. Одно- і двох ланцюгові ЛЕП. Лінії з розщепленими фазами. Основні конструктивні елементи ліній. Література [1], [2], [10].</p> |
| | <p>Провода і троси ПЛ, їх призначення, конструктивні і електричні характеристики. Марки проводів і тросів. Опори. Проміжні і анкерні. Спеціальні типи опор. Конструкції опор для ліній різних напруг. Ізоляція. Штирвова і підвісна ізоляція. Арматура ПЛ. Література [1], [10].</p> |
| 13. | <p>Кабельні мережі. Конструктивне виконання. Кабелі, їх конструкція і марки. Кабельні муфти. Кабельні споруди. Література [1], [10]. Завдання на СРС: Аналіз конструктивного виконання ліній електропередачі, включаючи струмопроводи та проводки.</p> |
| Тема 3.2. Підстанції та розподільні пункти(РП) | |
| 14. | <p>Підстанції постійного і перемінного струму. Основні елементи підстанцій. Перетворювачі, трансформатори і автотрансформатори. Розподільні устрої. Конструктивне виконання підстанцій та РП. Література [9], [10]. Завдання на СРС: Сучасні рішення щодо виконання електричної частини підстанції.</p> |
| Тема 4.1. Схеми заміщення і параметри лінії | |
| 15. | <p>Схеми заміщення ліній. Параметри, їх фізична сутність і визначення. Порівняльний аналіз параметрів ПЛ. і КЛ. Література [1], [2], [10].</p> |
| | <p>Параметри ліній з розщепленими фазами. їх визначення і аналіз. Розрахункові спрощенні схеми заміщення повітряних і кабельних ліній. Література [1], [2], [13].</p> |
| Тема 4.2. Схеми заміщення і параметри трансформаторів і автотрансформаторів | |
| 16. | <p>Схеми заміщення двообмоткових і триобмоткових трансформаторів. Параметри схем заміщення, їх фізична сутність і визначення. Література [1], [2], [10].</p> |
| 17. | <p>Схеми заміщення трансформаторів розщепленими обмотками. Визначення параметрів. Схеми заміщення автотрансформаторів. Визначення параметрів. Номінальна і типова потужність. Коефіцієнт вигідності. Література [1], [2], [10].</p> |
| Тема 4.3. Навантаження і джерела живлення в схемах заміщення | |
| | <p>Приведення параметрів схем заміщення до одного ступеню напруги. Навантаження. Література [1], [2], [3], [11]. Завдання на СРС: Моделювання процесів передачі електричної енергії в електричних мережах (лініях передачі, трансформаторах та автотрансформаторах). Моделювання джерел енергії та навантажень.</p> |
| Тема 5.1. Розрахунки розімкнених електричних мереж | |

| | |
|--|--|
| 18. | <i>Розподіл струму і потужності в радіальних, магістральних і розгалужених мережах. Література [1], [2], [3], [17].</i> |
| | <i>Витрати потужності та енергії в електричних мережах. Витрати постійні і змінні. Фізична сутність і визначення витрат потужності в лініях і трансформаторах. Засоби зниження витрат. Розподіл потужностей з урахуванням витрат потужності. Література [1], [2], [3], [11].</i> |
| 19. | <i>Розрахунок напруг в точках мережі. Розрахунок за умовами "кінця" і "початку" в струмах і потужностях. Падіння і втрати напруги. Розрахунок втрат напруги в різних схемах розімкнених мереж. Література [1], [2], [3], [11].</i> |
| 20. | <i>Електричний розрахунок мережі - навантаження виражено потужностями. Лінія з одним навантаженням і рядом навантажень. Аналіз електричних розрахунків мережі в струмах і потужностях. Література [1], [2], [3].</i> |
| Тема 5.2 Розрахунки замкнених електричних мереж | |
| 21. | <i>Одноконтурні замкнені мережі. Визначення струмів і потужностей в лінії з двобічним живленням. Однорідні замкнені мережі. Розрахунок струмів і потужностей в однорідних мережах. Література [1].</i> |
| 22. | <i>Визначення потужностей в лініях замкнутого контуру з урахуванням витрат. Розрахунок напруг в замкнутому контурі з відгалуженнями і без за умовами "кінця" та "початку". Література [1].</i> |
| 23. | <i>Розрахунок складнозамкнених мереж. Аналіз класичних і обчислювальних методів визначення струмів і потужностей в лініях багатоконтурних мереж. Метод трансфігурації. Приведення багатоконтурної мережі до одного перерізу. Основні положення і реалізація методу Література [1], [2], [3], [7].</i> |
| | <i>Метод контурних рівнянь. Основні положення і реалізація методу. Метод накладання. Визначення розрахункових схем при одиничних змінах в мережі. Використання методу накладання при розрахунках складно- замкнених мереж. Література [1], [2]. Завдання на СРС: Електричні розрахунки розімкнених та замкнених електричних мереж. Фізичний аналіз втрат потужності та енергії. Розрахунки падіння та втрат напруги. Векторні діаграми розрахунку мереж. Розрахунок складнозамкненої мережі методом контурних рівнянь.</i> |
| Тема 6.1. Розрахунок режимів | |
| 24. | <i>Режими роботи електричних мереж та систем. Задачі розрахунку і аналізу режимів. Вихідна інформація і параметри режиму. Приблизні та ітераційні методи розрахунку режимів. Література [1], [2], [8], [17].</i> |
| | <i>Приблизний метод розрахунку режимів в потужностях. Приведення навантажень до шин вищої напруги. Вихідний поточкорозподіл. Визначення витрат потужності і напруги у вузлах мережі. Література [1], [2], [8].</i> |
| 25. | <i>Ітераційний метод розрахунку режимів. Алгоритмічна реалізація методу. Створення розрахункової схеми. Вихідний поточкорозподіл. Визначення втрат потужності і середньолінійних потужностей. Розрахунок напруги у вузлах схеми за</i> |

| | |
|--|--|
| | <p>середньолінійними потужностями. Аналіз критеріїв звітності ітераційного процесу.</p> <p>Література [1], [2], [8], [17]. Завдання на СРС: Розрахунок режиму розімкненої мережі приблизним методом. Аналіз алгоритму ітераційного розрахунку режиму.</p> |
| 26. | <p>Задачі регулювання напруги в районних і місцевих мережах. Аналіз показників якості напруги. Норми якості напруги ГОСТ-13109-97. Нормовані відхилення і допустимі втрати напруги. Закони регулювання напруги в ЦЖ. Зустрічне регулювання і стабілізація напруги. Умови їхнього використання. Централізовані і місцеві засоби регулювання напруги. Регулювання напруги в мережі за рахунок змін рівнів напруги на шинах генераторів.</p> <p>Література [1], [2], [8].</p> |
| 27. | <p>Трансформаторні засоби регулювання напруги. Регулюючі трансформатори, автотрансформатори і трансформатори з ПБЗ. ВДТ і лінійні регулятори.</p> <p>Література [1], [8].</p> |
| 28. | <p>Подовжня компенсація (УПК). Вплив компенсації на техніко-економічні показники. УПК в ЕП надвисоких напруг, в районних і місцевих мережах. Розрахунки УПК. Конструктивне виконання. Вибір місця установки.</p> <p>Література [1], [2], [8].</p> |
| 29. | <p>Поперечна компенсація. Засоби поперечної компенсації. Порівняльний аналіз СК і БСК. Вплив поперечної компенсації на техніко-економічні показники мереж. Розрахунок поперечної компенсації в районних та місцевих мережах. Вибір місць установки засобів поперечної компенсації.</p> <p>Література [1], [2], [8]. Завдання на СРС: Аналіз норм якості напруги за ГОСТ 13109-97. Основні засоби регулювання напруги в системах. Аналіз використання подовжньої компенсації та засобів поперечної компенсації в мережах різних напруг.</p> |
| 30. | <p>Вибір напруги в мережах перемінного і постійного струму. Техніко-економічна концепція вибору напруги. Дві системи напруг в енергосистемах. Визначення економічної напруги залежно від відстані передачі і потужності аналітичними засобами та за допомогою графіків.</p> <p>Література [1], [2].</p> |
| 31. | <p>Вибір схем електричних мереж. Техніко-економічна концепція вибору схем. Аналіз схем видачі потужності електричних станцій різних типів (конденсаційних, теплофікаційних, АЕС, ГЕС, ГАЕС, газотурбінних).</p> <p>Література [1], [2], [10].</p> |
| 32. | <p>Вибір схем електричних мереж. Основні вимоги щодо схем. Класифікація схем електричних мереж. Вибір графа мережі. Обґрунтування подвійних ліній. Схеми приєднання підстанцій до системи та їхні техніко-економічні характеристики. Вибір трансформаторів на підстанціях. Головні схеми електричних з'єднань підстанцій.</p> <p>Література [1], [2], [10]. Завдання на СРС: ГОСТи на номінальні напруги. Система напруг в ОЕС України. Вибір схем різних рівнів в енергосистемах.</p> |
| <p>Тема 7.2. Вибір перерізів проводів і кабелів в електричних мережах</p> | |
| 33. | <p>Критерії та методи вибору перерізів (наведені витрати, допустимий струм нагрівання, допустима втрата напруги). Область використання критеріїв. Технічні перевірки перерізів ПЛ і КЛ в районних і місцевих мережах.</p> <p>Література [1], [2], [10].</p> |
| 34. | <p>Вибір перерізів за економічними умовами. Економічний переріз. Математична і графічна інтерпретація економічного перерізу. Способи розрахунку економічних перерізів. Вибір перерізів по економічній щільності струму. Економічна щільність</p> |

| | |
|-----|--|
| | струму і чинники, які її визначають. Вибір перерізів за допомогою економічних інтервалів потужності чи струму. Література [1], [2], [3]. |
| 35. | Перевірка перерізів за умовами пропускної здатності по нагріванню. Поняття про пропускну здатність ПЛ і КЛ за нагріванням. Розрахункові умови. Допустима температура і допустимий струм нагрівання проводів і кабелів і чинники, що їх визначають. Перевірка КЛ з урахуванням умов прокладання. Перевірка перерізів за умовами допустимої втрати напруги в місцевих мережах. Перевірка проводів ПЛ за умовами корони в районних мережах і за умовами механічної стійкості в місцевих. Література [1], [2], [10]. Завдання на СРС: Аналіз критеріїв вибору перерізів електричних мереж та аналіз необхідних перевірок обраних перерізів за технічними показниками. Вибір перерізів за методом економічних інтервалів струму чи потужності. |
| 36. | Підсумкова контрольна робота (МКР). Змістовні модулі 1-7. Завдання на СРС: Підготовка до контрольної роботи. Підготовка до екзамену. |

Лабораторні заняття:

Основні завдання лабораторних занять з дисципліни «Електричні системи та мережі» полягають у розвитку у студентів поглиблених уявлень про фізику процесів, що відбуваються при передачі електричної енергії, а також закріплення основ теоретичного матеріалу дисципліни.

| №з/п | Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму) | Кількість аудиторних годин |
|------|--|----------------------------|
| 1 | Режими роботи нейтралей електричних мереж (Розділ 2) | 2 |
| 2 | Дослідження заземлювальних пристроїв (Розділ 2) | 2 |
| 3 | Дослідження добового графіка навантаження енергосистеми та його покриття (Розділ 2) | 2 |
| 4 | Конструкція та нагрівання силових кабелів (Розділ 3,7) | 2 |
| 5 | Розрахунки усталених режимів простих замкнених електричних мереж (Розділ 5,6) | 2 |
| 6 | Дослідження пристроїв для пошуку місць пошкодження при к.з. повітряних ліній (Розділ 3) | 2 |
| 7 | Комутаційне обладнання систем електропостачання 0,4 кВ (Розділ 3) | 2 |
| 8 | Захист та комутація електричних двигунів. Релейні пристрої у системах електропостачання (Розділ 7) | 4 |
| | Всього | 18 |

Практичні заняття:

Основна задача проведення практичних занять – закріплення знань теоретичних матеріалів дисципліни «Електричні системи та мережі».

| №з/п | Тематика практичних занять | Кількість аудиторних годин |
|------|---|----------------------------|
| 1 | Повітряні лінії. Напруги, сфера застосування, терміни визначення понять. Загальні вимоги. Конструктивні елементи (Розділ 3) | 2 |
| 2 | Аналіз ліній зверхвисоких та ультрависоких напруг. Функції. | 2 |

| | | |
|---|--|----|
| | <i>Сфера застосування. Конструктивні особливості (Розділ 3)</i> | |
| 3 | <i>Загальні відомості про моделювання електричних мереж в системі MATLAB (Розділ 5,6,7)</i> | 2 |
| 4 | <i>Схеми заміщення елементів системи електропередавання для моделювання (Розділ 4)</i> | 2 |
| 5 | <i>Комутаційні та вимірювальні блоки програм для моделювання систем електропостачання (Розділ 4,7)</i> | 2 |
| 6 | <i>Моделювання та розрахунок усталеного режиму радіальної електричної мережі (Розділ 5,6)</i> | 2 |
| 7 | <i>Дослідження режимів роботи замкнених електричних мереж в системі MATLAB / Simulink (Розділ 6,7)</i> | 2 |
| 8 | <i>Проектні розрахунки. Вибір перерізів ліній. Критерії вибору перерізів та область їх застосування. Методи розрахунків. Вибір трансформаторів на підстанціях (Розділ 7)</i> | 4 |
| | <i>Всього</i> | 18 |

6. Самостійна робота студента/аспіранта

| <i>№з/п</i> | <i>Вид самостійної роботи</i> | <i>Кількість годин СРС</i> |
|-------------|--|----------------------------|
| 1 | <i>Вивчення питань, що винесені на самостійну роботу</i> | 18 |
| 2 | <i>Підготовка та виконання МКР (2 частини)</i> | 6 |
| 3 | <i>Підготовка до лабораторних робіт</i> | 6 |
| 4 | <i>Підготовка до екзамену</i> | 12 |
| | <i>ВСЬОГО</i> | 42 |

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

- правила відвідування занять: присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі з нарахуванням заохочувальних або штрафних балів, не оцінюється викладачем згідно з Наказом 1-273 від 14.09.2020 р. Бали нараховуються за навчальну активність на лекційних заняттях відповідно до РСО даної дисципліни;*
- правила поведінки на заняттях: дозволяється та вітається прояв навчальної активності здобувача на лекційних заняттях з метою визначення певних рівнів засвоєння матеріалу. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховуються за участь у факультетських та інститутських олімпіадах з дисципліни, наукових конференціях, за підготовку оглядів наукових праць і статей. Штрафні бали нараховуються за неналежне виконання індивідуального семестрового завдання - МКР. Своєчасне виконання модульної контрольної роботи є необхідною умовою допуску до екзамену;*
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що*

працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Електричні мережі та системи»;

- застосування цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соціальних мережах, тощо) вимагає дотримання загальноприйнятих етичних норм, зокрема, бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: умовою допуску до екзамену є мінімально позитивна оцінка за МКР та стартовий рейтинг не менше 25 балів.

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- Виконання лабораторних робіт;
- Виконання практичних завдань;
- Виконання модульної контрольної роботи (складається з двох робіт);

Семестровим контролем є іспит.

1. Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1.1. Виконання та захист лабораторної роботи:

Ваговий бал 4.

Критерії оцінювання:

4 - безпомилкове виконання, відповідь на питання з високим рівнем повноти, оформлення звіту у відповідності з методичними вказівками до виконання лабораторної роботи;

3 - вірне в цілому виконання лабораторної роботи з незначними недоліками в розрахунках та/або оформленні, відповідь на питання з незначними недоліками;

2 – суттєві недоліки в розрахунках та/або оформленні, не повна відповідь на питання;

0 – робота не виконана та/або не захищена.

1.2. Виконання модульної контрольної роботи:

Ваговий бал 8.

Критерії оцінювання:

8 - безпомилкове виконання з високим рівнем повноти представлення матеріалу та оформлення текстової частини відповідно до ДСТУ 3008-2015;

6 - вірне в цілому виконання контрольної роботи з незначними недоліками в розрахунках та/або після навідної допомоги з недоліками у оформленні текстової частини;

4 - неповне виконання контрольної роботи з грубими помилками, що підлягають переробці та/або оформлення не відповідає вимогам ДСТУ 3008-2015;

0 – роботу не зараховано (завдання виконано не вірно, або робота не здана, або виявлено плагіат).

1.3. Заохочувальні бали

Заохочувальні бали нараховуються за активну роботу на парі, відповідь на запитання та/або творчу роботу. Максимум за семестр 6 балів.

2. Умовою позитивної першої атестації є зарахування контрольної роботи №1 та відпрацювання як мінімум 2 лабораторних робіт. Умовою позитивної другої атестації - зарахування контрольної роботи №2 та відпрацювання як мінімум 5 лабораторних робіт.

3. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, модульної контрольної роботи (яка складається з двох частин) та стартовий рейтинг не менше 25 балів.

4. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичні питання та одне практичне. Перелік запитань наведений у рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля.

Теоретичне питання оцінюється у 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18-20 балів;
- «добре», повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) з незначними неточностями –14-18 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 12-14 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «достатньо») – 0 балів.

Практичне питання оцінюється у 10 балів за наступними критеріями:

- «відмінно», повне, безпомилкове розв'язування задачі з поясненнями– 9-10 балів;
- «добре», розв'язок задачі з незначними неточностями –6-8 балів;
- «задовільно», задача вирішена не повністю та/або з помилками – 4-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «достатньо») – 0 балів.

5. Рейтингова шкала з дисципліни становить $R=100$ балів. Сума балів за три запитання залікової контрольної роботи і балів за модульну контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля (RD):

Сума вагових балів контрольних заходів (R_c) протягом семестру складає ($R_c=R_{\text{лаб}}+R_{\text{мкр}}+R_z$, де $R_{\text{лаб}}$ - сума балів за лабораторні роботи, $R_{\text{мкр}}$ – бал за МКР, R_z – заохочувальні бали за виконання творчих завдань, відповідь на заняттях) :

$$R_c=4\cdot7+2\cdot8+6=50 \text{ балів}$$

Складова іспиту ($R_{\text{ісп}}$) дорівнює 50 балів.

Таким чином, рейтингова шкала з модуля складає:

$$RD=R_c+R_{\text{зал}}=50+50=100 \text{ балів}$$

Необхідними умовами допуску до іспиту є: зарахування 7 лабораторних робіт та модульної контрольної роботи, а також стартовий рейтинг (r_c) не менш 50% від R_c , тобто 25 балів. Таким чином, студенти, які набрали протягом семестру рейтинг вищий або рівний за 0,5 R_c (>25 балів), допускаються до іспиту.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею:

| $RD = R_c + R_{\text{зах}}$ | Оцінка ECTS | Традиційна оцінка |
|-----------------------------|---|-------------------|
| 100...95 | A - відмінно | Відмінно |
| 94...85 | B – дуже добре | Добре |
| 84...75 | C - добре | Добре |
| 74...65 | D - задовільно | Задовільно |
| 64...60 | E – достатньо (задовольняє мінімальні критерії) | Задовільно |
| $RD < 60$ | Fх незадовільно | Незадовільно |
| $r_c < 25$ | F – незадовільно (потрібна додаткова робота) | Не допущений |

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- **Перелік тем самостійного опрацювання, які виносяться на семестровий контроль:**
 1. Енергетичні та електричні системи. Перспективи розвитку ОЕС України.
 2. Аналіз традиційних джерел енергії в енергосистемах. Перспективи розвитку нетрадиційних засобів генерації електричної енергії в Україні.
 3. Аналіз споживання електричної енергії в енергосистемах.
 4. Розрахунки балансів потужності та енергії в системах.
 5. Аналіз класифікації електричних мереж. Схеми мереж для живлення різних категорій споживачів. Структури систем електропостачання споживачів різного призначення.
 6. Аналіз конструктивного виконання ліній передачі, включаючи СІПи, струмопроводи та провідки.
 7. Виконання електричної частини підстанції та розподільних пунктів.
 8. Моделювання процесів передачі електричної енергії в електричних мережах (лінії передачі, трансформатори та автотрансформатори). Моделювання джерел енергії та навантаження.
 9. Електричні розрахунки розімкнених та замкнених електричних мереж. Фізичний аналіз втрат потужності та енергії. Розрахунки падіння та втрат напруги. Векторні діаграми розрахунку мереж. Розрахунок складнозамкненої мережі методом контурних рівнянь.
 10. Розрахунок режиму розімкненої мережі приблизним методом. Аналіз алгоритму ітераційного розрахунку мережі.
 11. Аналіз норм якості напруги. Основні засоби регулювання напруги в системах. Аналіз використання подовжньої компенсації та засобів поперечної компенсації в мережах різних напруг.
 12. Вибір напруги мережі. Система напруг ОЕС України. Вибір схем різних рівнів в енергосистемах.
 13. Аналіз критеріїв вибору перерізів електричних мереж та аналіз необхідних перевірок обраних перерізів за технічними показниками. Вибір перерізів за методом економічних інтервалів струму чи потужності.
- Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 ВІД 01.10.2020 ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИЗНАННЯ В КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри електричних мереж та систем ФЕА Бусловою Н. В.

Ухвалено кафедрою електричних мереж та систем ФЕА (протокол № 13 від 13.06.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16.06.2022)