



ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ І МЕРЕЖІ (ELECTRICAL POWER SYSTEMS AND NETWORKS)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна, ПОЗ</i>
Форма навчання	<i>заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS /120 годин (лекції – 8 год., практичні – 8 год., СРС -104 год.)</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: канд. техн. наук, доцент Кацадзе Теймураз Луарсабович, 0974407634 Практичні, КП: старший викладач, Янковська Олена Максимівна</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NjIwOTY4NDEwNTI2?cjc=7txwowx</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Питання проєктування енергосистем є чи не найважливіші в галузі електроенергетики. Без детальних проєктних розробок, що базуються на наукових і технічних досягненнях, неможливо уявити собі не тільки такі унікальні об'єкти, як електропередача напругою 1150 кВ, атомні електричні станції, гідроелектричні станції в мільйони кіловатів потужності, а і будь-яку систему електропостачання - міста чи підприємства або навіть окремого будинку.

***Мета** дисципліни: прищепити студенту вміння і навички вирішувати конкретні проєктні задачі широкого плану: від проєктних розрахунків та розробки схем видачі потужності електричних станцій всіх типів до створення систем електропостачання різного призначення (міст, сільських і промислових районів, електрифікованих залізниць, магістральних газо- і нафтопроводів).*

***Предмет** вивчення: схеми та номінальні напруги електричних мереж усіх рівнів енергосистеми, фізичні процеси при нагріванні проводів і кабелів, якість електричної енергії, засоби щодо виконання умов якості електричної енергії.*

Компетентності.

ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК07. Здатність виявляти та оцінювати ризики.

ФК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методика, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ФК4. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ФК5. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електро-енергетики, електротехніки та електромеханіки

ФК9. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці

ФК11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електро-механічних об'єктів та систем

ФК12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електро-енергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів

ФК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці

ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем

ФК20. Здатність застосовувати сучасні підходи до оптимального вибору параметрів та функціональних характеристик перспективних схем електроенергетичних систем

Програмні результати навчання

ПРН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПРН03. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електро-механічних системах.

ПРН04. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

ПРН05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

ПРН06. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу.

ПРН07. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРН14. Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України

ПРН17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ПРН19. Виявити проблеми і ідентифікувати обмеження, що пов'язані з проблемами охорони навколишнього середовища, сталого розвитку, здоров'я і безпеки людини та оцінками ризиків в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ПРН22. Оцінювати та аналізувати поточні та перспективні економічні показники функціонування ринку електричної енергії України

ПРН23. Здійснювати вибір економічно-ефективних рішень в процесі проектної діяльності в області електроенергетичних систем

ПРН24. Виконувати техніко-економічні розрахунки та застосовувати системний підхід до розв'язання задачі розвитку електроенергетичних систем із застосуванням відповідних методів оптимізації

Знання:

- умов роботи електричної мережі в єдиному комплексі: енергетична система – об'єднана енергетична система – сполучення об'єднаних енергетичних систем;
- діючих норм і правил на яких базується проектування електричних мереж;

Уміння:

- виконувати проектні розрахунки з використанням сучасних програмних комплексів;
- вирішувати проектні задачі для реальних об'єктів;
- надавати оптимальні проектні рішення відповідно до діючих норм і правил;

Досвід:

- виконання проектів електричних мереж різного призначення на основі інноваційних рішень та техніко-економічного обґрунтування з використанням сучасних норм і правил.

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

Дисципліна "Проектування електричних мереж" базується на знаннях, що отримані студентами при вивченні таких фундаментальних дисциплін як "Вища математика", "Фізика", "Теоретичні основи електротехніки», «Обчислювальна техніка, алгоритмічні мови програмування», «Математичні задачі енергетики».

В подальшому знання, що одержали студенти при вивченні дисципліни «Проектування електричних мереж», будуть використані для освітнього компонента «Проектування електричних мереж. Курсовий проєкт» та при виконанні магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Проектні розрахунки мереж

Тема 1.1. Розрахунки мереж за умовами нагрівання.

Тема 1.2. Розрахунки мереж за умовами режиму напруги.

Розділ 2. Вибір напруги в електричних мережах

Тема 2.1. Номінальні напруги. Державні стандарти.

Тема 2.2. Техніко-економічна концепція вибору напруги.

Розділ 3. Вибір схем елементів енергосистем

Тема 3.1. Схеми видачі потужності електричних станцій.

Тема 3.2. Схеми електричних мереж та підстанцій.

Тема 3.3. Проектування систем електропостачання міста. КП «Проектування систем електропостачання промислових підприємств. Проектування систем електропостачання сільських районів. Проектування систем електропостачання електрифікованих залізниць та магістральних нафто- і газопроводів.

Тема 3.4 Особливості автоматизованого проектування в середовищі SiCAD.

Модульна контрольна робота виконується після вивчення розділів 1 та 2.

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. Буслова Н.В., Моссаковський В.І. Проектування електричних мереж. Модульна контрольна робота: Навчальний посібник – електронне мережне навчальне видання – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.
5. Кирик В.В. Електричні мережі та системи. Навчальний посібник – Київ: Видавництво «Політехніка», 2014.
6. Малогоулка 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.
7. Бардик Є.І., Лукаш М.П. Електрична частина станцій та підстанцій: Навчальний посібник - Київ: НТУУ «КПІ», 2011.

Допоміжна література:

8. ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності.
9. СОУ МЕН ЕЕ 40.1-00100227-01:2016 Стандарт операційної безпеки функціонування Об'єднаної енергетичної системи України. Побудова та експлуатація електричних мереж. Технічна політика.
10. СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-101:2014 Норми технологічного проектування енергетичних систем і електричних мереж 35 кВ і вище.
11. Правила улаштування електроустановок, 2017.
12. Sarma M.S. Power Quality: VAR Compensation in Power Systems / S.R. Vedam, M.S. Sarma,- CRC Press, 2008.-304 p.
13. Glover L.D. Power System Analysis and Design / J. Duncan Glover, Mulucutla S. Sarma, Thomas Ovebye. - Cengage Learning, 2012.-782 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

1. Лекційні заняття

Вступ. Тема 1. Розрахунок мережі за умовами нагрівання

Лекція 1. Перспективи розвитку і напрямків науково-технічного прогресу в енергетиці. Основні положення розрахунку мереж за умовами нагрівання. Вибір та перевірка перерізів за умовами нагрівання. Література [1], [2], [3].

Тема 2. Розрахунок мереж за умовами режиму напруги

Лекція 2. Норми якості електричної енергії. Показники якості напруги. Засоби підвищення нормованих відхилень напруги. Допустима втрата напруги. Проектні розрахунки. Державні стандарти та номінальні напруги змінного струму. Визначення їх використання. Техніко-економічна концепція вибору напруги. Напруги мереж постійного струму. Література [1], [2], [10], [11].

Тема 3 Схеми видачі потужності електричних станцій. Схеми електричних мереж та підстанцій.

Лекція 3. Аналіз схем видачі потужності електричних станцій різних типів (конденсаційних, теплофікаційних, атомних, ГЕС, ГАЕС, газотурбінних). Основні вимоги щодо схем. Класифікація схем електричних мереж. Техніко-економічна концепція вибору схем. Вибір графа мережі. Обґрунтування подвійних ліній. Література [1], [2], [9].

Тема 4. Схеми систем електропостачання промислових підприємств, сільських районів, електрифікованих залізниць та магістральних нафто- і газопроводів

Лекція 4. Основні положення проектування систем електропостачання міст, промислових підприємств, сільських районів. Особливості автоматизованого проектування в середовищі SiCAD.

Модульна контрольна робота.

Література [1], [2], [3], [10].

Практичні заняття

При вивченні дисципліни "Проектування електричних мереж" передбачено 8 год. занять з таким змістом:

№ з/п	Тематика практичних занять	Кількість аудиторних годин
1	Розрахунок та перевірка перерізів за умовами нагрівання. Розрахунок запобіжників та теплових автоматів у електричних мережах (Розділ 1).	2
2	Розрахунок допустимої втрати напруги у місцевих мережах з врахуванням регулюючих пристроїв. Розрахунок перерізів мереж різноманітної конфігурації за умовами допустимої втрати напруги (Розділ 1).	2
3	Розрахунки пристроїв подовжньої та поперечної компенсації в місцевих мережах за умовами допустимої втрати напруги (Розділ 1)	2
4	Розрахунок розподільних мереж 0,4-10 кВ міста. Розрахунки живлячих мереж 10 кВ міста. Визначення схем, перерізів (Розділ 3).	2
	Всього	8

6. Самостійна робота студента/аспіранта

1. Вивчення питань, що винесені на самостійну роботу – 66 год.
2. Підготовка та виконання МКР – 4 год.
3. Підготовка до практичних занять – 4 год.
4. Підготовка до екзамену – 30 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних);
- правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів);
- правила захисту МКР;
- правила призначення заохочувальних балів;
- політика дедлайнів та перескладань;
- політика щодо академічної доброчесності;
- інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету.

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

Поточний контроль: МКР, експрес-опитування на лекціях, робота на практичних заняттях.

Семестровий контроль **екзамен.**

*Умови допуску до семестрового контролю: Необхідною умовою допуску до екзамену є своєчасне виконання модульної контрольної роботи та виконання завдань практичних занять. При цьому стартовий рейтинг R_d мусить становити не менш **34 бали.***

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР – 52.

Критерії оцінювання

- повне виконання завдання (більше 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,9 –1;
- неповне виконання завдання (від 60 до 90% матеріалу) – 0,6-0,9;
- виконання завдання містить менше 60 % необхідної інформації – 0 балів.

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал лекції – 1.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 1 бал x 4 лекцій = 4 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на питання під час опитування – 1 бал.
- Студент, що з поважних причин пропустив лекцію, може бути додатково опитаний за темою пропущеної лекції і у разі правильної відповіді отримати 1 бал.

Робота на практичних заняттях

Ваговий бал заняття – 1.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 1 бали x 4 занять = 4 бали.

Критерії оцінювання

- активна участь та правильне самостійне розв'язання задачі – 0,5 бали;
- не виконана задача або розв'язана не вірно – 0 балів

Заохочення

Студенти мають змогу отримати заохочувальні бали за з удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни – 10 балів. За активну роботу на практичних та лекційних заняттях протягом семестру, наявність повного та змістовного конспекту лекцій викладач має право поставити студенту до 10 заохочувальних балів

*Максимальна сума заохочувальних балів складає **10.***

Форма семестрового контролю – екзамен

Максимальний бал – 40.

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконана і захищена МКР та загальна кількість балів не менше 34.

Екзаменаційний білет містить два теоретичні питання та практичну задачу. Кожне завдання оцінюється в 10 балів.

Критерії оцінювання

- повна відповідь на питання (більше 90% матеріалу) або правильно розв'язана задача – 9-10 балів;
- неповна відповідь на питання (від 60 до 90% матеріалу) або несуттєві помилки у вирішенні задачі – 6-8 балів;
- відповідь містить менше 60 % необхідної інформації або невірно вирішена задача – 0 балів.

Загальний рейтинговий бал, складається з суми стартового балу (МКР, експрес-опитування на лекціях, роботи на практичних заняттях та заохочень) і балів за екзаменаційну роботу, та переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у Наказі № НОН/157/2023 від 09.05.2023 р. Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті /

На час дії правового режиму воєнного стану діють особливості визнання результатів навчання (https://document.kpi.ua/2022_НОН-164).

Питання до семестрового контролю.

1. Розрахунки мереж за умовами нагрівання
2. Розрахунки мереж за умовами режиму напруги
3. Номінальні напруги. Державні стандарти. Техніко-економічна концепція вибору напруги
4. Схеми видачі потужності електричних станцій. Схеми електричних мереж та підстанції
5. Проектування схем систем електропостачання

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, к.т.н., доцентом, Кацадзе Теймураз Луарсабович

Ухвалено кафедрою ЕМС (протокол № 13 від 20.06.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023)