



СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ЛОКАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ ТА КЕРУВАННЯ НИМИ. КУРСОВА РОБОТА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Системи забезпечення споживачів електричною енергією
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	I курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	30 годин / 1 кредит ЄКТС (СРС – 30 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Керівник: д. т. н., професор Гребченко Микола Васильович, grebchenko.nikolay@gmail.com ; +38(095) 581-94-44 (Telegram) - у робочі години. Консультації: щочетверга, 16:00-17:00
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTUxMjA3NzY1OTgx=qhkhmk6

Програма навчальної дисципліни

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

Знання та уміння, одержані в процесі опанування дисципліни «Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які здійснюють оцінку режимів та визначення необхідних керуючих дій для забезпечення необхідного режиму електроспоживання споживачів електричної енергії виробничих, комерційних, соціально-побутових чи комунальних об'єктів, а також вирішують практичні задачі у сфері енергозбереження цих об'єктів. Однією із складових поглибленого опанування дисципліни «Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними» є виконання курсової роботи з дисципліни.

Курсова робота належить до самостійної навчально-наукової складової дослідницького характеру, яка виконується студентом з дисципліни «Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними» й спрямована на вивчення проблеми забезпечення ефективної роботи електричних систем з локальними джерелами. Курсова робота виконується з метою закріплення, поглиблення й узагальнення знань, одержаних студентами за час навчання, та їх застосування до комплексного вирішення актуальних фахових завдань.

Курсова робота сприяє кращому засвоєнню теоретичних знань та аналізу практичних питань дисципліни, надає можливість виявити здатність студента самостійно осмислити проблему, творчо, критично її дослідити; вміння збирати, аналізувати і систематизувати літературні джерела; здатність застосовувати отримані знання при вирішенні практичних завдань; формулювати висновки, пропозиції, рекомендації з предмета дослідження.

Мета курсової роботи – поглибити та систематизувати теоретичні знання з дисципліни «Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними», набути вміння та навички застосування цих знань для розв'язання практичних задач і самостійної роботи з результатами досліджень, а також з навчально-технічною та довідниковою літературою.

Предметом навчальної дисципліни є принципи дії, режими роботи, основне електрообладнання та типові заходи щодо створення системи електропостачання району та оптимізації режиму роботи мережі з урахуванням графіків роботи споживачів електричної енергії виробничих, комерційних, соціально-побутових та комунальних об'єктів.

Компетентності: (ЗК01) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (ЗК11) Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ФК02) Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проєктуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ФК03) Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проєктно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ФК05) Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; (ФК07) Здатність розробляти плани і проєкти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.

Програмні результати навчання: (ПРН02) Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем; (ПРН03) Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах; (ПРН04) Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу; (ПРН08) Враховувати правові та економічні аспекти наукових досліджень та інноваційної діяльності; (ПРН09) Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної

безпеки України; (ПРН12) Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ПРН13) Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.

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

Для успішного засвоєння кредитного модуля студент повинен володіти: теоретичною базою дисципліни «Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними». Компетентності та програмні результати навчання, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для вивчення дисциплін «Керування попитом та енергоощадні технології» та «Засоби релейного захисту та автоматики в розподільних мережах», та для подальшого якісного виконання магістерської роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.

1. Аналіз технічних характеристик джерел живлення та споживачів заданого району
2. Вибір конфігурації системи електропостачання району
 - 2.1. Створення варіантів електричної схеми електропостачання району
 - 2.2. Попередній вибір основного обладнання для варіантів
 - 2.3. Вибір електричної схеми системи електропостачання на підставі порівняння варіантів (в тому числі із використанням газоізолюваних трансформаторних підстанцій)
3. Аналіз робочих та післяаварійних режимів електричної мережі
 - 3.1. Створення схеми заміщення системи електропостачання і визначення параметрів її елементів
 - 3.2. Розрахунок усталеного режиму двостороннього живлення
 - 3.3. Розрахунок усталеного режиму одностороннього живлення від системи
 - 3.4. Розрахунок усталеного режиму одностороннього живлення від локального джерела енергії
 - 3.5. Аналіз значень напруги на ВН підстанцій в різних режимах електропостачання
 - 3.6. Вибір і обґрунтування методів та засобів регулювання режиму роботи системи розподілу електричної енергії
4. Вибір необхідних заходів керування режимами системи розподілу
 - 4.1. Попередній аналіз застосування різних засобів забезпечення заданого рівня напруги
 - 4.2. Компенсація неоднорідності мережі
 - 4.3. Метод зустрічного регулювання напруги
 - 4.4. Вибір методу забезпечення рівня номінальної напруги на шинах споживачів 10 (6) кВ
 - 4.4.1 Регулювання реактивної потужності
 - 4.4.2. Поздовжня компенсація (індуктивного опору лінії)
 - 4.4.3. Використання РПН

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Гребченко, М. В. Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними. Рекомендації до виконання курсового проєкту [Електронний ресурс] : навчальний посібник / М. В. Гребченко,

- Г. І. Черкашина ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 531 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 26 с. – Назва з екрана. URI <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/63403>
2. Гребченко М.В. Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними. Навчальний посібник/ КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,94 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 98 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/63396>
3. Сегеда М.С., Олійник М.Й., Лисяк В.Г. Режими систем пересилання та споживання електричної енергії. - Львів. Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 304 с.
4. Гоголюк П.Ф., Гречин Т.М., Малиновський А.А., Сівакова О.М., Федів Є.І., Хохулін Б.К. Проектування електропостачальних систем загального призначення. Навчальн. посібник. Львів. – Львівська політехніка. 2018, - 436 с.
5. Кирик В.В. Електричні мережі та системи: підручник / В. В. Кирик.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка» 2021.– 328 с.

Додаткова література (факультативно / ознайомлення)

6. Olexandr Kyrylenko, Andrii Zharkin, Oleksandr Butkevych, Ihor Blinov, Ievgen Zaitsev, Artur Zaporozhets Editors. Power Systems Research and Operation. Selected Problems. *Studies in Systems, Decision and Control*. 2022. <http://www.springer.com/series/13304>
7. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими. Базюк Т.М., Блінов І.В., Буткевич О.Ф., Гончаренко І.С., Денисюк С.П., Жуйков В.Я., Кириленко О.В. та ін. К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. – 400 с.
8. Підвищення ефективності систем з відновлюваними джерелами енергії. Жуйков В.Я., Лук'яненко Л.М., Миколаєць Д.А., та ін. К. Кафедра, 2018. – 368 с.
9. Забезпечення стійкості енергосистем та їх об'єднань. Буткевич О.Ф., Кириленко О.В., та ін. К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2018. – 320 с.
10. Bernd M. Buchholz, Zbigniew Styczynski. Smart Grids – Fundamentals and Technologies in Electricity Networks. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, 396 p.
11. **СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-101:2014** Норми технологічного проектування енергетичних систем і електричних мереж 35 кВ і вище. Затверджено наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України №543 від 04.08.2014
12. L.Haarla, M.Koskinen, R.Hirvonen, P-E.Labeau. Transmission Grid Security. Springer-Verlag London. 2011.
13. Advanced Technologies for Future Transmission Grids. M.Gianluigi (Ed.). Springer-Verlag London. 2013.
14. Phadke A.G., J.S.Thorp. Synchronized Phasor Measurements and Their Applications. Springer Science+Business Media. 2008.
15. Planning of Electric Power Distribution. Technical Principles. Siemens AG Berlin and Munich. 2014.
16. Electrical Transmission Systems and Smart Grids: Selected Entries from the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Miroslav M Begovic. Chapter 5 Wide Area Monitoring, Protection and Control. James S. Thorp and Arun G. Phadke. DOI 10.1007/978-1-4614-5830-2

Інформаційні ресурси

Сайт кафедри електропостачання НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»
<http://ep.kpi.ua/tutor/40-2012-11-09-22-36-31>
Електронний каталог Науково-технічної бібліотеки НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»
«Електронний кампус» НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського».

Літературу, бібліографія якої подана з посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Окремі розділи базової літератури [1–5] є обов'язковими для прочитання. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна не передбачає проведення лекцій, практичних і лабораторних занять.

Курсова робота надає основні навички інженерного підходу до розрахунків електричних систем електропостачання. Курсова робота виконується за певною темою. Передбачено набір варіантів вихідних даних, які наведено у відповідному методичному забезпеченні для виконання курсової роботи.

В обсяг курсової роботи входять розрахункова і може бути ілюстративна частина. Розрахункова частина охоплює вибір схеми системи електропостачання, визначення параметрів усталених та післяаварійних режимів і заходів регулювання напруги споживача електричної енергії. Ілюстративна частина включає схеми, діаграми, графіки. Обсяг пояснювальної записки курсової роботи - до 40 сторінок.

Пояснювальна записка повинна містити:

1. Титульний аркуш.
2. Аркуш завдання та календарний план.
3. Анотацію.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Умови проєктування.
7. Аналіз технічних характеристик локальних джерел живлення та споживачів заданого району
8. Вибір конфігурації системи електропостачання району
9. Аналіз робочих та післяаварійних режимів електричної мережі
10. Вибір необхідних заходів керування режимами системи електропостачання
11. Висновки.
12. Перелік посилань.
13. Додатки.

Перелік тематик (вихідних даних)

Тематика курсової роботи включає:

- створення конфігурації електричної схеми системи електропостачання з локальними джерелами енергії і аналіз робочих та післяаварійних режимів системи з вибором заходів керування для забезпечення бажаних параметрів електричної енергії на шинах споживачів.

- розвиток системи електропостачання з локальними джерелами енергії із обґрунтуванням електричної схеми мережі та необхідних засобів регулювання значення напруги на шинах споживачів.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Виконання етапів курсової роботи	24
2	Підготовка до заліку	6

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Силабус і методичне забезпечення розміщено на платформі Classroom.

Під час проходження курсу «Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними. Курсова робота» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів і правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»¹ (<https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>).

При використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись

¹ Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». URL: <https://kpi.ua/code>

загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Системи електропостачання з локальними джерелами енергії та керування ними. Курсова робота».

Усі студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (фахове видання України або видання, що входить до Scopus або Web of Science). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 5 балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

Захист курсової роботи здійснюється студентом шляхом відповідей на запитання, що стосуються застосовуваних методів розрахунку, режимів роботи електричної мережі, а також шляхів регулювання параметрів режиму.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англомовних джерел.

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

Поточний контроль: Оцінювання курсової роботи.

Оцінювання курсової роботи складається з двох етапів.

На першому етапі проводиться оцінка якості виконання роботи і якості оформлення пояснювальної записки – максимальна оцінка – 60 балів.

На другому етапі проводиться оцінка якості захисту курсової роботи – максимальна оцінка – 40 балів.

Оцінка першого етапу включає наступні складові:

- своєчасність виконання графіка роботи з курсового проектування - 7 – 12 бал
- сучасність й обґрунтованість прийнятих рішень - 7 – 12 бал
- наявність необхідного обсягу і правильність розрахунків і застосування методів аналізу - 7 – 12 бал
- виконання вимог нормативних документів та дотримання вимог стандартів - 7 – 12 бал
- якість оформлення пояснювальної записки - 7 – 12 бал

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: Залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані всі завдання до курсової роботи та стартовий рейтинг не менше 30 балів. Складова захисту курсової роботи (40 балів) включає наступний перелік:

- логічність та повнота доповіді – 6-10 балів;
- ступінь володіння змістом і сенсом роботи – 6-10 балів;

- ступінь обґрунтування відповідей – 6-10 балів;

- вміння захищати свої рішення – 6-10 балів;

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Курсова робота не допущена до захисту	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Курсова робота виконується студентом відповідно до номера варіанту завдання, який повідомляється студенту на першій консультації з виконання курсової роботи.

Курсова робота виконується згідно з літературою [1-5], наведеними вище, а також чинними нормативними документами, посилання на відповідні пункти яких є обов'язковими.

Для захисту курсової роботи необхідно володіти на відповідному рівні такими питаннями:

Загальні питання:

- Технічні характеристики локальних джерел живлення та споживачів;
- Конфігурації систем електропостачання з локальними джерелами енергії;
- Принципи створення варіантів електричної схеми електропостачання району;
- Створення схеми заміщення системи електропостачання і визначення її параметрів;
- Вибір основного електричного обладнання (силові трансформатори, лінії електропередавання, вимикачі);
- Вибір електричної схеми системи електропостачання, в тому числі газоізолюваних трансформаторних підстанцій;
- Методи розрахунків ustalених режимів роботи замкнених і розімкнених мереж;
- Методи аналізу робочих та післяаварійних режимів електричної мережі;
- Вибір методів регулювання режиму роботи системи електропостачання з локальними джерелами енергії;
- Засоби забезпечення заданого рівня напруги на шинах споживачів;
- Компенсація неоднорідності електричної мережі;
- Метод зустрічного регулювання напруги;
- Регулювання параметрів режиму шляхом автоматичної зміни параметрів ліній;
- Регулювання реактивної потужності;
- Поздовжня компенсація (індуктивного опору лінії);
- Регулювання напруги за допомогою РПН.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

*Професор кафедри електропостачання, докт. техн. наук, професор,
Гребченко Микола Васильович*

Ухвалено кафедрою електропостачання (протокол № від червня 2024 р.).

Погоджено Методичною радою інституту (протокол № від червня 2024 р.)