



Загальні принципи побудови та управління активними системами розподілу електричної енергії

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, перший семестр
Обсяг дисципліни	90 годин / 3 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР, РР
Розклад занять	27 год. – лекцій
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: докт. техн. наук, проф. Попов Володимир Андрійович, tig@ukr.net Викладачі: канд. техн. наук, доцент Веремійчук Юрій Андрійович, abonnet@i.ua канд. техн. наук, доцент, Ярмолюк Олена Сергіївна, yarmolyuk.lena@gmail.com
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс Google classroom https://classroom.google.com/

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Загальні принципи побудови та управління активними системами розподілу електричної енергії» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів розуміння принципів побудови активних систем розподілу електричної енергії в умовах широкого використання розосереджених засобів генерування та акумулювання енергії в різноманітних її формах, отримання знань, умінь та навиків аналізу енергетичних процесів в зазначених системах, обґрунтованого вибору рішень щодо побудови та керування їх роботою на основі використання сучасних математичних методів й алгоритмів моделювання та прийняття рішень з урахуванням інформаційного середовища, в яких вони реалізуються. Важливим завданням дисципліни є ознайомлення аспірантів з світовим досвідом реформування сектору розподілу електричної енергії з широким залученням сучасних інформаційних технологій, мікропроцесорної техніки, засобів силової електроніки з метою забезпечення високої ефективності, надійності та якості електропостачання при максимальному використанні потенціалу відновлюваної енергетики відповідно до принципових положень концепції «Smart grid».

Предметом навчальної дисципліни є формування у аспірантів теоретичних знань та практичних навичок з визначення найбільш обґрунтованих шляхів інтеграції локальних джерел енергії в розподільні мережі для забезпечення їх узгодженого спільного функціонування з метою створення умов для забезпечення високого рівня надійності електропостачання, якості електричної енергії, мінімізації її втрат та урахування економічних аспектів на підставі використання методів багатокритеріального прийняття рішень. Отриманні знання дадуть змогу аспірантам долучитися до вирішення складних питань комплексної модернізації розподільних

мереж з залучення сучасних технічних рішень, їх розвитку та подальшого децентралізованого керування режимами в ринкових умовах.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (СК01) здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в електричній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електричної інженерії та суміжних галузей; (СК03) здатність вирішувати проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку; (СК05) здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі електричної інженерії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Знання: (РН01) передові концептуальні та методологічні знання з електричної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

Уміння: (РН03). Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у електричній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках; (РН08) Уміти розробляти техніко-економічне обґрунтування проектів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та оцінювати економічну ефективність їх впровадження.

Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ I

Змістовий модуль 1. Комплексна оцінка впливу розосереджених засобів генерування та акумулювання енергії на сукупність техніко-економічних показників роботи систем розподілу електричної енергії.

Розділ 1. Активні системи розподілу електричної енергії: визначення, вимоги, властивості.

Розділ 2. Гармонізація техніко-економічних інтересів стейкхолдерів при впровадженні локальних засобів генерування та акумулювання енергії.

Розділ 3. Комплексна оцінка впливу локальних засобів генерування та акумулювання енергії на показники режимів систем розподілу електричної енергії.

МОДУЛЬ II

Змістовий модуль 2 Сучасні методи та засоби децентралізованого керування режимами систем розподілу електричної енергії в умовах широкого впровадження розосереджених джерел генерування та акумулювання енергії.

Розділ 4 Перспективи використання децентралізованих засобів керування режимами з метою мінімізації втрат електричної енергії, забезпечення її якості та надійності електропостачання в сучасних системах розподілу електричної енергії.

Розділ 5 Методи багатокритеріального прийняття рішень при визначенні оптимальних шляхів побудови активних систем розподілу електричної енергії.

Розділ 6 Особливості техніко-економічних розрахунків при впровадженні компонентів активних систем розподілу електричної енергії, фактори ризику та невизначеності інформації.

2. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Интеллектуальные электроэнергетические системы: элементы и режимы / Под общ. ред. А.В. Кириленка. – К.: ИЭД НАН Украины, 2014. – 408 с.
2. Жаркин А.Ф., Денисюк С.П., Попов В.А. Системы электроснабжения с источниками распределенной генерации. Київ: Наукова думка, 2017. 232 с.
3. «Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: навчальний посібник./ Стаднік М.І., Видмиш А.А., Штуць А.А., Колісник М.А., Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 332 с.
4. Веремійчук Ю.А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолук О.С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення споживачів. Київ, Видавничий дім «Кий», 2020. 186 с.

Додаткові:

5. S. Chowdhury, S.P. Chowdhury and P. Crossley Microgrids and ActiveDistribution Networks, Published by The Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom, 2009, 321 p.
6. Marcelino Madrigal, Robert Uluski, and Kwawu Mensan Gaba Practical Guidance for Defining a Smart Grid Modernization Strategy The Case of Distribution, World Bank Studies. Washington, 2017, 189 p.

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Зміст дисципліни. Основні визначення. Мета, задачі та принципи побудови активних систем розподілу електричної енергії. <i>Літературні джерела [1,2,3,4,5]</i>
2	Гармонізація техніко-економічних інтересів стейкхолдерів при впровадженні локальних засобів генерування та акумулювання енергії в мережі низької напруги. <i>Літературні джерела [1,3,4,6]</i>
3	Гармонізація техніко-економічних інтересів стейкхолдерів при впровадженні локальних засобів генерування та акумулювання енергії в розподільні мережі. <i>Літературні джерела [2,3,4,5,6]</i>
4	Вплив засобів розосередженої генерації на втрати електричної енергії в розподільних мережах. <i>Літературні джерела [2,3,4,5,6]</i>
5	Можливість ефективного використання централізованого регулювання напруги в розподільних мережах з розосередженими джерелами генерування та акумулювання електричної енергії. <i>Літературні джерела [2,3,5]</i>
6	Вплив розосереджених джерел генерування та акумулювання енергії на надійність електропостачання. <i>Літературні джерела [2,3,5,]</i>
7	Технічні рішення спрямовані на мінімізацію втрат електричної енергії в активних системах розподілу електричної енергії. <i>Літературні джерела [2,3,4]</i>
8	Децентралізоване регулювання напруги в активних системах розподілу електричної енергії. <i>Літературні джерела [2,3,4]</i>
9	Сучасні технічні засоби забезпечення надійності електропостачання та оптимізація їх використання в активних системах розподілу електричної енергії. <i>Літературні джерела [2,3,4]</i>
10	Математичні методи та моделі багатокритеріального прийняття рішень. Класифікація та стислий аналіз. <i>Літературні джерела [2,4,5]</i>
11	Обґрунтування оптимальної структури та параметрів компонентів Microgrid на підставі моделей багатокритеріального прийняття рішень. <i>Літературні джерела [2,3,4]</i>
12	Особливості використання процедур інвестиційного аналізу при впровадженні децентралізованого керування режимами сучасних розподільних мереж <i>Літературні джерела [2,3,4,5]</i>
13	Врахування факторів ризику та невизначеності інформації при аналізі шляхів побудови активних систем розподілу електричної енергії. <i>Літературні джерела [1,3,4,5]</i>

Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять, виконання розрахункової роботи, підготовка до МКР, підготовка до заліку	63

Політика та контроль

2. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях та в процесі самостійної роботи аспіранта.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, які передбачені РСО дисципліни. 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 захисту індивідуальних завдань: захист розрахункової роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РР (за умови дотримання календарного плану її виконання);
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РР передбачає нарахування штрафних балів. Якщо студент не приймав участі або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів.
- 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, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Загальні принципи побудови та управління активними системами розподілу електричної енергії»
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соціальних мережах, тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

3. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР.

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

Семестровий контроль: Залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за розрахункову роботу, участь у МКР, семестровий рейтинг більше 30 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
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка аспіранта після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;

- виконання розрахункової роботи (РР);
- виконання однієї модульної контрольної роботи (МКР).
- складання заліку

Експрес-опитування	РР	МКР	Рс	Рсн	Р
2	24	24	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

1 бал * 12 = 12 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 1;

Індивідуальне семестрове завдання (РР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен аспірант виконує розрахункову роботу.

Максимальна кількість балів за виконання ДКР – 24.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання – 24 бали;
- розрахунок є окремими несуттєвими помилками – 16...20 балів;
- розрахунок неповний, є окремі помилки – 10...14 балів;
- розрахунки містять суттєві помилки 6-10 балів
- розрахунок неправильний – 0 балів;
- на виконання РР відводять 6 тижнів з моменту видачі завдання; здача РР після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу -2 за кожен тиждень понад встановлений термін.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал кожної частини МКР – 12.

Максимальний бал за МКР – 2 * 12 = 24.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання 2 задач – 24 балів;
- часткове розв'язання задач, наявність незначних помилок – 16-20 балів;
- правильне розв'язання 1 задачі – 12 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – залік

На заліку студенти виконують письмову роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне теоретичне запитання (завдання) оцінюється у 10 балів, а практичне у 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 18-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 15-17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 10-14 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахункова робота	Не допущено

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *За участь в науково-дослідній роботі з виступом на конференції аспірант отримує 10 заохочувальних балів, які додаються до загальної суми, якщо вона менша 100.*
- *За проект тез по проблематиці дисципліни аспірант отримує 10 заохочувальних балів, за проект наукової статті для фахового видання аспірант отримує 20 балів.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри електропостачання ІЕЕ д.т.н., доцентом Поповим В. А.

Ухвалено кафедрою електропостачання ІЕЕ (протокол № 14 від 30.06.2020)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол №1 від 31.08.2020 р.)