



Використання інформаційних технологій в активних системах 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, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР, ДКР
Розклад занять	18 год. – лекцій, 9 год. – практичні
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: канд. техн. наук, доцент Коцар Олег Вікторович, kovpers@ukr.net
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс Google Classroom https://classroom.google.com/h

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Використання інформаційних технологій в активних системах розподілу електричної енергії» складено 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 сучасного рівня знань, умінь і навиків у галузі електричної інженерії під час використання інформаційних систем та технологій в активних системах розподілу електричної енергії на основі аналізу даних, ситуацій та подій, використання продуктивних методів оптимізації та прийняття рішень за централізованого та децентралізованого керування режимами активних систем розподілу електричної енергії, імітаційного моделювання розподільних електричних мереж з розосередженими установками генерування й акумулювання електричної енергії, які потрібні для гнучкого розподілу електричної енергії та забезпечення надійного і якісного електропостачання споживачів, а також для розуміння необхідності, можливості та ефективності застосування інтелектуальних вимірювальних приладів і пристроїв у системах керування розподілом і постачанням електричної енергії. Завданням вивчення дисципліни є навчити аспірантів методам і принципам побудови, функціонування та особливостям застосування інформаційних систем і технологій керування активними мережами розподілу електричної енергії в рамках концепції Smart Grid.

Предметом навчальної дисципліни є формування теоретичних знань і практичних навичок з розробки, побудови, впровадження та застосування інформаційних систем управління активними системами розподілу електричної енергії, які передбачають використання стійких двонаправлених комунікацій, інтелектуальних датчиків і технологій з метою покращення ефективності, стійкості та безпеки розподілення, постачання та споживання електричної енергії. Це дасть змогу аспірантам у галузі електричної інженерії використовувати набуті знання для розв'язання професійних задач високої складності, зокрема, виконувати комплексні дослідження, пов'язані з оптимальним розміщенням й використанням сучасних інформаційно-вимірювальних та керуючих комплексів і систем в умовах широкого впровадження відновлюваних джерел та накопичувачів енергії в розподільних мережах,

використовувати отримані дані для керування режимами активних систем розподілу електричної енергії з метою підвищення ефективності та якості електропостачання; формулювати та розв'язувати задачі дослідницького характеру в зазначених сферах; забезпечити високий рівень наукових досліджень та дотримання правил академічної доброчесності під час реалізації науково-педагогічної діяльності.

Дисципліна розкриває поняття інформаційних технологій керування активними системами розподілу електричної енергії, що спрямовано на досягнення принципово нового рівня якості та надійності електропостачання споживачів, а також підвищення рівня енергетичної ефективності.

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; (СК02) здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень; (СК04) здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності; (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: (РН04) планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з електричної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми; (РН05) глибоко розуміти загальні принципи та методи технічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у галузі електричної інженерії та у викладацькій практиці.

Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ I

Змістовий модуль 1. Структура і стандарти інформаційних систем керування активними системами розподілу електричної енергії

Розділ 1. Основні дефініції та визначення дисципліни. Базові законодавчі та регуляторні засади застосування систем розподілу в Україні, основні положення Кодексу систем розподілу. Мета, призначення та завдання активних систем розподілу електричної енергії.

Розділ 2. Основні напрями розвитку електричних мереж в рамках концепції Smart Grid. Концептуальна структура, принципи побудови та застосування активних систем розподілу. Елементи активних систем розподілу: генерувальні установки на базі альтернативних та відновлювальних джерел енергії, накопичувачі електричної енергії.

Розділ 3. Інтелектуальні вимірювальні прилади. Технічні засоби автоматизованого керування. Програмовані логічні контролери. Інформаційні вимірювальні та управляючі системи і технології.

Розділ 4. Конвергенція електроенергетичних та інформаційних систем в рамках концепції Smart Grid. Комунікаційні системи та мережі підстанцій. Стандарт цифрової підстанції IEC 61850.

Розділ 5. Поняття про загальну інформаційну модель (CIM). Основні відомості. Стандарти.

МОДУЛЬ II

Змістовий модуль 2 Реалізація інформаційних систем керування активними системами розподілу електричної енергії

Розділ 6. Поняття про базову еталонну модель взаємодії відкритих систем OSI. Архітектурна модель Smart Grid (SGAM). Принципи побудови та застосування smart-систем вимірювання, обліку та управління енерговикористанням, їхнє місце й роль у керуванні режимами активних систем розподілу.

Розділ 7. Архітектура та елементи гнучкої smart-системи вимірювання, обліку та управління режимами активної системи розподілу електричної енергії. Формування інформаційного забезпечення завдань керування режимами активних систем розподілу.

Розділ 8. Імітаційне моделювання активних мереж розподілу з інтегрованими установками генерування й акумулювання електричної енергії.

Розділ 9. Методи та алгоритми керування режимами активної системи розподілу електричної енергії та навантаженнями.

2. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Smart grid standardization roadmap // IEC TR 63097 Technical report, 2017-11 – 320 p.p.
2. Автоматизовані системи обліку та якості електричної енергії в оптовому ринку / [Праховник А.В., Тесік Ю.Ф., Жаркін А.Ф. та ін.]; під ред. О.Г. Гриба – Х.: ПП „Ранок-НТ”, 2012. – 516 с.
3. Integrated Smart GRID Cross-Functional Solutions for Optimized Synergetic Energy Distribution, Utilization & Storage Technologies // H2020 Grant Agreement Number: 731268. WP2.Standardization Analysis, Regulations & Privacy Policy D2.5 Smart Grid Deployment, Infrastructures & Industrial Policy applicable to the inteGRIDy pilot cases, 31/12/2017 – 110 p.
4. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими// За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. – 400 с.
5. Коцар О.В. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання] // Навч. посібн. — К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, — Дніпро: Середняк Т.К., ISBN 978-617-7479-26-9, 2017. — 44 с. – Режим доступу: <http://tcem.iee.kpi.ua/en/handbooks>.
6. Кодекс систем розподілу // Затв. НКРЕКП, постанова від 14.03.2018 № 310.
7. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.
8. Праховник А.В., Калинчик В.П., Волошко А.В., Коцарь О.В. Системы учета электроэнергии в условиях функционирования Smart Grid технологий // Энерг. та електрифікація, 2012. – №1 – С.51 – 58.
9. Коцар О.В. Дорожня карта розвитку АСКОВЕ в Україні в рамках концепції Smart Grid (The Smart Metering Systems Development Roadmap in Ukraine) // Энерг. та електрифікація, 2019. – № 2 – С. 16 – 30.
10. Коцар О.В. Організація інформаційної взаємодії електроенергетичних компаній та споживачів під час керування попитом в рамках концепції Smart Grid (The informational interaction between electric power companies and consumers in demand side management within the Smart Grid) // Энерг. та електрифікація, 2019. – № 1 – С.19 – 23.
11. Коцар О.В. Розвиток АСКОВЕ в умовах лібералізації ринку електричної енергії України // Технічна електродинаміка, 2018. – № 4 – С. 110 – 117. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2018.04.110>.
12. Коцар О.В. Smart-системи вимірювання, обліку та управління енерговикористанням // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2018. – № 2 – С. 20–25.

Додаткові:

13. Smart Grid Reference Architecture / CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group, November, 2012 – 107 p.
14. Праховник А.В., Денисюк С.П., Коцар О.В. Принципи організації взаємодії компонент smart мереж // Технічна електродинаміка, 2012. – №3 – С.51 – 52.с.
15. Денисюк С.П., Коцар О.В. Щодо забезпечення погодженого функціонування елементів Smart Grid / Електричні мережі: сучасні проблеми моніторингу та керування-2012 // Перша науково-практична конференція. – Матеріали, с. Жденієве, Закарпатська обл., Україна, 2012. – С.35 – 40.
16. Коцар О.В., Расько Ю.О. Формування інформаційного забезпечення завдань керування виробітком та відпуском електроенергії теплоенергоцентраллю в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії // Технічна електродинаміка, 2021. – № 2 – С. 67 – 76.
17. IEC TC 65/290/DC Device Profile Guideline// Circulation of Draft for Comments (DC) prepared by PJWG, 2002-03-29 – 50 p.
18. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB 6.5 SP1 / 7/7 SP1 / 7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты штучного интеллекта та біоінформатики. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 456 с.

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	Основні дефініції та визначення дисципліни. Базові законодавчі та регуляторні засади застосування систем розподілу в Україні, основні положення Кодексу систем розподілу. Мета, призначення та завдання активних систем розподілу електричної енергії. <i>Літературні джерела [1 – 6]</i>
2	Основні напрями розвитку електричних мереж в рамках концепції Smart Grid. Концептуальна структура, принципи побудови та застосування активних систем розподілу. Елементи активних систем розподілу: генерувальні установки на базі альтернативних та відновлювальних джерел енергії, накопичувачі електричної енергії. <i>Літературні джерела [4 – 6, 15, 16]</i>
3	Інтелектуальні вимірювальні прилади. Технічні засоби автоматизованого керування. Програмовані логічні контролери. Інформаційні вимірювальні та управляючі системи і технології. <i>Літературні джерела [2, 4, 5, 18]</i>
4	Конвергенція електроенергетичних та інформаційних систем в рамках концепції Smart Grid. Комунікаційні системи та мережі підстанцій. Стандарт цифрової підстанції IEC 61850. <i>Літературні джерела [4, 5, 15, 16]</i>
5	Поняття про загальну інформаційну модель (CIM). Основні відомості. Стандарти. <i>Літературні джерела [4, 15, 16]</i>
6	Поняття про базову еталонну модель взаємодії відкритих систем OSI. Архітектурна модель Smart Grid (SGAM). Принципи побудови та застосування smart-систем вимірювання, обліку та управління енерговикористанням, їхнє місце й роль у керуванні режимами активних систем розподілу. <i>Літературні джерела [1 – 5, 8 – 12]</i>
7	Архітектура та елементи гнучкої smart-системи вимірювання, обліку та управління режимами активної системи розподілу електричної енергії. Формування інформаційного забезпечення завдань керування режимами активних систем розподілу. <i>Літературні джерела [1, 2, 5, 8 – 12]</i>
8	Імітаційне моделювання активних мереж розподілу з інтегрованими установками генерування й акумулювання електричної енергії. <i>Літературні джерела [3, 6, 7]</i>
9	Методи та алгоритми керування режимами активної системи розподілу електричної енергії та навантаженнями. <i>Літературні джерела [4, 14, 17]</i>

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Проведення пошукового аналізу нормативного забезпечення з питань впровадження та застосування smart- систем вимірювання, обліку та керування енерговикористанням.
2	Основні принципи графічної візуалізації розрахунків в пакеті MATLAB
3	Імітаційне моделювання активної системи розподілу електричної енергії в пакеті MATLAB
4	Розробка структури та вибір базових елементів smart-системи вимірювання, обліку та керування режимами активної системи розподілу електричної енергії.

Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять, виконання домашньої контрольної роботи, підготовка до МКР, підготовка до екзамену	93

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 дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, що передбачено 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 домашньої контрольної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки ДКР (за умови дотримання календарного плану виконання ДКР);
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання ДКР та несвоєчасне виконання практичних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив 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 «Використання інформаційних технологій в активних системах розподілу електричної енергії»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. 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: Екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за домашню контрольну роботу, зарахування усіх практичних робіт, 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;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР);
- виконання однієї модульної контрольної роботи (МКР).
- написання екзамену

Експрес-опитування	Розв'язання задач	ДКР	МКР	R_c	$R_{екз}$	R
4	8	22	8	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 2.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

2 бали * 9 = 18 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 2;

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 4.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –

4 бали * 5 = 20 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 4;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 2;

Індивідуальне семестрове завдання (ДКР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен аспірант виконує домашню контрольну роботу.

Максимальна кількість балів за виконання ДКР – 22.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання – 22 балів;
- розрахунок неточний є окремі несуттєві помилки – 9...13 балів;
- розрахунок неповний, є окремі суттєві помилки – 2...6 балів;
- розрахунок неправильний – 0 балів;
- на виконання ДКР відводять 8 тижнів з моменту видачі завдання; задача ДКР після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу -2 за кожен тиждень понад встановлений термін.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал кожної частини МКР – 2.

Максимальний бал за МКР – 2 * 4 = 8.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання 2 задач – 2 бали;
- часткове розв'язання задач, наявність незначних помилок – 1-1,5 балів;
- правильне розв'язання 1 задачі – 1 бали;
- 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 – екзамен

На екзамені студенти виконують письмову контрольну 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) – 9-10; 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) – 7-8; 16-17 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) – 4-6; 10-15 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
Не зараховано домашню або модульну контрольну роботу	Не допущено

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *За участь в науково-дослідній роботі з виступом на конференції – 10 заохочувальних балів, які додаються до загальної суми, якщо вона менша 100.*
- *За проект тез за проблематикою дисципліни – 10 заохочувальних балів, за проект наукової статті – 20 балів.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри електропостачання ІЕЕ, к.т.н., доцент, Коцар О.В.

Ухвалено кафедрою електропостачання ІЕЕ (протокол № 14 від 30.06.2020 р.)

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