

Вінницький національний технічний університет
 Кафедра електричних станцій та систем
 Факультет електроенергетики та електромеханіки

**КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ
 ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ
 (обов'язковий)**

II (магістерський) рівень вищої освіти

Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Викладач: Гунько І.О.

Мова викладання: українська

1. Опис навчальної дисципліни

Характеристика навчальної дисципліни	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Загальні показники навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: 5	Галузь знань 14 – Електрична інженерія Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітня програма Електричні станції Рівень вищої освіти: другий магістерський	Рік підготовки:	
		1	–
Загальна кількість годин: 150		Семестр	
		2-й	–
Модулів: 2		Лекції	
		36 год	–
Змістових модулів: 2		Практичні, семінарські	
		Не передбачені	Не передбачені
Курсова робота/проект: не передбачено		Лабораторні	
		27 год	–
Підсумковий контроль: диф. залік	Самостійна робота		
	87 год	–	

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Комп'ютерні системи діагностування електрообладнання» базується на знаннях та уміннях, отриманих студентами під час вивчення дисциплін «Мікропроцесорна техніка», «Теоретичні основи електротехніки», «Алгоритмічні мови та програмне забезпечення», «Обчислювальна техніка в технологічних процесах», «Електричні апарати». Дисципліна безпосередньо пов'язана та доповнює такі дисципліни, як «Діагностика та надійність електрообладнання», «Діагностика та надійність електричних мереж», «Експлуатація електроенергетичних систем», «Експлуатація електроенергетичних систем».

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни: формування знань студентів про основні принципи роботи сучасних мікропроцесорних пристроїв діагностування силового обладнання електроенергетичних систем, програмне забезпечення та їх використання при випробовуваннях та визначені технічного стану основного електричного обладнання електричних станцій, підстанцій, ліній електропередач.

Завдання вивчення дисципліни:

- вивчити основи побудови мікропроцесорних пристроїв діагностування обладнання (МПДО електроенергетичних систем (ЕЕС), збору та обробки інформації;
- вивчити методи програмування (введення алгоритмів діагностування) та організації обчислювальних процесів в МПДО ЕЕС;
- ознайомитись із схемотехнікою та організацією зв'язків елементів та вузлів МПДО ЕЕС;
- ознайомитись із апаратними засобами сполучення систем збору та перетворення інформації;
- ознайомитись з методикою використання технічних засобів налагодження та діагностики МПДО ЕЕС;
- здобути практичні навички в роботі з МПДО ЕЕС в рамках лабораторних робіт з мікропроцесорними пристроями для випробовувань та визначення технічного стану високовольтних вимикачів, силових трансформаторів, шунтувальних реакторів, РПН трансформаторів, опорно-стиржневої ізоляції, трансформаторного масла, високовольтних вводів, систем збудження турбогенераторів, роторів гідрогенераторів, вимірювальних трансформаторів напруги та струму та ін.

Програмні результати вивчення дисципліни. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

вміти:

- визначати технічний стан основних видів високовольтного обладнання електроенергетичних систем;

- розробляти діагностичні математичні моделі залишкового ресурсу основних видів високовольтного обладнання електроенергетичних систем;
- налаштовувати основні види МПДО.

знати:

- принципи роботи основних видів МПДО ЕЕС;
- роботу схем основних видів МПДО ЕЕС;
- основні принципи роботи сучасних МПДО;
- види МПДО, їх можливості та технічні характеристики та їх порівняльний аналіз;
- програмне забезпечення та методи програмування МПДО;
- особливості підготування даних для програмування МПДО;
- конструктивні особливості різних МПДО.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач освіти в результаті вивчення дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми для успішного виконання професійних обов'язків за обраною спеціальністю у процесі вивчення даної дисципліни у магістра повинні бути сформовані такі компетентності: дослідницькі навички; навички управління інформацією; навички роботи з комп'ютером; здатність використовувати інформаційні технології для рішення експериментальних і практичних завдань у галузі професійної діяльності; володіти профільованими знаннями в галузі математики для статистичної обробки експериментальних даних, математичного моделювання.

На позааудиторну роботу виносяться вивчення окремих тем курсу, підготовка до лабораторних занять та колоквиумів, виконання завдань СРС.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

Тема 1. Вступ. Мета та задачі курсу. Аналіз пошкоджуваності силового електричного обладнання. Основні поняття технічної діагностики. Техніко-економічні закономірності розвитку та удосконалення МПДО. Проблеми створення МПДО. (2 години)

Тема 2. Основні принципи технічної діагностики, вимірювань і випробувань електроустаткування в умовах експлуатації. Терміни і визначення Класифікація методів діагностики і випробувань електроустаткування. Організація системи технічної діагностики і випробувань електроустаткування на енергопідприємстві. Метрологічне забезпечення, атестація персоналу і діагностичного і випробувального для вимірювача устаткування на енергопідприємстві. (2 години)

Тема 3. Основні чинники, що впливають на достовірність діагностики, точність вимірювань і випробувань, способи їх обліку і усунення. Зовнішні електричні і магнітні поля, корона, іскрові розряди. Перешкоди від того, що працює поблизу іншого електроустаткування і систем (зварка, тиристорні

системи збудження і АБП, системи зв'язку і т.п.). [2, с. 369,4]. Предмети і устаткування, оточуючі об'єкт діагностики, вимірювань і випробувань. Паразитні ємності і індуктивності, шунтування елементів вимірювальних схем і елементів електроустаткування, що діагностуються (вимірюваних). Струми витoku по поверхні ізоляторів і введень. Опір вимірювальних провідників. Якість і місце заземлення діагностичної установки. Швидкість підйому випробувальної напруги і тривалість випробування. (2 години)

Тема 4. Методи і засоби діагностики і вимірювань електроустаткування без виведення його з роботи. Діагностика ізоляції підшипників синхронних генераторів, компенсаторів і крупних електричних машин. Діагностика щітково-контактних апаратів синхронних генераторів, компенсаторів і крупних електричних машин. Хроматографічний аналіз газів, розчинених в трансформаторному маслі. Інфрачервона термографія. Вимірювання діелектричних характеристик ізоляції і її комплексній провідності. Вимірювання струму провідності вентилях розрядників і нелінійних обмежувачів перенапруг. (4 години)

Тема 5. Мікропроцесорна системи діагностики трансформаторного масла („Вектор-2”). Стан і розміри електродів схем випробування і вимірювання електричних характеристик трансформаторного масла, умови відбору і підготовки його проб. (2 години)

Тема 6. Загальні методи і засоби діагностики, вимірювань і випробувань електроустаткування, виведеного з роботи. Методи вимірювання опору ізоляції. Технічні засоби, вживані для вимірювання опору ізоляції. Методи вимірювання діелектричних втрат ізоляції. Технічні засоби, вживані для вимірювання діелектричних втрат ізоляції. (2 години)

Тема 7. Методи і засоби діагностики і вимірювань електроустаткування без виведення його з роботи. Діагностика ізоляції підшипників синхронних генераторів, компенсаторів і крупних електричних машин. Діагностика щітковоконтактних апаратів синхронних генераторів, компенсаторів і крупних електричних машин. Хроматографічний аналіз газів, розчинених в трансформаторному маслі. Інфрачервона термографія. Вимірювання діелектричних характеристик ізоляції і її комплексній провідності. Вимірювання струму провідності вентилях розрядників і нелінійних обмежувачів перенапруг. (2 години)

Тема 8. Мікропроцесорна системи діагностики трансформаторного масла („Вектор-2”). Стан і розміри електродів схем випробування і вимірювання електричних характеристик трансформаторного масла, умови відбору і підготовки його проб. (2 години)

Змістовий модуль 2

Тема 9. Загальні методи і засоби діагностування непрацюючого обладнання, вимірювань і випробувань електроустаткування, виведеного з роботи. Методи вимірювання опору ізоляції. Технічні засоби, вживані для вимірювання опору ізоляції. Методи вимірювання діелектричних втрат

ізоляції. Технічні засоби, вживані для вимірювання діелектричних втрат ізоляції. (2 години)

Тема 10. Методи випробування ізоляції підвищеною напругою змінного струму промислової частоти. Технічні засоби, вживані для випробування ізоляції підвищеною напругою змінного струму промислової частоти. Методи випробування ізоляції підвищеною випрямленою напругою. Технічні засоби, вживані для випробування ізоляції підвищеною випрямленою напругою. (2 години)

Тема 11. Нетрадиційні методи і засоби діагностики, вимірювань і випробувань електроустаткування. Вимірювання часткових розрядів. Генератори, синхронні компенсатори і крупні електричні машини. Комплектні екрановані струмопроводи. Силкові трансформатори, автотрансформатори, масляні реактори. Високовольтні вводи. Імпульсне дефектування силових трансформаторів і автотрансформаторів (метод низьковольтних імпульсів). Випробування підвищеною індукованою напругою підвищеної частоти. Силкові трансформатори і автотрансформатори. Електромагнітні трансформатори напруги. Ультразвукова діагностика. Маслонаповнене устаткування (силкові трансформатори, авто-трансформатори, масляні реактори, комутаційні апарати). Опорно-стрижньові ізолятори. Ультрафіолетова діагностика. Опорно-стрижньові і підвісні ізолятори, гірлянди ізоляторів. (4 години)

Тема 12. Мікропроцесорні системи діагностики високовольтних вимикачів (Рекон 008ВВ, АРВВН-4). Регіна, ПКВ-4, Programma. (2 години)

Тема 13. Мікропроцесорні системи діагностики силових трансформаторів (TPAS, Siemens, АВВ Secheron). (2 години)

Тема 14. Оформлення результатів діагностики, вимірювань і випробувань. Структура і зміст звіту (протоколу) за наслідками діагностики і випробувань. Шаблони сторінок звіту (протоколу) як засіб, що полегшує їх створення. Систематизація результатів діагностики, вимірювань і випробувань, створення бази даних. (4 години)

Тема 15. Заключення. Перспективи подальшого впровадження мікропроцесорних систем діагностування високовольтного обладнання. Перспективи подальшого впровадження мікропроцесорних систем діагностики. (2 години)

5. Теми семінарських занять (не передбачено)

6. Теми практичних занять (не передбачено)

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)
	Змістовий модуль 1	

1	Виставляння уставок по струму і часу. Виставляння уставок в блоках МППА на прикладі уставок для блоку SPCJ 4D28 в SPAC 801. Установка положення функціональних ключів.	4
2	Симулятор пристрою захисту і автоматики ліній 6-10 кВ SPAC 801. Вивчення роботи блоку SPCJ 4D28. Вивчення роботи блоку управління L2210. Вивчення роботи пристрою SPAC 801. Модель блоку SPCJ 4D28. Модель блоку L2210.	4
3	Резервування відмов вимикача. Мікропроцесорний пристрій REJ 515 (ABB). Налаштування уставок спрацювання, підєднання до ПЕОМ, аналіз осцилограм. Робота з програмою CAP 505.	4
Змістовий модуль 2		
4	Автоматичне введення резерву. Мікропроцесорний пристрій REU 523. Налаштування уставок спрацювання, підєднання до ПЕОМ, аналіз осцилограм.	4
5	Автоматичне повторне ввімкнення. Мікропроцесорний пристрій REF 615. Встановлення зв'язку REF 515 з ПЕОМ, робота з програмою РСМ 600. Налаштування уставок спрацювання, аналіз осцилограм.	4
6	Конфігурування мікропроцесорних пристроїв протиаварійної автоматики на прикладі REF 615.	4
7	Робота з пристроєм контролю ізоляції мереж оперативного постійного струму	3
Усього годин		27

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)
Змістовий модуль 1		
1	Техніко-економічні закономірності розвитку та удосконалення МППА Проблеми створення МППА	10
2	Організація та використання МППА в REF 615	10
3	Розвиток автоматики запобігання порушення стійкості.	10
4	Промислові панелі автоматики припинення асинхронного режиму	7
5	Автоматика частого розвантаження. Програмування МППА	7
Змістовий модуль 2		
6	Засоби автоматичного введення-виведення даних. Сенсори первинної інформації. Аналогові, цифрові та цифро-аналогові засоби сполучення.	10
7	Мікропроцесорні термінали. Інтегрована МППА генераторів. трансформаторів і ліній електропередач.	10
8	Мікропроцесорний захист та автоматика електричних мереж напругою 330-750 кВ, потужного блоку генератор-трансформатор та інші	7
9	Перспективи подальшого впровадження МППА	7
10	Порівняльний аналіз мікропроцесорних, електромеханічних та напівпровідникових пристроїв протиаварійної автоматики	9
Усього годин		87

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

Лекція, зокрема, з використанням технічних засобів навчання, лабораторні роботи, підготовка до лабораторних робіт, доповіді науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

В якості технічних засобів навчання використовуються:

- клас, обладнаний вісьмома комп'ютерами з процесорами Athlon 2,4 GHz.

11. Засоби діагностування результатів навчання

Протягом вивчення дисципліни передбачається поточний та підсумковий форми контролів знань студентів.

Поточний контроль проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів в результаті написання колоквіумів та захисту виконаних лабораторних робіт. Колоквіуми можуть проводитись за допомогою таких методів:

- письмової контрольної роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової контрольної роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на колоквіум).

Метод написання та максимально дозволений час колоквіуму оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

Підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом складання диференційованого заліку за темами, що охоплюють весь курс дисципліни. Диференційований залік може проводитись за допомогою таких методів:

- письмової роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на підсумковий контроль).

Метод та максимально дозволений час складання підсумкового контролю оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Вивчення дисципліни за кредитно-модульною системою (КМС) студентами денної форми навчання проводиться у відповідності з положенням про кредитно-модульну систему організацію навчального процесу у ВНТУ. Нижче наведено трудомісткість дисципліни.

<i>Модуль 1</i>		<i>Модуль 2</i>	
Лаб. робота №1	4	Лаб. робота №4	4
Лаб. робота №2	4	Лаб. робота №5	4
Лаб. робота №3	4	Лаб. робота №6	4
СРС№1	2	Лаб. робота №7	4
СРС№2	2	СРС№6-7	2
СРС№3	2	СРС№8	2
СРС№4	2	СРС№9	2
СРС№5	2	СРС№10	2
Колоквіум 1	28	Колоквіум 2	26
Сума за модуль 1	50	Сума за модуль 1	50
Сума за семестр 100			

13. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Загальна оцінка студента за результатами КМС залежить від суми набраних протягом теоретичного семестру балів (до 100 балів), і визначається за таблицею.

Якщо студент за результатами виконання завдання протягом семестру отримав бальну оцінку на рівні F, то він має право пройти повторний курс вивчення дисципліни відповідно до «Тимчасового положення про порядок ліквідації академічної заборгованості, академічної різниці та надання платної послуги з проведення занять з вивчення окремої навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом».

Рівень компетентності	За національною шкалою	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий) «5»	відмінно (90–100)	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.
III Достатній (конструктивний) «4»	добре «4+» (82–89)	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4» (75–81)	C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.
II	задовільно «3+»	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних

Середній (репродуктивний) «3»	(64–63)		положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3» (60–63)	Е	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
І Низький «2»	«незадовільно з можливістю повторного складання» 2 (35–59)	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» 2 (0–34)	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі.

14. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Базова література

1. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах: Навч. посіб.- К.: Вища шк.. 2006. – 367 с.
2. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов / Под ред. А.Ф. Дьякова. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 504 с.
3. Рубаненко О.Є. Вдосконалення методів і засобів діагностування високовольтних вимикачів: монографія / О.Є. Рубаненко. - Вінниця: ВНТУ, 2012. - 188 с.
4. Рубаненко О.Є. Високовольтні вводи. Конструкція, експлуатація, діагностика та ремонт: монографія / О.Є. Рубаненко, О.І. Гуменюк - Вінниця: ВНТУ, 2011. - 183 с.
5. Гуменюк О.І. Технологія ремонту і експлуатація високовольтних уводів та їх конструктивні особливості. (Посібник): Довідково методичний посібник / Гуменюк О.І., Рубаненко О.Є., Остапчук О.М., Таловера В.Л., Шаповалов Ю.О. - К.: ДП «Науково-технічний учбово-консультаційний центр». - 2012. - 552 с. з іл.

6. Лабзун М.П. Методи та засоби діагностування опорно-стрижневих ізоляторів: монографія / М.П. Лабзун, О.Є. Рубаненко, В.М. Кутін - Вінниця: ВНТУ, 2010. - 323 с.

7. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей / Сост. Ф.Д. Кузнецов, А.К. Белотелов. Под ред. Б.А. Алексеева. – Ч.4: Электроавтоматика. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 72 с.

8. Букович Н.В. Протиаварійна режимна автоматика електроенергетичних систем: Навч. Посібник. – Львів: Видавництво «Бескід Біт», 2003. – 224 с.

9. Комплект многофункциональных микропроцессорных блоков релейной защиты и автоматики: Блок микропроцессорной автоматической частотной разгрузки БМАЧР: Микропроцессорный блок – многофункциональное реле частоты БММРЧ / Информационные выпуски НТЦ «Мехатроника» на ВВЦ. – М., 1998.

10. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. – М.: СПО ОРГРЭС, 1997.

11. Овчаренко Н.И. Микропроцессорные комплексы релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 1999. (Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик». Вып. 7(10)).

12. Андреев В.А., Овчаренко Н.К. Быстродействующее микропроцессорное устройство АВР // Промышленная энергетика. – 2000. - №2. – С. 5-8.

13. Пономарев И.В. Рекомендации по выбору устройств защиты электрического оборудования с использованием микропроцессорных устройств фирмы GE Multilin. – М.: EMV CD «Энергомашвин», -2004. -67 с.

14. Серия реле частоты MICOM 940 (ALSTOM). – М.: EMV CD «Энергомашвин», -2004. -16 с.

15. www.selinc.com

16. Главацкий В.Г., Пономарев И.В. Современные средства релейной защиты и автоматики электрических сетей. – М.: EMV CD «Энергомашвин», -2004. 4-я версия - 147 с.

Додаткова література

17. Микропроцессорные системы в электроэнергетике/ Стогний Б.С., Рогоза В.В., Кириленко А.В. - Киев: Наукова думка, 1988. - 232 с.

18. Проектирование микропроцессорных измерительных приборов и схем / В.Д. Циделко, Н.В. Нагаец, Ю.В. Хохлов и др. - К.: Техніка, 1984. - 215 с.

19. Микропроцессорные гибкие системы релейной защиты / В.А.Михайлов, Е.В.Кириевский, Е.М.Уленицкий и др. / Под ред. В.П.Морозкина. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 240 с.

20. Сташин, Урусов, Мологонцева. Проектирование цифровых устройств автоматики на однокристалльных микропроцессорах. - М.: Энергоатомиздат, 1989

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
2. Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>
3. <http://any-book.org/download/68591.html/>
4. <http://window.edu.ru/resource/262/75262/>