

Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на  
транспорті

## СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ, КОНТРОЛЮ, КЕРУВАННЯ ТА ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК Й ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

**(Обов'язковий освітній компонент)**

**III (освітньо-науковий) рівень підготовки вищої освіти**

**Галузь знань** 14 – Електрична інженері  
**Спеціальність** 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
**Освітня програма** Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
**Викладач:** д. т. н., проф. Кутін В.М.  
**Мова викладання:** українська

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Обов'язкова (практика)	
Модулів – 2	Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ОНП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		2	2
Індивідуальне науково-дослідне завдання		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 90		3	3
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5.2	Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	<b>Лекції</b>	
		<b>32</b>	<b>6</b>
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		16	6
		<b>Лабораторні</b>	
		–	–
		<b>Курсовий проект</b>	
		–	–
<b>Самостійна робота</b>			
42	78		
Вид контролю: залік			

## **Передумова для вивчення дисципліни**

Програма вивчення навчальної дисципліни складена з урахуванням вимог освітньо - професійних програм підготовки докторів філософії спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка спеціалізації: 05.09.03 –Електротехнічні комплекси та системи.

Предметом вивчення навчальної дисципліни „ Системи діагностування, контролю, керування та захисту електроенергетичних установок й електротехнічних комплексів” є вивчення технічного стану об’єкта та характеру його змін з часом систем діагностування та захисту від пошкоджень виробів.

Міждисциплінарні зв’язки: вища математика, теоретичні основи електротехніки, основи електропостачання промислових підприємств, основи електропривода , діагностика та надійність електрообладнання, основи метрології. Програма навчальної дисципліни складається з чотирьох модулів, що містять чотири змістовні модулі. Вимірювання параметрів і контроль електропривода та електротехнічних виробів. Вивчення дисципліни передбачає проведення власного наукового дослідження, публікацію та апробацію результатів дослідження, підготовка рукопису дисертації.

## **Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета** викладання дисципліни полягає у формуванні компетентностей, необхідних для використання та розробки рішень в сфері підвищення надійності роботи електрообладнання шляхом вдосконалення діагностичного забезпечення на всіх етапах його життєвого циклу.

Основне завдання вивчення навчальної дисципліни полягає в тому, щоб оволодіти методами аналізу та характеру його зміни в процесі експлуатації електрообладнання, побудови моделі несправності і програми пошуку пошкоджень.

## **Програмні результати вивчення дисципліни**

Згідно з **вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні:**

ПР06. Уміти аналізувати інженерні продукти, процеси та системи за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.

ПР07. Уміти виконувати постановку, формулювання і розв’язання завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов’язані з процедурами спостереження об’єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров’я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).

ПР08. Уміти проектувати та розробляти інженерні продукти, процеси та системи автоматизованого виробництва, обирати і застосовувати методи комп’ютеризованих експериментальних досліджень.

ПР11. Уміти організувати і проводити технічні випробування інженерних продуктів.

### **Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни**

К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, формування системного наукового світогляду.

ФК1. Здатність демонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами та комплексами.

ФК2. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК5. Здатність застосовувати відповідні математичні методи, комп'ютерні технології, а також засади стандартизації та сертифікації для розв'язання завдань в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК6. Здатність застосовувати комплексний підхід до розв'язання експериментальних завдань з застосуванням засобів інформаційно-виміральної техніки та прикладного програмного забезпечення.

ФК8. Здатність розробляти програмне та апаратне забезпечення комп'ютеризованих інформаційно-вимірвальних систем.

ФК9. Здатність впроваджувати новітні досягнення для проектування автоматизованого виробництва і автоматизованого розроблення або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ФК10. Здатність демонструвати практичні навички в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК11. Здатність демонструвати розуміння технічних аспектів надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем.

### **Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовний модуль.1**

**Тема 1.** Основи керування технічним станом обладнання.

**Тема 2.** Ситуаційне керування.

**Тема 3.** Вимірювання як емпіричний метод пізнання.

**Тема 4.** Контроль, як базова процедура експериментальної діагностики.

**Тема 5.** Ідентифікація, як емпіричний метод пізнання.

#### **Змістовний модуль 2**

**Тема 6.** Діагностичні системи перевірки технічного стану.

**Тема 7.** Визначення несправного елемента в об'єкті.

**Тема 8.** Прогнозування зміни технічного стану об'єкта.

**Тема 9.** Показники ефективності технічного діагностування електротехнічного та електромеханічного обладнання.

**Тема 10.** Основи релейного захисту на електроустановках напругою до 35 кВ.

**Тема 11.** Діагностування засобів релейного захисту.

### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми
1	Побудова ситуаційних моделей, що імітують процес який протікає в об'єкті управління керуючої системи.
2	Побудова вимірювального кола для заданої системи автоматики.
3	Дослідження елементів вимірювального кола. Похибки вимірювання.
4	Методи контролю технічного стану електрообладнання. Дослідження вірогідності засобів контролю
5	Параметричні та непараметричні методи ідентифікації і метод рекурентних співвіношень
6	Принципи побудови систем перевірки технічного стану електрообладнання електромеханічних систем
7	Діагностичні моделі аналогових дискретних об'єктів.
8	Визначення алгоритму пошкоджень за параметрами надійності
9	Інформаційний алгоритм пошуку пошкоджень
10	Побудова алгоритму пошуку пошкоджень методом „віток та границь”
11	Вибір сукупності контрольованих показників
12	Інформаційна оцінка вибраної сукупності контрольованих показників.
13	Прогнозування зміни технічного об'єкта.
14	Вибір установок спрацювання засобів релейного захисту

### Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
<b>Модуль 1</b>	
1	Методи кількісного оцінювання систем керування.
2	Методи автоматизації задач управління.
3	Методи та похибки вимірювання.
4	Вірогідність контролю
5	Побудова математичних моделей методами ідентифікації.
<b>Модуль 2</b>	
6	Методи перевірки технічного стану об'єкта
7	Дослідження процедури визначення пошкоджень
8	Оптимізація процедури вибору методу прогнозування зміни технічного стану об'єкту.
9	Методи підвищення чутливості та надійності струмових захистів електрообладнання 0,4-6 кВ
10	Методи побудови кінцевого автомата засобів релейного захисту

### Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачені контрольна робота (для здобувачів заочної форми навчання). Крім того, за рішенням кафедри здобувачі готують реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково – теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

### Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково – дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково – технічну

### Методи контролю

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань здобувачів під час лекційних і практичних занять, тестування, колоквіумів, захисту контрольних робіт (для здобувачів заочної форми навчання), заліку.

Оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль	
	1	2
1. Індивідуальні завдання	10	10
2. Контрольні роботи	10	10
3. Активність під час занять	10	10
4. Колоквіум	20	20
Всього	50	50

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
64-74	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівні компетентності	Ба ли	Критерії
I. Низький (рецептивно-продуктивний)	F	Аспірант володіє навчальним матеріалом на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів, що позначаються аспірантом окремими словами чи реченнями.
		Аспірант володіє матеріалом на елементарному рівні засвоєння, викладає його уривчастими фразами, здатний викласти думку на елементарному рівні.
	FX	Аспірант виявляє серйозні недоліки в знаннях основного матеріалу, допускає помилки при виконанні завдань передбачених програмою на рівні нижче репродуктивного відтворення.
II. Середній (репродуктивний)	E	Аспірант володіє матеріалом на початковому рівні, значну частину матеріалу відтворює на репродуктивному рівні.
		Аспірант виявляє повні знання основного матеріалу в об'ємі, що необхідний для подальшого навчання і роботи, здатність впоратись з виконанням завдань, передбачених програмою на рівні репродуктивного відтворення.
	D	Аспірант може відтворити основний матеріал в необхідному об'ємі, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, порівнювати та робити висновки, виправляючи допущені помилки.
III. Достатній (конструктивно-варіантний)	C	Аспірант здатний застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних завдань, наводити окремі власні приклади на підтвердження певних тверджень, користуватись рекомендованими джерелами інформації.
		Аспірант виявляє повне знання матеріалу, який виноситься на контроль, успішно виконує завдання, засвоїв основну літературу, користується рекомендованими джерелами інформації що передбачена програмою, на рівні аналогічного відтворення.
	B	Аспірант вільно (самостійно) володіє вивченим обсягом матеріалу, в тому числі і застосовує його на практиці: вільно виконує завдання в стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, на які вказав викладач, вільно користується рекомендованими основними та додатковими джерелами інформації.
IV. Високий (творчий)	A	Аспірант виявляє початкові творчі здібності, самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, оцінює окремі нові факти, явища, ідеї; знаходить джерела інформації та самостійно використовує їх відповідно до цілей, які поставив викладач.
		Аспірант виявляє 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.
		Аспірант виявляє особливі творчі здібності, самостійно розвиває власні обдаровання; і нахили, вміє самостійно здобувати знання, використовуючи традиційні та сучасні джерела інформації.

## Рекомендована література

### Базова

1. Губаревич О.В. Надійність і діагностика електрообладнання: Підручник / О.В. Губаревич. – Сєвєродонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – 248 с.
2. Володарский В.Т, Метрологічне вимірювань і контролю. Навчальний посібник /В.Т. Володарский,В.В. Кухарчук, В.О. Поджаренко, Г. Д. Сердюк. Вінниця: ВНТУ, 2001. - 219с.
3. Кутін В.М, Діагностика електрообладнання. Навчальний посібник. / В.М.Кутін, М.О. Ілюхін, М.В.Кутіна- Вінниця: ВНТУ, 2014. - 161с.
4. Кутін В.М., Діагностика електрообладнання. Типові задачі та лабораторний практикум. / В.М. Кутін, М.О. Ілюхін. - Вінниця: ВНТУ, 2010. - 148с.
5. Кутін В.М. Засоби діагностування релейного захисту та автоматики електроенергетичних систем: навчальний посібник / В. М. Кутін, М.В. Кутіна , М.О. Ілюхін – Вінниця: ВНТУ, 2017 – 121 с.
6. Кутін В.М. Захист від однофазових замикань обмотки статора синхронного генератора, що працює в блоці з трансформатором: монографія / В.М. Кутін, О.О. Шпачук. Вінниця ВНТУ, 2019 – 184 с.
7. Пархоменко П.П. Основы технической диагностики (оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратурные средства) / П.П. Пархоменко, Е.С. Согомоян. – М.Энергия, 1981 – 320с.
8. Скляр В. Ф. Диагностическое обеспечение энергетического производства / В.Ф. Скляр, В.А. Гуляев – К: Техника, 1985. - 184с.
9. Глазунов Л.П. Проектирование технических систем диагностирования / Л.П.Глазунов, А.Н. Смирнов- Л: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1982 – 168с.

### Додаткова

1. Кутін В.М. Диагностирование электрооборудования электрических систем / В.М.Кутін, В.И. Брейтбурд- К: УМКВО- , 1991- 104с.
2. Лежнюк П.Д. Методи і засоби захисту від обриву проводу та пошук місця пошкодження в розподільній мережі зі складною топологією напругою 6-35кВ: Монографія./ П.Д. Лежнюк, М.В. Кутіна- Вінниця: ВНТУ, 2014- 152с
3. Кутін В.М. Вибір стратегії ремонтно-обслуговуючих дій систем електропостачання промисловості і агропромислового комплексу / В.М.Кутін (Енергетика і електрифікація- 2003- №9 -с.47-5)
4. Кутін В.М. Поиск поврежденных в распределительных электрических сетях / В.М.Кутін, П.К. Пискляров-К. Техника, 1994-186с
5. Кутін В.М. Визначення умов роботоздатності розподільних мереж. Монографія. / В.М.Кутін, С.В. Матвієнко. Вінниця: ВНТУ, 2015-148с.

6. Чиженко И.М. Матрично- топологические методы анализа электрических цепей / И.М. Чиженко, В.М. Терновой – Киев, КПИ, 1982-107с.
7. Кутін В.М. Вибір діагностичних параметрів на основі топологічної моделі об'єкта /В.М. Кутін, М.О. Ілюхін, М.В. Кутіна // Вісник Кременчуцького державного технічного університету ім.. Остроградського – 2008- №4(5), ч.2-с70-74.
8. Кутін В.М. Оцінка ефективності системи діагностичного контролю електромеханічних комплексів / В.М.Кутін., М.О.Ілюхін, М.В.Кутіна. //Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2004-№3- с. 51-54
9. Карташев Г.Д. Модели расходования ресурса изделия электронной техники / Карташев Г.Д. –М: ЦНИИ «Электроника» 1977-130с
10. В.М. Кутін. Метод ризик- аналізу для прогнозування технічного стану електрообладнання трансформаторних підстанцій /Енергетика, економіка, технології, екологія – 2019, №2 –с 84 -89.

### **Інформаційний ресурс**

- 1.Стандартная концепция научной теории и практики научных исследований. Электронный ресурс: <http://texts. news/ filosofiya-nauki-knigi/standartnaya-kontseptsiya-nauchnoy-teorii-30034.html>.
2. Кутіна М.В. Захист від аварійних режимів роботи повітряних розподільних мереж напругою 6-35кВ (КУСС-2008) – Режим доступу: [http://www.vstu.vinnica. ua/mccs2008/materials/subsection 3.1.pdf](http://www.vstu.vinnica.ua/mccs2008/materials/subsection 3.1.pdf).