



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та
обчислювальної техніки

Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-
інтегрованих технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк

“ ___ ” _____ 2018 р.



Національний університет
водного господарства

04-03-69

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ВИМІРЮВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКА В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ»

PROGRAM OF THE DISCIPLINE

«MEASUREMENT AND DIAGNOSTICS IN THE ELECTRICAL POWER
ENGINEERING»

спеціальність

141 – ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА,
ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

speciality

141 – ELECTRICAL POWER ENGINEERING,
ELECTROTECHNICS AND
ELECTROMECHANICS

Рівне – 2018



Робоча програма навчальної дисципліни «Вимірювання та діагностика в електроенергетиці» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Рівне: НУВГП, 2018. - 16 с.

Розробник: С.К. Матус, к.т.н., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп’ютерно-інтегрованих технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп’ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол від 09 жовтня 2018 року № 2.

Завідувач кафедри

д.т.н. проф. Древецький В.В.

Схвалено методичною комісією за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”.

Протокол від 16 жовтня 2018 року № 2.

Голова науково-методичної комісії

д.т.н. проф. Василець С.В.



ВСТУП

Програма дисципліни «Вимірювання та діагностика в електроенергетиці» відноситься до дисциплін професійної підготовки та складена відповідно до освітньої програми спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Вимірювання та діагностика в електроенергетиці» є формування теоретичних знань та практичних навичок із використання сучасних методів та засобів діагностування електротехнічного і електроенергетичного обладнання, оцінювання технічного стану електрообладнання та застосування методів усунення його дефектів. Це дає змогу фахівцям у галузі електроенергетики використовувати набуті знання для вирішення професійних задач різної складності.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Вимірювання та діагностика в електроенергетиці» є складовою частиною циклу професійної підготовки для студентів за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Вивчення курсу базується на знаннях таких дисциплін: фізика, теоретичні основи електротехніки, основи метрології та електричних вимірювань, електричні машини, електричні системи та мережі.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Анотація

В результаті вивчення дисципліни «Вимірювання та діагностика в електроенергетиці» здобувачі вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» мають оволодіти наступними компетентностями: здійснювати технічне обслуговування силових мереж, комплексів і систем захисту, автоматики, інформаційного забезпечення та управління об'єктів електроенергетики; визначати причини несправностей і відмов обладнання, проводити і контролювати ремонтні роботи, знати, як виконується технічна діагностика і випробування електротехнічного обладнання та методи усунення його дефектів.

Ключові слова: технічна діагностика, технічний стан, надійність, безвідмовність, ремонтпридатність, довговічність, дефект, електротехнічне обладнання.



Abstract

Graduates of specialty 141 “Electrical power engineering, electrotechnics and electromechanics”, as a result of discipline «Measurement and diagnostics in the electrical power engineering» studying, must master the following competencies: to provide maintenance of power networks, complexes and systems of protection, automation, information provision and management of power engineering objects; to determine the causes of equipment malfunctions and failures, to carry out and control repair work, to know how technical diagnostics and testing of electrical equipment are implemented and methods of elimination of its defects.

Key words: technical diagnostics, technical state, reliability, safety margin, serviceability, durability, defect, electrical equipment.





1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 14 – Електрична інженерія	Навчальна дисципліна професійної підготовки	
Модулів – 1	Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання –		Семестр	
Загальна кількість годин – 90		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 год. (лекція – 2 год., лабораторна робота – 2 год.); самостійної та індивідуальної роботи студента – 7,5 год.		Рівень вищої освіти: магістр	Лекції
	16 год.		2 год.
	Лабораторні		
	14 год.		4 год.
	Самостійна робота		
	60 год.		84 год.
	Індивідуальне завдання		
	-		-
	Вид контролю		
	залік	залік	

Примітка.

В сумі для денної форми навчання на аудиторні заняття відводиться 30 годин, на самостійну роботу – 60 годин, що складає відповідно 33.33% і 66.67%. Для заочної форми навчання на аудиторні заняття відводиться 6 годин, на самостійну роботу – 84 годин, що складає відповідно 6.67% і 93.33%.



2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання даної дисципліни є підготовка студентів до самостійного вирішення технічних задач в галузі електроенергетики із використання сучасних методів та засобів діагностування електротехнічного і електроенергетичного обладнання, оцінювання технічного стану електрообладнання та застосування методів усунення його дефектів.

Основними завданнями навчальної дисципліни є:

- ознайомлення з особливостями конструкції, принципами роботи, основними параметрами та технічними характеристиками електротехнічного і електроенергетичного обладнання;
- ознайомлення з основними несправностями і дефектами електротехнічного обладнання та вивчення методів усунення дефектів;
- вивчення методів і засобів які використовують при діагностуванні;
- прогнозування технічного стану електрообладнання та порядок організації проведення ремонтних робіт.

У результаті вивчення курсу студент повинен:

знати: основні діючі фактори і механізми деградації електротехнічного обладнання; діагностичні моделі і діагностичні параметри; методи визначення технічного стану електротехнічного і електроенергетичного обладнання; методи локалізації утворених дефектів;

вміти: здійснювати експлуатаційний контроль електроенергетичного обладнання і профілактичні випробування; розробляти графіки профілактичних заходів; проводити контроль і діагностику технічного стану електротехнічного обладнання; впроваджувати нестандартні засоби контролю технічного стану електротехнічного обладнання.



3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Надійність і технічне обслуговування устаткування.

Тема 1. Основні положення теорії надійності. Поняття надійності технічної системи. Критерії надійності невідновлювальних та відновлювальних систем. Основні закони розподілу часу безвідмовної роботи системи. Граничний стан та ресурс системи.

Тема 2. Вплив умов експлуатації і режимів роботи на надійність приладів і систем. Загальна характеристика умов роботи приладів і систем. Механічні, електричні і кліматичні навантаження, їх вплив на характер відмов. Залежність інтенсивності відмов від режимів роботи системи.

Тема 3. Методи підвищення надійності систем. Поняття ефективності технічної системи, визначення вимог до надійності. Аналіз методів підвищення надійності. Характеристики відновлюваності системи. Типи відновлювання системи. Критерії відновлювання системи.

Змістовий модуль 2. Технічна діагностика і ремонт електротехнічного обладнання.

Тема 4. Методичні і інформаційні основи технічного діагностування. Основні поняття технічної діагностики. Об'єкти технічного діагностування. Засоби, системи технічного стану. Показники і характеристики діагностування. Процеси пошкодження і зносу. Поняття дефекту обладнання та його ознаки. Засоби і методи контролю стану електротехнічного обладнання. Вимоги до систем контролю і діагностики.

Тема 5. Діагностика генераторів і компенсаторів. Основні види дефектів асинхронних двигунів. Основні дефекти обмоток статора і



ротора. Методи контролю дефектів ізоляції. Основні дефекти сердечника статора і сердечника ротора. Механічні дефекти електричних машин та їх методи контролю. Обстеження електричних машин під час ревізії. Контроль стану машин під час роботи. Основні дефекти асинхронних двигунів. Контроль стану асинхронних двигунів під час роботи.

Тема 6. Основні види дефектів силових трансформаторів, автотрансформаторів. Основні дефекти силових трансформаторів, автотрансформаторів. Вібраційні обстеження і діагностика стану силових трансформаторів. Оцінка ресурсу ізоляції обмоток. Ступінь полімеризації. Методи контролю вводів. Основні дефекти ізоляції вводів. Неперервний контроль. Критерії непрацездатного стану. Хроматографічний аналіз розчинених газів.

Тема 7. Основні види дефектів повітряних ліній електропередач. Основні види дефектів силових кабельних ліній. Основні дефекти повітряних ліній (ПЛ), пошкодження ізоляції. Методи діагностики і контролю ПЛ. Контроль стану ПЛ під час роботи. Основні дефекти кабельних ліній (КЛ). Методи діагностики і контролю КЛ. Контроль стану КЛ під час роботи.

Тема 8. Системи організації ремонту. Централізована, децентралізована та змішана системи організації ремонту електротехнічного обладнання. Види ремонтів. Плани модернізації і реконструкції основного обладнання. Річні та помісячні графіки капітального та поточного ремонтів. Документація по ремонту.



4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	Всього	у тому числі			Всього	у тому числі		
		лек	лаб	с.р.		лек	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1.								
Змістовий модуль 1. Надійність і технічне обслуговування устаткування								
Тема 1. Основні положення теорії надійності. Поняття надійності технічної системи. Критерії надійності невідновлювальних та відновлювальних систем. Основні закони розподілу часу безвідмовної роботи системи.	11	2	2	7	9,5	1	0,5	8
Тема 2. Вплив умов експлуатації і режимів роботи на надійність приладів і систем. Загальна характеристика умов роботи приладів і систем. Механічні, електричні і кліматичні навантаження, їх вплив на характер відмов. Залежність інтенсивності відмов від режимів роботи системи.	11	2	2	7	8	-	-	8
Тема 3. Методи підвищення надійності систем. Поняття ефективності технічної системи, визначення вимог до надійності. Аналіз методів підвищення надійності. Характеристики відновлюваності системи. Типи відновлювання системи.	11	2	2	7	8,5	-	0,5	8



Змістовий модуль 2. Технічна діагностика і ремонт електротехнічного обладнання								
Тема 4. Методичні і інформаційні основи технічного діагностування. Основні поняття технічної діагностики. Засоби, системи технічного стану. Процеси пошкодження і зносу. Поняття дефекту обладнання та його ознаки. Засоби і методи контролю стану електротехнічного обладнання.	11	2	2	7	13	1	-	12
Тема 5. Діагностика генераторів і компенсаторів. Основні види дефектів асинхронних двигунів. Основні дефекти обмоток статора і ротора. Методи контролю дефектів ізоляції. Основні дефекти сердечника статора і сердечника ротора. Основні дефекти асинхронних двигунів. Контроль стану асинхронних двигунів під час роботи.	10	2	-	8	12	-	-	12
Тема 6. Основні види дефектів силових трансформаторів, автотрансформаторів. Основні дефекти силових трансформаторів, автотрансформаторів. Вібраційні обстеження і діагностика стану силових трансформаторів.	12	2	2	8	13	-	1	12



Тема 7. Основні види дефектів повітряних ліній електропередач. Основні види дефектів силових кабельних ліній. Основні дефекти повітряних ліній (ПЛ), пошкодження ізоляції. Методи діагностики і контролю ПЛ. Контроль стану ПЛ під час роботи. Основні дефекти кабельних ліній (КЛ). Методи діагностики і контролю КЛ. Контроль стану КЛ під час роботи.	15	2	4	9	14	-	2	12
Тема 8. Системи організації ремонту. Централізована, децентралізована та змішана системи організації ремонту електротехнічного обладнання. Види ремонтів. Плани модернізації і реконструкції основного обладнання. Річні та помісячні графіки капітального та поточного ремонтів. Документація по ремонту.	9	2		7	12	-	-	12
Всього годин:	90	16	14	60	90	2	4	84

5. Теми лабораторних занять

№	Тема	К-сть годин	К-сть годин
		денна	заочна
1.	Дослідження показників безвідмовності, ремонтпридатності і тимчасової надмірності системи електрозабезпечення, розрахунок надійності системи.	2	0,5



2.	Дослідження показників безвідмовності апаратури і обладнання при проектуванні	2	-
3.	Дослідження показників ремонтпридатності апаратури і обладнання при проектуванні	2	0,5
4.	Вимірювання параметрів електроізоляції силових ліній і телекомунікаційних мереж	2	1
5.	Виявлення дефектів в кабельних і сигнальних лініях	2	1
6.	Виявлення несправностей (дефектів) в роботі силових трансформаторів	2	1
7.	Дослідження технічних характеристик автоматичних вимикачів	2	-
Всього		14	4



6. Самостійна робота

За навчальним планом на самостійну роботу відводиться 60 години для денної форми навчання та 84 години для заочної форми навчання.

Самостійна робота студента включає такі види робіт:

- самостійне опрацювання лекційного матеріалу з кожної теми;
- опрацювання додаткової літератури по темі;
- роботу в глобальній мережі Internet;
- підготовка до виконання лабораторних робіт;
- обробка результатів досліджень, оформлення звітів і захист лабораторних робіт;
- підготовку до модульних контрольних робіт.

Розподіл годин самостійної роботи студентів денної форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять – 20 год.;
- підготовка до контрольних заходів – 30 год.;
- підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять – 10 год.

Розподіл годин самостійної роботи студентів заочної форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять – 5 год.;
- підготовка до контрольних заходів – 30 год.;
- підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять – 49 год.



6.1 Завдання для самостійної роботи (денна та заочна форми навчання)

№	Назва теми	К-сть годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1.	Основні види дефектів високовольтних комутаційних апаратів	2	6
2.	Основні види дефектів вимірювальних трансформаторів, конденсаторів, розрядників	3	15
3.	Основні види несправностей засобів релейного захисту (РЗ) і автоматики	2	13
4.	Механізми і обладнання для здійснення ремонтних робіт	2	10
5.	Обладнання для обробки трансформаторного масла. Ремонт трансформаторів та автотрансформаторів.	1	5
	Разом	10	49

6.2 Оформлення звіту про самостійну роботу

Підсумком самостійної роботи над вивченням дисципліни «Вимірювання та діагностика в електроенергетиці» є складання письмового звіту за темами, вказаними у п.6.1.

Загальний обсяг звіту визначається з розрахунку 0,25 стр. на 1 год. самостійної роботи. Звіт включає зміст, вступ, основну частину, висновки, список використаної літератури, додатки.

Звіт оформляється на стандартному папері формату А4 (210x297) з одного боку, орієнтація сторінки – книжкова, шрифт – Times New Roman, розмір – 12 пунктів, міжрядковий інтервал – 1,5, відступ абзацу – 1 см., поля: ліве – 2,5 см, праве – 1,5 см, верхнє – 1,5 см, та нижнє – 1,5 см. Звіт виконується українською мовою.

Захист звіту про самостійну роботу відбувається у терміни, спільно обумовлені студентом і викладачем.



7. Методи навчання

1. Лекції читаються з використанням мультимедійного проєктора і роздаткових матеріалів із зображенням схем і рисунків. Проводиться дискусійне обговорення проблемних питань.

2. Лабораторні роботи виконуються на навчально-дослідних лабораторних установках з використанням сучасних технічних засобів автоматизації.

8. Методи контролю

1. Поточний контроль знань здійснюється шляхом опитування перед виконанням та при захисті лабораторних робіт.

2. Контроль за виконанням лабораторних робіт забезпечується перевіркою своєчасно оформлених і захищених звітів.

3. Оцінка модульних контрольних робіт. Контроль знань студентів денної форми навчання проводиться у тестовій формі у вигляді проміжного модульного контролю в середині та в кінці семестру. Контрольні завдання складаються з теоретичних питань та практичних задач.

4. Контроль знань студентів заочної форми навчання включає перевірку звіту про виконання завдань самостійної роботи та його захист у формі опитування. Контроль виконання лабораторних робіт здійснюється так само, як для студентів денної форми навчання.

5. Підсумковим контролем є залік, який виставляється на основі балів, набраних студентом під час семестру.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Введена кредитно-модульна система організації навчального процесу передбачає оцінювання знань студентів за 100-бальною шкалою.

Підсумковий контроль – залік (2-й семестр)

Сума балів = 100:

- 100 – поточна робота;

Залік виставляється за таких умов:

- сума балів ≥ 60 ;
- усі лабораторні роботи виконані та захищені;
- виконано модульні контрольні роботи.

Розподіл балів:

1. Лекції: 16 балів, по 2.0 балу за відвідування та активність на лекції.
2. Лабораторні роботи: 42 бала. Всі лабораторні роботи оцінюються по 6.0 бала:



- 2.0 бал – контроль підготовки до лабораторної роботи (опитування);
- 2.0 бал – робота на занятті та вчасно виконаний звіт;
- 2.0 бал – захист лабораторної роботи (усний або письмовий).

За несвоєчасно здану лабораторну роботу кількість балів зменшується.

3. Модульні контрольні роботи включають в себе теоретичну та практичну частини. Оцінюються по 20 балів, разом – 40 балів.
4. Заохочувальні бали: 2.0 бал.
5. Всього за дисципліну: 100 балів.

Поточний контроль та самостійна робота								Сума
модуль I								
ЗМ1			ЗМ2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
10	10	10	14	14	14	14	14	
30			70					100

T1, T2 ... T13 – теми змістових модулів

Поточний контроль				Модульні контрольні роботи		Заохочувальні бали	Сума балів
Лекції (к-сть – 8)		Лабораторні роботи (к-сть – 7)		M1	M2		
за 1 лекц.	сума	за 1 лаб.р.	сума				
2.0	16	6.0	42	20	20	2.0	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі форми навчальної діяльності	Для іспиту, Курсової роботи
90 – 100	відмінно
82-89	добре
74-81	
64-73	
60-63	задовільно
35-59	
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни



10. Методичне забезпечення

1. Матус С.К. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – Рівне: НУВГП. – 2019.

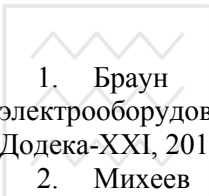
11. Рекомендована література

Базова

1. Залужний А.М. Надійність та діагностика технічних систем: Навч. посібник. / Залужний А.М. - Житомир: ЖІТІ, 2002. - 356 с.

2. Діагностика електрообладнання: навчальний посібник / В. М. Кутін, М. О. Люхін, М. В. Кутіна – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 161 с.

3. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения: справочное пособие / под ред. В.И. Григорьева. - М.: Колос, 2006. - 272 с.



Допоміжна

1. Браун М. Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления / М. Браун. - М.: Изд.дом Додека-XXI, 2010.- 328 с.

2. Михеев Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования / Г.М. Михеев. - М.: НЦ ЭНАС, 2010.- 298 с.

12. Інформаційні ресурси

До складу інформаційних ресурсів навчальної дисципліни входять:

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / . – [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Рівне. Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>, http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php

2. Науково-технічна спілка енергетиків та електротехніків України. – [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Рівне – Режим доступу: <https://www.ntseu.net.ua/stories/289-diagnostic>

3. Український науковий журнал «Енергетика та автоматика». – [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Харків – Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya>