

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

Каплун В.В.

2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри електротехніки,
електромеханіки та електротехнологій
Протокол № 12 від 29 травня 2023 р.

В.о.завідувача кафедри

Окушко О.В.

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

Синявський О.Ю.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Діагностування електрообладнання (СТ)

Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник доцент, к.т.н., Окушко О.В.

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни
Діагностування енергетичного обладнання
(скорочений термін навчання)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	<u>141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u>	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
Кількість змістових модулів	2,0	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання, год.	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	3
Семестр	3	5
Лекційні заняття	30	6
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	75	6
Самостійна робота	15	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	7	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни полягає у вивченні студентами питань діагностування технічного стану енергетичного обладнання з використанням сучасних методів, технічних засобів та систем.

Завдання навчальної дисципліни – засвоєння студентами основних положень технічного діагностування, сфери його застосування у електроенергетичній галузі України, а також набуття практичних навичок оцінки технічного стану конкретних видів енергетичного обладнання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні методи та засоби технічного діагностування енергетичного обладнання;

вміти:

- обґрунтовувати необхідність та вибирати технічні засоби діагностування конкретних видів енергетичного обладнання;
- виконувати операції з технічного діагностування та проводити аналіз одержаних результатів.

Набуття компетентностей:

• **загальні компетентності (ЗК):** здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК01); здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК02); здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК05); здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК06); здатність працювати автономно (ЗК08);

• **фахові (спеціальні) компетентності (ФК):** здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки (ФК2); здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг (ФК3); здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики (ФК4); здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу (ФК5); здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії (ФК6); здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища (ФК8); усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування (ФК9); усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК10).

Програмні результати навчання (ПРН): знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій

та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності (ПРН01); знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності (ПРН03); застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності (ПРН06); здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах (ПРН07); уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем (ПРН09); знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність (ПРН10); розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж (ПРН17); вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням (ПРН18).

3. Програма навчальної дисципліни

ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Основні засади та нормативна база технічного діагностування - 6 (4*) - годин.

Загальні положення. Стандарти в галузі технічного діагностування. Технічне діагностування у системі ПЗР і ТО електрообладнання. Прогнозування технічного стану виробів. Ефективність технічного діагностування.

Тема 2 Спрацювання, пошкодження і дефекти під час експлуатації електрообладнання -6 (4*) - годин.

Закономірності старіння ізоляції обмоток електричних машин. Механізм відмов підшипників електричних машин. Дефекти та пошкодження апаратів керування і захисту. Дефекти та пошкодження освітлювальних і опромінювальних пристроїв. Дефекти та пошкодження електронагрівного обладнання. Дефекти та пошкодження напівпровідникових приладів і мікросхем. Пошук дефектів технічних об'єктів

Тема 3 Надійність у техніці -6 (4*) - годин.

Загальні положення. Термінологія в області надійності. Стани, у яких може перебувати технічний об'єкт. Класифікація відмов технічних об'єктів. Часові поняття у теорії надійності. Технічне обслуговування і ремонт (термінологія). Система показників надійності. Нормування, забезпечення надійності і випробування на надійність. Періоди роботи технічних об'єктів та заходи щодо їх забезпечення. Фактори, що визначають надійність технічних об'єктів. Резервування як спосіб забезпечення надійності технічних об'єктів.

Тема 4 Номенклатура енергетичного обладнання в сільському господарстві -6 (4*) - годин.

Номенклатура електротехнічного обладнання і засобів автоматики сільськогосподарських підприємств. Навколишнє середовище та його вплив на електротехнічне обладнання і засоби автоматики. Загальні вимоги до електротехнічного обладнання і засобів автоматики у сільському господарстві. Класифікація електротехнічного обладнання за функціональним призначенням. Кліматичне виконання та категорії розміщення технічних виробів. Виконання обладнання за ступенем захисту від впливу навколишнього середовища. Умови та режими роботи електрообладнання.

Тема 5 Технічне діагностування асинхронних електродвигунів - 6 (4*) - годин.

Статистика та причини відмов асинхронних електродвигунів. Обсяги технічного діагностування асинхронних електродвигунів. Технології технічного діагностування асинхронних електродвигунів. Обсяги технічного діагностування занурювальних електродвигунів. Технології контролю технічного стану занурювальних електродвигунів. Прогнозування технічного стану асинхронних електродвигунів. Норми та методи випробувань електродвигунів.

Тема 6. Технічне діагностування електричних апаратів напругою до 1000 В - 8 (4*) - годин.

Способи оцінки технічного стану електричних апаратів. Електричні методи. Метод падіння напруги. Метод перехідного опору. Метод нагріву. Способи вдосконалення налагодження захисних пристроїв електричних апаратів в умовах сільського господарства. Перевірка автоматичних вимикачів. Перевірка електромагнітних розчіплювачів автоматичних вимикачів. Розробка способів налагодження автоматичних вимикачів ВА 55-41. Підготовка вимикача до роботи. Особливості експлуатації автоматичних вимикачів.

Тема 7. Контроль технічного стану пристроїв захисного вимикання - 8 (4*) - годин.

Загальні відомості. Особливості діагностування ПЗВ в електроустановках різних систем заземлення. Захист в електроустановках системи TT. Захист в електроустановках системи TN. Електроустановки системи TN-S. Електроустановки системи TN-C-S. Захист в електроустановках системи IT. Особливості діагностування ПЗВ в електроустановках різних об'єктів. Житлові і громадські будівлі. Ванни й душові приміщення. Будівельні майданчики. Промислові об'єкти. Мобільні споруди. Сільськогосподарські об'єкти. Перевірка роботи ПЗВ за ДСТ Р 50571.16-99.

Змістовний модуль 2

Тема 8. Контроль технічного стану енергетичного обладнання із застосуванням засобів інфрачервоної техніки - 8 (4*) - годин.

Загальні засади застосування засобів інфрачервоної техніки в енергетиці. Принцип дії, будова і номенклатура пірометрів. Принцип дії, будова і номенклатура тепловізорів. Застосування пірометрів для контролю технічного стану енергетичного обладнання. Технології контролю технічного стану енергетичного обладнання із застосуванням епіловізорів. Загальні положення.

Об'єкти тепловізійного контролю в енергетиці. Технології тепловізійного контролю технічного стану енергетичного обладнання. Особливості тепловізійного контролю технічного стану контактних з'єднань

Тема 9. Діагностування силових трансформаторів - 6 (4*) - годин.

Норми прийнятно-здавальних випробувань силових трансформаторів. Діагностування обмоток силових трансформаторів. Оцінка стану ізоляції. Випробування трансформаторної оливи. Дефекти перемикачів обмоток та способи їх виявлення. Випробування трансформаторів підвищеною напругою. Методика визначення наявності коротко замкнутих витків. Обґрунтування доцільності діагностування трансформаторів. Моніторинг трансформатора та систем керування (МТСК) Напряв та методи досліджень трансформаторів. Тепловізійний контроль. Причина аварій трансформаторів. Система запобігання вибухів трансформаторів. Загальні відомості про силові трансформатори

Тема 10. Діагностування та пошук місць пошкоджень кабельних ліній електропередач - 6 (4*) - годин.

Види пошкоджень кабельних ліній електропередавання. Пошук трас кабельних ліній електропередавання. Комплект приладів для пошуку траси кабелів ПСП-2-3. Пропалювання ізоляції силових кабелів. Мета і особливості реалізації пропалювання ізоляції силових кабелів. Технічні засоби для пропалювання ізоляції силових кабелів. Характеристика методів пошуку місць пошкоджень кабельних ліній електропередавання. Обрив жили кабеля із глухим заземленням однієї з її частин. Обрив усіх трьох жил кабеля із глухим замиканням на землю двох із них. Сучасне приладове забезпечення пошуку місць пошкоджень кабельних ліній електропередавання. Вимірники неоднорідностей ліній електропередавання, рефлектметри та локатори. Радари (рефлектметри) TDR 1150 і 1170 для виявлення місця пошкодження кабелю. Визначник місця пошкодження низьковольтних кабелів NEG. Портативна система для локації місць пошкоджень кабелів в низьковольтних мережах EF 24 / 200. Рефлектори.

Тема 11. Випробування та контроль технічного стану заземлюючих пристроїв - 6 (4*) - годин.

Норми прийнятно-здавальних випробувань пристроїв захисного заземлення. Діагностування обмоток заземлювачів. Вимірювання опор розтікання систем заземлення та перехідних опорів між заземлювачем та корпусами заземленого обладнання. Вимірювання напруги дотику в електроустановках. Перевірка корозійного стану конструктивних елементів систем заземлення. Документація на системи заземлення.

Тема 12. Технічне діагностування електричних апаратів напругою більше 1000 В - 6 (4*) - годин.

Способи оцінки технічного стану електричних апаратів. Електричні методи. Метод перехідного опору. Метод нагріву. Способи вдосконалення налагодження захисних пристроїв електричних апаратів в умовах сільського господарства. Перевірка вакуумних вимикачів. Перевірка пристроїв релейного захисту. Способи налагодження систем захисту в мережах 10 кВ. Особливості експлуатації високовольтного електрообладнання.

Тема 13. Контроль технічного стану пристроїв захисту від імпульсних перенапруг - 6 (4*) - годин.

Причини виникнення імпульсних перенапруг. Концепція захисту від перенапруг. Принцип будови ПЗП. Класифікація. Перевірка справності обмежувача. Приклади організації внутрішнього захисту від перенапруг. Технічні характеристики обмежувачів. Деякі практичні рекомендації з монтажу ПЗП. Захист від короткого замикання. Дві основні схеми увімкненням обмежувачів перенапруги. Організація багатоступінчастого захисту.

Тема 14. Мобільні електролабораторії - 6 (4*) - годин.

Вимірювальні прилади спеціалізованих електролабораторій. Приладове забезпечення технічного діагностування заземлювальних пристроїв. Діагностування технічного стану електрообладнання з використанням системи «Діагностика +». Пересувні електротехнічні лабораторії для діагностування електрообладнання систем електропостачання. Пересувна лабораторія для діагностування силових трансформаторів МЕГА-СЕРІЯ-1. Мобільна лабораторія для випробування і пошуку місць пошкоджень силових кабельних ліній МЕГА-СЕРІЯ-2. Мобільний діагностичний комплекс для діагностування трансформаторного масла. Мобільний діагностичний комплекс з повним оснащенням для контролю стану опор ліній електропередавання

Тема 15 Організація і проведення технічного діагностування в електротехнічній службі підприємства - 6 (4*) - годин.

Загальні положення технічного діагностування. Технічне діагностування системи ПЗР і ТО електрообладнання. Методи і засоби технічного діагностування асинхронних електродвигунів. Діагностування заглибних електродвигунів. Діагностування апаратів керування та захисту. Технічне діагностування напівпровідникових перетворювачів енергії та комплектних пристроїв керування. Особливості технічного діагностування. Діагностичні параметри засобів електронної техніки. Діагностичні процедури для оцінки технічного стану засобів електронної техніки. Структурно-функціональні моделі у діагностуванні засобів електронної техніки. Труднощі та помилки при діагностуванні засобів електронної техніки.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Нормативна база та основні засади технічного діагностування												
Тема 1. Основні засади і нормативна база технічного діагностування	14	2		4		8	8	1				7
Тема 2. Дефекти енергетичного обладнання	14	2		6		8	8	1				7
Тема 3. Надійність у техніці	14	2		4		8	8					8
Тема 4. Номенклатура енергетичного обладнання сільськогоспо-дарського виробництва	14	2		4		8	8					8
Тема 5. Технічне діагностування асинхронних електродвигунів	16	2		6		8	8					6
Тема 6. Діагностування електричних апаратів напругою до 1000 В.	12	2		5		5	8					5
Тема 7. Діагностування пристроїв захисного вимикання	13	2		6		5	8					5
Разом за змістовим модулем 1	99	14		35		50	52	2				50
Змістовий модуль 2. Технічне діагностування електрообладнання і засобів автоматики												
Тема 8. Тепловізійний контроль енергообладнання	17	4		6		7			2			5
Тема 9. Діагностування силових трансформаторів	15	2		6		7						5
Тема 10. Діагностування кабельних ліній	15	2		6		7						5
Тема 11. Визначення технічного стану заземлюючих пристроїв	13	2		4		7						7
Тема 12. Діагностування електричних апаратів напругою більше 1000 В.	15	2		6		7						8
Тема 13. Діагностування пристроїв захисту від імпульсних перенапруг	12	2		4		6						5
Тема 14. Мобільні випробувальні електролабораторії	15	2		6		7						5
Тема 15. Організація діагностування енергообладнання	13	2		4		7						5
Разом за змістовим модулем 2	111	16		40		55	78					78
Усього годин	210	30		75		105	120	12		10		98
Курсовий проект (робота) з (якщо є в робочому навчальному плані)		-	-	-	-	-		-	-	-		-
Усього годин	210	30		75		105	120	12		10		98

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Технічне діагностування трифазних асинхронних електродвигунів	4
2.	Технічне діагностування електродвигунів занурювальних електронасосних агрегатів установок водопостачання	4
3.	Дослідження способів тепловізійного контролю стану електрообладнання	4
4.	Контроль технічного стану радіоелектронних компонентів	2
5.	Дослідження індукційних методів пошуку пошкоджень в кабельних лініях електропередавання	4
6.	Дослідження способів пошуку пошкоджень в кабельних лініях електропередавання за допомогою рефлектометра	4
7.	Дослідження акустичних методів пошуку пошкоджень в кабельних лініях електропередавання	4
8.	Дослідження способів діагностування пристроїв захисту електромереж та електрообладнання від аварійних режимів	4
9.	Дослідження технічного стану датчиків температури	2
10.	Контроль технічного стану електромагнітних контакторів, пускачів і реле	2
11.	Перевірка роботоздатності пристроїв захисного вимикання	2
12.	Дослідження способів діагностування силових трансформаторів	4
13.	Дослідження способів діагностування вакуумних вимикачів	4
14.	Дослідження якості трансформаторного масла	4
15.	Приймально-здавальні випробування силових трансформаторів	4
16.	Приймально-здавальні випробування силових маслонаповнених кабельних ліній	4
17.	Приймально-здавальні випробування силових кабельних ліній з ізоляцією із зшитого поліетилену	4
18.	Визначення технічного стану пристроїв захисного заземлення	2
19.	Дослідження ефективності роботи захисних апаратів від надструмів в електричних мережах напругою до 1000 В	4
20.	Дослідження ефективності роботи захисних апаратів відповідності уставки струмової відсічки	2
21.	Дослідження способів вимірювань ймовірних струмів однофазних коротких замиканні в мережах до 1000 В	2
22.	Контроль технічного стану систем енергопостачання засобів мобільної техніки	2
23.	Контроль технічного стану систем запалювання карбюраторних двигунів	2

6. Теми самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Діагностування та пошук місць пошкоджень повітряних та кабельних ліній електропередавання	3
2.	Діагностування силових трансформаторів	3
3.	Дігностування електрообладнання до 1000 В	3
4.	Дігностування комутаційної і захисної апаратури до 1000 В	3
5.	Системи заземлення електрообладнання	3

7. Контрольні питання, комплекси текстів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Якість електрообладнання, надійність і її складові, наробіток, технічний ресурс, строк служби, граничний стан і критерії його визначення.
2. Причини та види відмов електрообладнання.
3. Класифікація ремонтів енергообладнання в агропромисловому комплексі, ремонтний цикл, форми організації ремонтів.
4. Методи проведення ремонтів.
5. Види зношування енергообладнання і причини їх виникнення.
6. Характеристика електричного зносу обладнання.
7. Механічні і механо-хімічні види зношування.
8. Механізм старіння металів та виробів із них.
9. Класифікація з'єднань і спряжень деталей.
10. Позначення на кресленнях посадок, квалітетів і граничних відхилень, вибір квалітетів.
11. Складові технологічного процесу ремонту машин.
12. Класифікація технологічних процесів за видами, за призначенням, за ступенем деталізації.
13. Технічні засоби та характеристики технологічного процесу.
14. Нормативно-технічна документація при капітальному ремонті енергообладнання.
15. Фізична суть процесу зварювання.
16. Особливості зварювання чавуну і алюмінію.
17. Відновлення деталей плазмово-дуговим наплавлення.
18. Газотермічне наплавлення і його застосування.
19. Електроіскрове нарощування і електроконтактне зварювання.
20. Електролітичне металопокриття і його застосування.
21. Електромеханічна обробка деталей.
22. Слюсарно-механічні роботи при капітальному ремонті Типова технологія капітального ремонту електричних машин.
23. Основні несправності електричних машин.
24. Порядок прийому електричних машин у капітальний ремонт.
25. Способи видалення обмоток електричних машин.
26. Слюсарно-механічні роботи при капітальному ремонті
27. Технологія просочування і сушіння обмоток.

28. Балансування роторів і якорів електричних машин.
29. Приймально-здавальні випробування електричних машин. Обсяг і норми випробувань.
30. Класифікація ремонтів трансформаторів.
31. Схема технологічного процесу капітального ремонту трансформаторів.
32. Діагностування стану і дефекація трансформаторів.
33. Операційні і між операційні випробування при капітальному ремонті трансформаторів.
34. Технологія сушіння, очищення і дегазації трансформаторного масла.
35. Приймально-здавальні випробування силових трансформаторів. Обсяг і норми випробувань.
36. Основні несправності високовольтних апаратів.
37. Ремонт роз'єднувачів, вимикачів навантаження, масляних вимикачів.
38. Організація капітального ремонту повітряних ліній напругою до і понад 1000 В.
39. Капітальний ремонт кабельних ліній.
40. Приймально-здавальні (після ремонтні) випробування повітряних і кабельних ліній.
41. Капітальний ремонт електрообладнання системи запуску тракторів і автомобілів.
42. Капітальний ремонт системи електроспоживання тракторів і автомобілів.
43. Капітальний ремонт зварювальних генераторів і випрямлячів струму.
44. Капітальний ремонт зварювальних трансформаторів.
45. Будова і призначення котельних агрегатів, пароперегрівачів, економайзерів, повітропідігрівачів.
46. Підготовка і організація ремонтних робіт котельного обладнання.
47. Вимоги до зварювальних робіт у котельних агрегатах.
48. Технологія з'єднання труб вальцюванням, вигинання труб при капітальному ремонті котельних агрегатів.
49. Термічна обробка деталей котельних агрегатів.
50. Ремонт барабанів котлів.
51. Ремонт трубної системи і арматури котлів.
52. Види і методи контролю якості зварювальних робіт котельних агрегатів.
53. Методика визначення трудомісткості ремонту і чисельності ремонтного персоналу майстерні.
54. Принципи організації виробничого процесу на ремонтних підприємствах.
55. Основні положення проектування і реконструкції ремонтних підприємств.
56. Особливості проектування технологічної частини ремонтного підприємства
57. Технічна підготовка ремонтного виробництва.

Тестові завдання

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОКР «Бакалавр» спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Кафедра Електротехніки, електромеханіки та електротехнологій 2023-2024 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1 з дисципліни "Діагностування енергетичного обладнання"	ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедри _____ Окушко О.В. (підпис) "___" _____ 2023 р.
<i>Екзаменаційні запитання</i> (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)			
1. Методика діагностування силових трансформаторів			
2. Приладове забезпечення та обладнання для випробування силових трансформаторів			
<i>Тестові завдання різних типів</i> (максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)			
	<i>Питання 1. В яких межах забезпечується регулювання напруги в силових трансформаторах з пристроєм ПБЗ?</i>		<i>Питання 6. Які режими навантаження силових трансформаторів передбачені стандартом?</i>
1	+5%; +2,5%; 0; -2,5%; -5%.	1	режими, перелічені в пп. 2-4 і додатково режим короточасних аварійних перевантажень
2	+10%; +5%; 0; -5%; -10%	2	режим циклічних навантажень
3	$\pm 6 \times 1,67\%$	3	режим систематичних навантажень
4	$\pm 2 \times 2,54\%$	4	режим тривалих аварійних перевантажень
	<i>Питання 2. Яким документом регламентована програма профілактичних випробувань силових трансформаторів?</i>		<i>Питання 7. Якими параметрами характеризується трансформаторне масло як діелектрик?</i>
1	ПУЕ-2008	1	електрична міцність
2	додаток Е1 до ПТЕЕС-2012	2	опір ізоляції
3	Система ПЗР і ТО	3	струм витоку
4	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів	4	густина
	<i>Питання 3. Якими за конструкцією виготовляються вказівники рівня масла?</i>		<i>Питання 8. Які захисні пристрої мають реагувати на окремі несправності трансформатора?</i>
1	аналогові стрілочні	1	вихлопна труба; газове реле, реле тиску
2	цифрові плоскі	2	вихлопна труба; маслозбірник
3	трубчасті рідинні	3	розширник, газове реле
4	плоскі трубчасті стрілочні	4	реле диференційного термзахисту реле тиску
	<i>Питання 4. Які захисні пристрої призначені для захисту трансформаторного масла від зволоження та окислення?</i>		<i>Питання 9. Сорбент яких двох видів використовується для заповнення осушника повітря?</i>
1	розширник з повітросушиником термосифонний фільтр	1	гранульований силікагель марки КСМ індикаторний силікагель
2	фільтр очищення масла цеолітовий патрон	2	цеоліт крупнозернистий цеоліт дрібнозернистий
3	система циркуляції масла термосифонний фільтр	3	силікагель гранульований цеоліт
4	осушник повітря термосифонний клапан	4	палігорскіт цеоліт
	<i>Питання 5. Які операції поєднують в собі обробка трансформаторного масла?</i>		<i>Питання 10. Які фактори, пов'язані з навколишнім середовищем, обумовлюють стан кабельних ліній електропередачі?</i>
1	операції, перелічені в пп. 3,4, а також відновлення кислого масла	1	повені і дощі
2	сушіння і механічне очищення свіжого масла	2	наявність хімічно активних речовин у ґрунті
3	сушіння і механічне очищення експлуатаційного масла	3	коливання температури, розмиви і зсуви ґрунту
4	центрифугування і фільтрування масла	4	коливання вологості

Екзаменатор

Окушко О.В.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ОКР «Бакалавр» спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Кафедра Електротехніки, електромеханіки та електротехнологій 2023-2024 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1 з дисципліни "Діагностування енергетичного обладнання"	ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедри _____ Окушко О.В. (підпис) "___" _____ 2023 р.
---	--	---	---

*Екзаменаційні запитання
(максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)*

1. Методика визначення технічного стану силових кабельних ліній

2. Приладове забезпечення та обладнання для випробування силових кабельних ліній

*Тестові завдання різних типів
(максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)*

	Питання 1 Які елементи електричних мереж підлягають охороні згідно із чинними правилами?		Питання 6 Що є метою пропалювання ізоляції силових кабелів?
1	трансформаторні підстанції розподільчі пункти і пристрої	1	зниження значення пробивної напруги у місці пошкодження типу "запливаючий пробій"
2	повітряні, підземні і підводні кабельні лінії електропередачі	2	зниження перехідного опору у місці замикання з тим, щоб застосувати відповідні методи пошуку
3	перелічені в пп. 1,2 і додатково струмопроводи	3	утворення в місці пошкодження умов для пробою ізоляції під час випробування
4	повітряні лінії електропередач кабельні колодазі	4	обмеження зони пошуку місця пошкодження кабелю
	Питання 2 Яким документом регламентується виконання робіт в охоронних зонах електромереж?		Питання 7 Які види захисних заходів від ураження електричним струмом передбачені ПУЭ-86?
1	"Умови проведення робіт в межах охоронних зон електричних мереж"	1	заземлення, занулення, мала напруга
2	Правила користування електричною енергією	2	подвійна ізоляція, гальванічне розв'язування
3	ПУЭ-86 і ПТЕ-95	3	перелічені в п. 1 і додатково подвійна ізоляція
4	Правила охорони електричних мереж	4	перелічені в п.п.1,3 і також вирівнювання потенціалів
	Питання 3 Які види запам'ятовуючих пристроїв використовуються у приладах, що реалізують дистанційні методи визначення місць пошкоджень повітряних ліній електропередачі?		Питання 8 З яких основних причин настають відмови електродвигунів?
1	механічні електронні	1	значна складність конструкції
2	механічні, магнітні, електричні	2	неправильний вибір за потужністю і виконанням
3	напівпровідникові, магнітні	3	відсутність або недосконалість захисту від аварійних режимів
4	електричні, механічні	4	низький рівень експлуатації
	Питання 4 На які групи поділяються прилади, що реалізують топографічні методи визначення місць пошкоджень повітряних ліній електропередачі?		Питання 9. Сорбент яких двох видів використовується для заповнення осушника повітря?
1	вказівники ділянки ПУІ із пошкодженою ізоляцією	1	гранульований силікагель марки КСМ індикаторний силікагель
2	вказівники опори із пошкодженою ізоляцією	2	цеоліт крупнозернистий цеоліт дрібнозернистий
3	перелічені в пп. 1,2 і додатково вказівники гірлянди з пошкодженою ізоляцією	3	силікагель гранульований цеоліт
4	вказівники місця короткого замикання на лінії вказівники опори з пошкодженою ізоляцією	4	палігорскіт цеоліт
	Питання 5 Що є метою пропалювання ізоляції силових кабелів?		Питання 10. Для яких експлуатаційних режимів введено поняття "тривалість вмикання"?
1	зниження значення пробивної напруги у місці пошкодження типу "запливаючий пробій"	1	повторно-короткочасного S3
2	зниження перехідного опору у місці замикання з тим, щоб застосувати відповідні методи пошуку	2	режимів S3-S8
3	утворення в місці пошкодження умов для пробою ізоляції під час випробування	3	повторно-короткочасного, включаючи пуск S4
4	обмеження зони пошуку місця пошкодження кабелю	4	режиму роботи при періодичній зміні частоти обертання та навантаження S8

Екзаменатор

Окушко О.В.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ОКР «Бакалавр» спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Кафедра Електротехніки, електромеханіки та електротехнологій 2023-2024 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1 з дисципліни "Діагностування енергетичного обладнання"	ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедри _____ Окушко О.В. (підпис) "___" _____ 2023 р.
<i>Екзаменаційні запитання</i> (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)			
1. Діагностування розподільчих пристроїв			
2. Приладове забезпечення та обладнання для діагностування розподільчих пристроїв			
<i>Тестові завдання різних типів</i> (максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)			
	Питання 1 Якими документами регламентуються питання обслуговування і ремонту електродвигунів?		Питання 6 Як має проводитися сушіння ізоляції обмотки статора електродвигуна змінним струмом?
1	ДСТУ 2365-94; ПТЕ-95; Система ПЗР і ТО; інструкції заводів-виробників	1	ротор обертається; напруга в межах $0,8 - 0,9 U_{ном}$
2	ПУЕ-86; ПТЕ-95; ПБЕЕС	2	ротор загальмований; до статора підводиться напруга, достатня для протікання струму $(0,5...0,7) I_{ном}$
3	ПУЕ 86; ПТЕ-95; Правила користування електричною енергією	3	ротор загальмований; до статора періодично подається номінальна напруга
4	ПБЕЕС; Система ПЗР і ТО	4	напруга сушіння $(0,3...0,4) U_{ном}$; ротор періодично обертається
	Питання 2 Що регламентує система ПЗР і ТО стосовно проведення ТО і ПР електродвигунів?		Питання 7 Як змінюються при перевищенні напруги живлення понад номінальну параметри ламп розжарювання?
1	періодичність ТО і ПР; трудомісткість ТО і ПР	1	потужність, світловий потік і світловіддача зростають; строк служби скорочується
2	перелічене у п.п. 1; 3	2	потужність, світловий потік зростають; світловіддача практично не змінюється; строк служби скорочується
3	примірний обсяг робіт за програмами ТО і ПР; норми витрат запчастин і матеріалів	3	як в попередньому пункті, але світловіддача зростає
4	кількість ТО і ПР на рік; річні затрати праці на виконання ТО і ПР	4	різко скорочується строк служби за незначних змін інших параметрів
	Питання 3 У якому вигляді може перебувати волога в ізоляційних матеріалах?		Питання 8 Що входить до обсягу приймально-здавальних випробувань освітлювальних установок?
1	розчин; пара	1	вимірювання опору ізоляції
2	розчин; пара; колоїди	2	перевірка щодо запалювання і горіння ламп
3	розчин; колоїди; абсорбційний шар на поверхні ізоляції	3	перевірка установок із люмінесцентними і ртутними лампами за рівнем радіоперешкод
4	розчин; абсорбційний шар на поверхні ізоляції	4	всі операції, перелічені в п.п. 1-3
	Питання 4. Які захисні пристрої призначені для захисту трансформаторного масла від зволоження та окислення?		Питання 9 Які негативні наслідки передачі реактивної потужності по мережі?
1	розширник з повітросушиником термосифонний фільтр	1	додаткові втрати активної потужності
2	фільтр очищення масла цеолітовий патрон	2	неповне використання потужності джерел живлення
3	система циркуляції масла термосифонний фільтр	3	перевитрати провідникових матеріалів
4	осушник повітря термосифонний клапан	4	перелічені в п.п. 1;3;4 і додаткові втрати реактивної потужності
	Питання 5. Що поєднує в собі волого обмін "електродвигун – навколишнє середовище"?		Питання 10. Які фактори, пов'язані з навколишнім середовищем, обумовлюють стан кабельних ліній електропередачі?
1	дифузія; випаровування	1	повені і дощі
2	поглинання вологи; випаровування вологи	2	наявність хімічно активних речовин у ґрунті
3	дифузія зовнішня і внутрішня; термодифузія	3	коливання температури, розмиви і зсуви ґрунту
4	абсорбція і абсорбція	4	коливання вологості

Екзаменатор

Окушко О.В.

8. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни мають застосовуватися методи пізнання: аналітичний, синтетичний, індуктивний, дедуктивний, а також методи самостійної розумової діяльності: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи R НР	Рейтинг з додаткової роботи R ДР	Рейтинг штрафний R ШТР	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

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	A	відмінно	Зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, стандарти зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.
4. Таблиці, схеми і плакати з технічного сервісу енергообладнання, виготовлені на кафедрі, а також типографічним способом.
5. Стенди із зразками електродвигунів, апаратів керування і захисту.
6. Лабораторні установки з діагностування електрообладнання.
7. Інтернет-ресурси.

12.Рекомендована література

Основна

1. Лут М.Т., Наливайко В.А., Радько І.П. Діагностування енергетичного обладнання: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид., перероб. і доп. - К.: Вид – во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2014.- 590 с.
2. Яцун М.А. Експлуатація та діагностування електричних машин і трансформаторів : Навч. посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 180 с.
3. Лут М.Т., Наливайко В.А., Окушко О.В., Ковтун П.М. Діагностування енергетичного обладнання. Лабораторний практикум з дисципліни «Діагностування енергетичного обладнання». Частина 1. Друге видання, перероблене і доповнене. для студентів, що навчаються за напрямом підготовки фахівців 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі». - К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2014. – 153 с.
4. Лут М.Т., Окушко О.В., Ковтун П.М. Діагностування енергетичного обладнання. Частина 1. Методичний посібник до самостійної роботи студентів з дисципліни «Діагностування енергетичного обладнання». для студентів за напрямом підготовки фахівців 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі». - К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 160 с.
5. Лут М.Т., Окушко О.В., Ковтун П.М. Діагностування енергетичного обладнання. Частина 2. Методичний посібник до самостійної роботи студентів з дисципліни «Діагностування енергетичного обладнання». для студентів за напрямом підготовки фахівців 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі». - К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 180 с.
6. Лут М.Т., Окушко О.В., Ковтун П.М. Діагностування енергетичного обладнання. Частина 3. Методичний посібник до самостійної роботи студентів з дисципліни «Діагностування енергетичного обладнання». для студентів за напрямом підготовки фахівців 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі». - К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 162 с.
7. Лут М.Т., Наливайко В.А., Окушко О.В., Ковтун П.М. Діагностування енергетичного обладнання. Частина 4. Методичний посібник до самостійної роботи студентів з дисципліни «Діагностування енергетичного обладнання». для студентів за напрямом підготовки фахівців 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі». - К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 160 с.
8. Лут М.Т., Ковтун П.М., Окушко О.В. Діагностування енергетичного обладнання. Частина 5. Методичний посібник до самостійної роботи студентів з дисципліни «Діагностування енергетичного обладнання». для студентів за напрямом підготовки фахівців 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі». - К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. – 232 с.

Директивні і нормативні матеріали

1. Правила улаштування електроустановок(ПУЕ-2014).
2. ДНАОП 0.00. – 1.32 – 01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних електроустановок. – К.: ПП «Фірма Гранмна», 2001. – 117 с.
3. ДБН В.2.5. – 23 – 2003. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Державний комітет України з будівництва та архітектури. – К.: 2004. – 128 с.
4. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). Затверджено Наказ Міністерства палива та енергетики 25.07.2006 № 258 (у редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості № 91 від 13.02.2012 та № 905 від 16.11.2012)
5. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено Наказ Держнаглядохоронпраці від 09. 01. 98 № 4. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10. 02. 98 за № 93/2533.
6. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий /Госагропром СССР. -М.: ВО Агропромиздат, 1987. - 191 с.

Допоміжна.

1. Бажанов С.А. Тепловизионный контроль электро-оборудования в эксплуатации (Часть1). М.: НТФ «Энергопрогресс», 2005.- 80 с.
2. Маркин В.В. и др. Техническая диагностика вентиляных преобразователей (В.В. Маркин, В.Н. Миронов, С.Г. Обухов). - М: Энергоиздат, 1985. - 152 с.
3. Ксёэнз С.П. Диагностика и ремонтпригодность радиоэлектронных средств. - М.: Радио и связь, 1989. -248 с.
4. Колчин А.В. Датчики средств диагностирования машин. - М.: Машиностроение, 1984. - 120 с.
5. Коко Н., Яманэ Я. Датчики и микроЭВМ; Пер. с япон. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отделение, 1986. – 120 с.
6. Бурштинський М.В., Хай М.В., Харчишин Б.М. Давачі / М.В. Бурштинський, М.В Хай., Б.М. Харчишин. – 2-е вид., доповн. – Львів:ТзОВ «Простір-М», 2014. – 202 с.
7. Акимов С.В., Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для ВУЗов. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2001. – 384 с.
8. Набоких В.А. Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов: Учебник для студентов высш. учеб. заведений / Владимир Андреевич Набоких. – Издательский центр «Академия», 2003. – 256 с.
9. А.А,Тюнин. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2007. – 352 с.

Інтернет- ресурси

1. ГП «Укрметртестстандарт» www.ukrcsm.kiev.ua/
2. Стандартизація, метрологія, сертифікація.
УКРСЕПРО csm.kiev.ua/index.php?lang=ru
3. Держгірпромнагляд України www.dnopr.gov.ua/
4. Електролабораторія в Україні - Flagma
<https://flagma.ua/elektrolaboratoriya-so254592-1.html>
5. Передвижні лабораторії - ООО "АЛЬЯНС" alliance-s.com.ua/peredvizhnye-laboratorii.html
6. Електролабораторія ЕТЛ-10 (кабельна мобільна лабораторія ...
titan-t.km.ua/etl10.php
7. Основні етапи реєстрації електролабораторії - ІнфоСМІ
infosmi.net/other/46469-osnovnye-etapy-registratsiya-elektrolaboratorii
8. Укрелектроапарат www.uea.com.ua/
9. УКРЕЛЕКТРОАПАРАТ, ПАТ (м. Хмельницький) — сайт, контакти
... www.ua-region.com.ua › Бізнес-каталог
10. Корпорація АСКО-УКРЕМ
www.acko.ua/
11. Шнейдер Електрик - мировий спеціаліст ... - Schneider Electric
www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/ua/
12. ПАО "Уманського заводу "Мегомметр" www.megommetr.com/
13. Міністерство енергетики та вугільної промисловості
України mre.kmu.gov.ua/
14. ТОВ «Промфактор» promfactor.com
15. харьковенергоприбор офіційний сайт ker.ua