


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій


“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор ННІ
енергетики, автоматики і енергозбереження
проф. 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
доц. Окушко О.В.

“РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОП
«Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
доцент Синявський О.Ю.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ДІАГНОСТУВАННЯ, ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

спеціальність – 141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: доцент, к.т.н. Наливайко Віталій Адамович

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Діагностування, обслуговування і ремонт електрообладнання

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	<u>141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u>	
Освітня програма	<u>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u>	
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	<i>іспит</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	3-й	
Семестр	6	
Лекційні заняття	30 год.	12 год.
Практичні, семінарські заняття	год.	год.
Лабораторні заняття	30 год.	10 год.
Самостійна робота	60 год.	98 год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

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 сільському господарстві, 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 електрообладнання;

вміти: - обґрунтовувати необхідність та вибирати технічні засоби діагностування конкретних видів електрообладнання;

- виконувати операції з технічного діагностування та проводити аналіз одержаних результатів.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК) ІК1. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК): К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. К02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. К05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. К05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК): К12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

К14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. К15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. К18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

Програмні результати навчання (ПРН):

- ПРН03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- ПРН07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах
- ПРН08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:
– скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

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 нормативні документи енергетичної служби.	8	2		2		4	8	1				7
Тема 2. Дефекти енергетичного обладнання	8	2		2		4	8	1				7
Тема 3. Надійність у техніці	8	2		2		4	8					8
Тема 4. Номенклатура енергетичного обладнання сільськогосподарського виробництва	8	2		2		4	8					8
Тема 5. Сервісні роботи в електроустановках з електродвигунами	8	2		2		4	8	2				6
Тема 6. Діагностування електричних апаратів напругою до 1000 В.	10	2		4		4	8	1		2		5
Тема 7. Особливості експлуатації пристроїв захисного вимикання	10	2		2		6	8	1		2		5
Разом за змістовим модулем 1	60	14		16		30	60	6		4		50
Змістовий модуль 2. Технічне діагностування електрообладнання і засобів автоматики												
Тема 8. Тепловізійний контроль енергообладнання	8	2		2		4	8	1		2		5
Тема 9. Експлуатація	6	2		2		2	6	1				5

силових трансформаторів											
Тема 10. Сервісні роботи в кабельних мережах	6	2		2		2	6	1			5
Тема 11. Визначення технічного стану заземлюючих пристроїв	8	2		2		4	8	1			7
Тема 12. Діагностування та випробування електричних апаратів напругою більше 1000 В.	8	2		2		4	8				8
Тема 13. Захист електричних мереж та обладнання від імпульсних перенапруг	8	2		2		4	8	1		2	5
Тема 14. Мобільні випробувальні електро-лабораторії	8	2		2		4	8	1		2	5
Тема 15. Організація діяльності енергетичної служби підприємства.	8	2		2		4	8	1		2	5
Разом за змістовим модулем 2	60	16		14		30	90	6		6	78
Усього годин	120	30		30		60	120	12		10	98
Курсовий проект (робота) з (якщо є в робочому навчальному плані)		-	-	-	-	-		-	-	-	-
Усього годин	120	30		30		60	120	12		10	98

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження способів налагодження електроустановок з трифазними асинхронними електродвигунами.	2
2	Сервісні роботи в автоматизованих установках водопостачання	2
3	Тепловізійні обстеження розподільчих пристроїв напругою 10 кВ.	2
4	Дослідження способів відновлення працездатності кабельних ліній електропередач.	2
5	Дослідження індукційних методів пошуку пошкоджень в кабельних лініях електропередач.	2
6	Дослідження акустичних методів пошуку пошкоджень в кабельних лініях електропередач.	2
7	Дослідження способів пошуку пошкоджень в кабельних лініях електропередач за допомогою рефлектометра.	2
8	Дослідження способів захисту електромереж та електрообладнання від аварійних режимів.	2
9	Контроль технічного стану електромагнітних контакторів, пускачів і реле	2
10	Перевірка робоздатності пристроїв захисного вимикання	2
11	Дослідження способів сервісних робіт споживчих трансформаторних підстанцій.	2
12	Приймально-здавальні випробування силових маслонаповнених кабельних ліній.	2
13	Дослідження способів оцінки технічного стану пристроїв захисного заземлення	2
14	Приймально-здавальні випробування силових кабельних ліній з ізоляцією із зшитого поліетилену.	2
15	Дослідження ефективності роботи захисних апаратів від надструмів в електричних мережах напругою до 1000 В.	2

6. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Нормативна база технічного діагностування. Огляд міжнародних стандартів з діагностування енергообладнання.	4
2	Формування дефектних актів на електрообладнання.	4
3	Розрахунок показників надійності систем електропостачання для споживачів 3 категорії	4
4	Розрахунок показників надійності систем електропостачання для споживачів 2 категорії	4
5	Побудова електромеханічних та механічних характеристик електроприводів з трифазними асинхронними електродвигунами.	4
6	Методика визначення технічного стану ручних електричних апаратів розподільчих пристроїв напругою до 1000 В. Оформлення звітної документації.	4
7	Методика визначення технічного стану пристроїв диференційного захисту в електричних мережах напругою до 1000 В. Оформлення звітної документації.	6
8	Контроль технічного стану електрообладнання з використанням пірометрів. Розробка технологічних карт теплового контролю розподільчих шаф напругою до 1000 В.	2
9	Дослідження способів виявлення короткозамкнених витків обмоток маслонаповнених силових трансформаторів.	2
10	Особливості силових кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену.	4
11	Розробка технічної документації для систем заземлення електроустановок	4
12	Особливості експлуатації та визначення технічного стану вакуумних вимикачів.	4
13	Обґрунтування схем багатоступінчатого захисту електрообладнання та мереж напругою до 1000 В від імпульсних перенапруг	4
14	Мобільні електровимірювальні лабораторії від вітчизняних виробників. Обґрунтування вибору ЕТЛ для сервісного підприємства	4
15	Визначення втрат енергії в електроприводах постійного і змінного струму	4
14	Розробка технологічних карт діагностування електрообладнання для енергетичної служби.	4
	Всього	60

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентів.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ

для самостійної підготовки

Тема 1 Основні нормативні документи енергетичної служби.

1. Технічне діагностування у системі ПЗР і ТО електрообладнання.
2. ПУЕ-2017.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.

Тема 2 Дефекти електрообладнання

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

Тема 3 Надійність у техніці

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

Тема 4 Номенклатура енергетичного обладнання в сільському господарстві

1. Номенклатура електротехнічного обладнання.

2. Навколишнє середовище та його вплив на електротехнічне обладнання .
3. Загальні вимоги до електротехнічного обладнання.
4. Класифікація електротехнічного обладнання.
5. Кліматичне виконання та категорії розміщення технічних виробів.
6. Виконання обладнання за ступенем захисту.
7. Умови та режими роботи електрообладнання.

Тема 5 Сервісні роботи в електроустановках з електродвигунами.

1. Статистика та причини відмов асинхронних електродвигунів.
2. Обсяги технічного діагностування асинхронних електродвигунів.
3. Технології технічного діагностування асинхронних електродвигунів.
4. Обсяги технічного діагностування занурювальних електродвигунів.
5. Технології контролю технічного стану занурювальних електродвигунів.
6. Прогнозування технічного стану асинхронних електродвигунів.
7. Норми та методи випробувань електродвигунів.

Тема 6. Технічне діагностування електричних апаратів напругою до 1000 В

1. Способи оцінки технічного стану електричних апаратів.
2. Способи вдосконалення налагодження захисних пристроїв .
3. Перевірка автоматичних вимикачів.
4. Перевірка електромагнітних розчіплювачів автоматичних вимикачів.
5. Розробка способів налагодження автоматичних вимикачів ВА 55-41.

Тема 7 Особливості експлуатації пристроїв захисного вимикання

1. Особливості діагностування ПЗВ.
2. Захист в електроустановках системи TT.
3. Захист в електроустановках системи TN.
4. Електроустановки системи TN-S.
5. Електроустановки системи TN-C-S.
6. Захист в електроустановках системи IT.
7. Особливості діагностування ПЗВ в електроустановках різних об'єктів.

Тема 8 Контроль технічного стану пристроїв захисту від імпульсних перенапруг.

1. Причини виникнення імпульсних перенапруг.
2. Концепція захисту від перенапруг.

3. Принцип будови ПЗП. Класифікація.
4. Перевірка справності обмежувача.
5. Приклади організації внутрішнього захисту від перенапруг.
6. Технічні характеристики обмежувачів.
7. Деякі практичні рекомендації з монтажу ПЗП.
8. Захист від короткого замикання.
9. Дві основні схеми увімкненням обмежувачів перенапруги.
10. Організація багатоступінчастого захисту.

Тема 9 Організація і проведення технічного діагностування в електротехнічній службі підприємства

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

Тема 10. Діагностування та пошук місць пошкоджень кабельних ліній електропередач

1. Види пошкоджень кабельних ліній електропередавання.
2. Пошук трас кабельних ліній електропередавання.
3. Комплект приладів для пошуку траси кабелів ПСП-2-3.
4. Пропалювання ізоляції силових кабелів.
5. Мета і особливості реалізації пропалювання ізоляції силових кабелів.
6. Технічні засоби для пропалювання ізоляції силових кабелів.
7. Характеристика методів пошуку місць пошкоджень кабельних ліній електропередавання.

8. Обрив жили кабеля із глухим заземленням однієї з її частин.
9. Обрив усіх трьох жил кабеля із глухим замиканням на землю двох із них.
10. Сучасне приладове забезпечення пошуку місць пошкоджень кабельних ліній електропередавання.
11. Вимірники неоднорідностей ліній електропередавання, рефлектометри та локатори.
12. Радари (рефлектометри) TDR 1150 і 1170 для виявлення місця пошкодження кабелю. Визначник місця пошкодження низьковольтних кабелів NEG.
13. Портативна система для локації місць пошкоджень кабелів в низьковольтних мережах EF 24 / 200. Рефлектори.

Тема 11. Діагностування силових трансформаторів

1. Норми прийнятно-здавальних випробувань силових трансформаторів.
2. Діагностування обмоток силових трансформаторів.
3. Оцінка стану ізоляції. Випробування трансформаторної оливи.
4. Дефекти перемикачів обмоток та способи їх виявлення.
5. Випробування трансформаторів підвищеною напругою.
6. Методика визначення наявності коротко замкнутих витків.
7. Обґрунтування доцільності діагностування трансформаторів.
8. Моніторинг трансформатора та систем керування (МТСК)
9. Напрямок та методи досліджень трансформаторів.
10. Тепловізійний контроль.
11. Причина аварій трансформаторів.
12. Система запобігання вибухів трансформаторів.
13. Загальні відомості про силові трансформатори.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЮРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОКР «Бакалавр» спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Кафедра Електротехніки, електромеханіки та електротехнологій 2023-2024 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 25 з дисципліни "Діагностування, обслуговування і ремонт електрообладнання"	ЗАТВЕРДЖУЮ В.о. зав. кафедри _____ Окушко О.В. (підпис) "___" _____ 2023 р.
<i>Екзаменаційні запитання (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)</i>			
1. Методика перевірки захисних пристроїв			
2. Приладове забезпечення та обладнання для вимірювання опору заземлювальних пристроїв			
<i>Тестові завдання різних типів (максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)</i>			
	Питання 1 Які види поперечної компенсації реактивної потужності?		Питання 6 Які методи застосовують при перевірці і налаштуванні апаратів захисту?
1	індивідуальна; групова	1	хронометражу; тестових впливів
2	індивідуальна; групова; централізована	2	фіктивних навантажень; тестування
3	централізована; розрізнена	3	короткого замикання
4	групова; концентрована; вибіркова	4	перевантаження
	Питання 2 Що передбачається для заохочення споживача у компенсації реактивної потужності?		Питання 7 Як змінюються при перевищенні напруги живлення понад номінальну параметри ламп розжарювання?
1	диференційований протягом часу доби тариф на електроенергію	1	потужність, світловий потік і світловіддача зростають; строк служби скорочується
2	скидки з тарифу на електроенергію	2	потужність, світловий потік зростають; світловіддача практично не змінюється; строк служби скорочується
3	пільговий тариф на електроенергію	3	як в попередньому пункті, але світловіддача зростає
4	звільнення від обмежень у споживаній електроенергії в години максимуму навантажень	4	різко скорочується строк служби за незначних змін інших параметрів
	Питання 3 Що відноситься до основних технічних засобів компенсації реактивної потужності?		Питання 8 Що входить до обсягу прийнятно-здавальних випробувань освітлювальних установок?
1	статичні косинусні конденсатори і засоби перелічені п.п. 3;4	1	вимірювання опору ізоляції
2	тиристорні регулятори	2	перевірка щодо запалювання і горіння ламп
3	синхронні двигуни і конденсатори	3	перевірка установок із люмінесцентними і ртутними лампами за рівнем радіоперешкод
4	компенсаційні перетворювачі	4	всі операції, перелічені в п.п. 1-3
	Питання 4 В чому полягає водопідготовка в установках з електродними котлами і водонагрівниками?		Питання 9 Які негативні наслідки передачі реактивної потужності по мережі?
1	у розчиненні наявних у воді солей	1	додаткові втрати активної потужності
2	у доведенні питомого опору води до рекомендованих значень	2	неповне використання потужності джерел живлення
3	у зниженні жорсткості води	3	перевитрати провідникових матеріалів
4	у додаванні у воду кальціюваної соди в усіх випадках	4	перелічені в п.п. 1;3;4 і додаткові втрати реактивної потужності
	Питання 5 З яких причин виходять з ладу нагрівні елементи (ТЕНи) у водонагрівниках?		Питання 10 Що регламентує система ПЗР і ТО стосовно проведення ТО і ПР електродвигунів?
1	із-за порушення контакту в з'єднаннях	1	періодичність ТО і ПР; трудомісткість ТО і ПР
2	із-за "сухого" ходу	2	перелічене у п.п. 1; 3
3	причини, наведені у п.п.2;4	3	примірний обсяг робіт за програмами ТО і ПР; норми витрат запчастин і матеріалів
4	внаслідок появи накипу	4	кількість ТО і ПР на рік; річні затрати праці на виконання ТО і ПР

8. Методи навчання.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю знань студентів

Формами контролю знань студентів є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних, лабораторних занять та самостійної роботи під керівництвом НПП і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи.

Проміжна атестація проводиться після вивчення програмного матеріалу кожного із 2-х змістових модулів, на які поділено навчальний матеріал дисципліни.

Формою проміжної атестації з 1-го змістового модулю є оцінювання виконаного студентом індивідуального завдання – розрахункової роботи з розрахунку заземлювального пристрою споживчої трансформаторної підстанції.

Формою проміжної атестації з 2-го змістового модулю є оцінювання знань студента з виконаних ним лабораторних робіт, якості оформлення звітів з лабораторних робіт

Після проведення проміжних атестацій з 2-х змістових модулів і визначення їх рейтингових оцінок визначається рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ за формулою

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{ЗМ} + R^{(2)}_{ЗМ})}{2} + R_{ДР} - R_{ШТР},$$

де $R^{(1)}_{ЗМ}$, $R^{(2)}_{ЗМ}$ – рейтингові оцінки відповідно 1-го і 2-го змістових модулів за 100-бальною шкалою;

$R_{ДР}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{ШТР}$ – рейтинг штрафний.

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ додається до $R_{НР}$ і не може перевищувати 20 балів. Він надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють

підвищенню рівня їх знань з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{штр}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{нр}$. Він уводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

Підсумкова атестація проводиться у формі семестрового екзамену, на якому оцінюється засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу з навчальної дисципліни за семестр.

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)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Оцінювання студента відбувається відповідно до «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (затвердженим рішенням вченої ради університету від 27.02.2019 р. протокол № 7) та згідно із таблицею.

Таблиця 1. Співвідношення між національними оцінками і рейтингом здобувача вищої освіти

Оцінка національна	Рейтинг здобувача вищої освіти, бали
Відмінно	90-100
Добре	74-89
Задовільно	60-73
Незадовільно	0-59

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{дис}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{нр}$ (до 70 балів): $R_{дис} = R_{нр} + R_{ат}$.

11. Методичне забезпечення

1. 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.
2. 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.
- 3 .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.
 - 4 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.
 - 5 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.
 - 6 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.

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. Щепотев О.І., Радько І.П. Жильцов А.В., Лут М.Т., Васюк В.В., Наливайко В.А. Діагностування і оцінювання надійності енергетичного оладнання: навчальний посібник. Частина 1. К.: ЦП «Компринт», 2017. 386 стр.

Директивні і нормативні матеріали

1. Правила улаштування електроустановок(ПУЕ-2017).
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.

– допоміжна.

1. Бажанов С.А. Тепловизионный контроль электро-оборудования в эксплуатации (Часть1). М.: НТФ «Энергопрогресс», 2005.- 80 с.
2. Діагностування електроробладнання. 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.

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>](https://flagma.ua/elektrolaboratoriya-so254592-1.html)
5. Передвижные лаборатории - ООО "АЛЪЯНС" alliances.com.ua/peredvizhnye-laboratorii.html
6. Електролабораторія ЕТЛ-10 (кабельная мобильная лаборатория ... titan-t.km.ua/etl10.php
7. Основные этапы регистрации электролаборатории - ИнфоСМИ infosmi.net/other/46469-osnovnye-etapy-registratsiya-elektrolaboratorii
8. Укрэлектроапарат www.uea.com.ua/
9. УКРЕЛЕКТРОАПАРАТ, ПАТ (м. Хмельницький) — сайт, контакти ... www.ua-region.com.ua > Бізнес-каталог
10. Корпорация АСКО-УКРЕМ www.acko.ua/
11. Шнейдер Электрик - мировой специалист ... - Schneider Electric www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/ua/
12. ПАО "Уманского завода "Мегомметр" www.megommetr.com/

13. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України tre.kmu.gov.ua/
14. ТОВ «Промфактор» promfactor.com
15. харьковенергоприбор официальный сайт ker.ua

ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

МОДУЛЬ -1

Тема 1 Основні нормативні документи енергетичної служби - 6 (4*) - годин.

ПУЕ-2017. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів Стандарти в галузі технічного діагностування. Технічне діагностування у системі ПЗР і ТО електрообладнання. Прогнозування технічного стану виробів.

Тема 2 Дефекти 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 Сервісні роботи в електроустановках з електродвигунами - 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. Особливості експлуатації пристроїв захисного вимикання - 8 (4*) - годин.

Загальні відомості. Особливості діагностування ПЗВ в електроустановках різних систем заземлення. Захист в електроустановках системи ТТ. 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.

МОДУЛЬ -2

Тема 8. Тепловізійний контроль електрообладнання - 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 еплові зорів. 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. Експлуатація силових трансформаторів - 6 (4*) - годин.

Норми приймально-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) Напряма та методи досліджень трансформаторів. Тепловізійний контроль. Причина аварій трансформаторів. Система запобігання вибухів трансформаторів. Загальні відомості про силові трансформатори

Тема 10. Сервісні роботи в кабельних мережах - 6 (4*) - годин.

Види пошкоджень кабельних ліній електропередавання. Пошук трас кабельних ліній електропередавання. Комплект приладів для пошуку трас 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, рефлектометри та локатори. Радари (рефлектометри) 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. Визначення 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. Діагностування та випробування 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. Захист електричних мереж та обладнання 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 увімкнення обмежувачів перенапруги. Організація багатоступінчастого захисту.

Тема 14. Мобільні випробувальні 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 діяльності електротехнічної служби 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.