



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни



Випробування та діагностика електричних машин

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Спеціалізація

–

Освітня програма

Електромеханіка

Рівень освіти

Перший (Бакалаврський)

Семестр

8

Інститут

ННІ Електроенергетики, електроніки та електромеханіки

Кафедра

Електричні машини (126)

Тип дисципліни

Обов'язкова, спеціальна

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Шилкова Лариса Василівна**

larysa.shylkova@khpi.edu.ua

доктор філософії, доцент, доцент кафедри електричних машин

Авторка та співавторка понад 50 наукових та методичних публікацій.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна вивчає спеціальні питання, які пов'язані з методами діагностики електричних машин згідно їх програм випробувань.

Мета та цілі дисципліни

Підготовка бакалаврів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», що передбачає формування бази теоретичних знань з методів випробувань різних типів електричних машин, а також основ теорії технічної діагностики, методів і засобів вимірювання параметрів електричних машин як в процесі виробництва, так і в процесі експлуатації.

Формат занять

Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Здатність дотримуватись в проектах електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування міжнародних стандартів, норм і технічних умов. Здатність використовувати знання з метрології та електричних вимірювань, теорії автоматичного керування та електроніки для вирішення задач вимірювання, конструювання, контролю та керування в електромеханіці. Здатність виконувати експериментальні (модельні) дослідження режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання. Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання та аналізу режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і проектування електроенергетичних та електромеханічних систем. Знати принципи визначення механічних навантажень, що виникають при експлуатації електричних машин. Здатність визначати і забезпечувати оптимальні, енергоефективні та економічні режими роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

Результати навчання

Визначати принципи побудови та нормального функціонування елементів електроенергетичних, електротехнічних електромеханічних комплексів та систем. Наслідувати зразки дій, стратегії та тактики розв'язання професійних завдань досвідченими працівниками у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Виконувати задачі з технічного обслуговування електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж, систем електропостачання і електромеханічних систем за допомогою відповідних інструкцій та практичних навичок. Вирішення професійних задач з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем. Знати та вміти складати програми загальних та спеціальних випробувань електричних машин.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 30 год., лабораторні заняття - 20 год., самостійна робота – 70 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на навчальних дисциплінах "Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка", "Вступ до спеціальності. Ознайомча практика", "Історія та культура України", "Вища математика ч.1", "Фізика ч.1".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, лабораторні заняття, інженерний семінар, співбесіда, консультація. Під час лабораторних робіт використовується компетентнісний підхід до навчання, ігрові методи, з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів при вивченні дисципліни.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій

Кількість годин

Тема 1. Технічні вимоги та стандартизація випробувань електричних машин

2

Показники якості електричних машин, міжнародні та національні стандарти випробувань і діагностики, а також вимоги до вимірювальних приладів і

обладнання.

Тема 2. Техніка безпеки та автоматизація випробувань Правила безпеки під час проведення випробувань, організація безпечного робочого процесу, сучасні системи автоматизації та програмно-керовані комплекси діагностики.	2
Тема 3. Загальні вимоги до електричних машин та методи визначення втрат і ККД Критерії придатності машин до випробувань, а також прямі та непрямі методи визначення втрат потужності та коефіцієнта корисної дії.	2
Тема 4. Прискоренні випробування при підвищених режимах роботи Методи перевірки машин при високих частотах обертання та короткочасних перевантаженнях струмом, оцінка їх стійкості та надійності.	2
Тема 5. Вимірювання обертового моменту, частоти обертання та ковзання Методи визначення механічного моменту, частоти обертання та ковзання асинхронних машин, особливості приладів та методик.	2
Тема 6. Контроль температури частин електричних машин Методи вимірювання та моніторингу температури обмоток, сердечників, підшипників та інших елементів, а також теплові випробування.	2
Тема 7. Методи вимірювання опору обмоток Способи вимірювання активного опору обмоток постійним та змінним струмом, коригування результатів за температурою.	2
Тема 8. Діагностика опору ізоляції та електричної міцності Вимірювання опору ізоляції, індексу поляризації, коефіцієнта абсорбції, а також методи випробування електричної міцності ізоляційних матеріалів.	2
Тема 9. Діагностика за рівнем шуму, вібрації та биття Методи вимірювання акустичного шуму, вібраційних параметрів та биття валу, а також їх використання для оцінки технічного стану машин	2
Тема 10. Випробування та діагностика силових трансформаторів Програми та особливості діагностичних випробувань трансформаторів: вимірювання параметрів схеми заміщення, втрат, ізоляції та стану масла.	2
Тема 11. Випробування та діагностика асинхронних двигунів Вимірювання робочих характеристик, методи визначення стану підшипників, роторної короткозамкнутої обмотки та виявлення дефектів	2
Тема 12. Випробування та діагностика синхронних машин Методики перевірки синхронних генераторів і двигунів, оцінка їх параметрів, магнітного режиму та стійкості синхронізації.	2
Тема 13. Особливості діагностики турбо- та гідрогенераторів Спеціалізовані методи діагностики великих машин енергетики, зокрема систем охолодження, вібрації, ізоляції та механічних вузлів.	2
Тема 14. Випробування та діагностика машин постійного струму Програми випробувань, особливості контролю якоря, колектора, обмоток і магнітної системи, а також методи виявлення характерних дефектів.	2
Тема 15. Випробування електричних мікромашин Методики випробувань малопотужних електричних машин, їх конструктивні особливості, чутливість до перевантажень та методи мікродіагностики	2
Загальна кількість годин	30

Практичні заняття

Не передбачені

Лабораторні заняття

Теми лабораторних робіт	Кількість годин	Вагові коефіцієнти а
Тема 1. Визначення втрат та ККД трансформатора Методи визначення магнітних та електричних втрат силового трансформатора, виконання дослідів неробочого ходу та короткого замикання. Розрахунок повних втрат та ККД на основі вимірних даних, аналіз енергетичної діаграми.	4	1
Тема 2. Визначення максимального моменту асинхронного двигуна Дослідження механічних характеристик асинхронного двигуна в режимі навантаження. Вимірювання моменту, струму та ковзання під різними режимами роботи. Експериментальне визначення критичного (максимального) моменту та порівняння результатів із теоретичними значеннями.	4	1
Тема 3. Визначення втрат та ККД двигуна постійного струму методом тарованої машини Застосування методу прямого навантаження для визначення енергетичних характеристик двигуна постійного струму. Вимірювання механічного моменту, струму та напруги у різних режимах. Розрахунок електричних та механічних втрат, визначення ККД та аналіз впливу навантаження на роботу машини.	4	1
Тема 4. Діагностування обмотки статора трифазного асинхронного двигуна Методи контролю стану обмоток статора: вимірювання активного опору фаз, перевірка симетрії та рівномірності параметрів, вимірювання опору ізоляції. Виявлення типових пошкоджень: міжвиткових замикань, обривів, зниження електричної міцності. Формування діагностичного висновку на основі отриманих результатів.	4	1
Тема 5. Визначення характеристик синхронного генератора Експериментальне визначення зовнішньої, регулювальної та навантажувальної характеристик синхронного генератора. Дослідження впливу струму збудження та навантаження на робочі параметри генератора. Аналіз реакції якоря та оцінка стійкості роботи генератора в різних режимах.	4	1
Загальна кількість годин	20	$\sum_{i=1}^n a_i = 5$

Контрольні роботи

Комплексний тест з випробувань та діагностики електричних машин	Вагові коефіцієнти b
Тема. Методи та засоби випробувань електричних машин Питання охоплюють методи виконання випробувань електричних машин, аналіз їх технічних характеристик, оцінювання стану обмоток та ізоляції, визначення втрат, ККД, шуму, вібрацій та інших діагностичних параметрів.	1
Загальна кількість годин	$\sum_{i=1}^n b_i = 1$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (розрахункове завдання).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Метрологічне забезпечення випробувань та оцінка похибок вимірювань.

5

Класи точності приладів, правила вибору діапазонів, методи одночасних відліків і зведення результатів до нормованих умов; оцінка сумарної похибки для моменту, напруги, струму, частоти обертання та маси..

Тема 2. Міжвиткові випробування та контроль стану ізоляції

5

Методи перевірки міжвиткової ізоляції на електричну міцність під час НХ/підвищеної напруги; вимірювання та інтерпретація часткових розрядів (для високовольтних об'єктів) як індикатора дефектів і зволоження.

Тема 3. Випробування на механічні та кліматичні впливи електричних машин

5

Перевірка стійкості до вібрацій, ударів, підвищеної вологості та температур; критерії придатності після впливів і типові ознаки деградації механічних вузлів та ізоляції.

Тема 4. Діагностика газощільності та систем водневого/водяного охолодження турбогенераторів

5

Методи перевірки щільності, допустимі витоки водню, контроль чистоти газу і точки роси; гідравлічні випробування охолодників, перевірка дистилляту та прохідності каналів.

Тема 5. Випробування сталі осердя статора: методики та критерії придатності

5

Перевірка питомих втрат у сталі за заданої індукції, контроль локальних перегрівів і нерівномірності; порівняння з даними виробника/попередніх випробувань і граничні температурні критерії.

Тема 6. Стійкість синхронних генераторів при коротких замиканнях і в асинхронних режимах

5

Зняття характеристики КЗ блока/генератора, виявлення ознак виткових замикань; умови та ризики асинхронних режимів, рекомендації щодо допустимих параметрів роботи.

Загальна кількість годин

30

Тематика індивідуальних завдань

Розрахункове завдання передбачає виконання студентом звіту з комплексу інженерно-розрахункових робіт, який охоплює 4 теми і виконується відповідно до виданого викладачем варіанта. Звіт має бути оформлений відповідно до вимог стандарту Університету. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до екзамену.

Діагностика електричних машин за їх параметрами

Тема 1. Визначення параметрів трансформатора і аналіз його стану

Тема 2. Визначення параметрів асинхронного двигуна і аналіз його стану

Тема 3. Визначення параметрів машини постійного струму і аналіз його стану

Тема 4. Визначення параметрів синхронного генератора і аналіз його стану

Загальна кількість годин

40

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Electrical Power Transformer Testing and Diagnostics

<https://www.udemy.com/course/electrical-power-transformer-testing-and-diagnostics/>

2. Electric Maintenance Technical Training

<https://edeinst.com/technical-training-1>

3. DC Generators and Motors

<https://www.cedengineering.com/courses/dc-generators-and-motors>

4. AC Generators and Motors

<https://www.cedengineering.com/courses/ac-generators-and-motors>

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Випробування електричних машин і трансформаторів в електроенергетичних системах : навчальний посібник / В. М. Лагутін, В. Ц. Зелінський, О. Б. Бурикін. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 115 с.
2. О. П. Чорний, Ю. В. Зачепа, В. К. Титюк, О. А. Чорна. Моніторинг і діагностика електромеханічних об'єктів : навчальний посібник. – Кременчук : ЧП Щербатих А. В., 2019. – 122 с.
3. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2020 «Норми випробування електрообладнання».
4. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.
5. Шайда В.П. Випробування та діагностика електричних машин: Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання для студентів заочної форми навчання спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньо-професійної програми «Електричні машини» / Уклад. В.П. Шайда, О.Ю. Юр'єва. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. - 24 с.
6. Мілих В.І., Іваненко В.М. Дослідження асинхронних двигунів: лаб. практикум.– Харків: НТУ «ХПІ», 2007.
7. Дослідження машин постійного струму: Лабораторний практикум / В.Д. Юхимчук, М.О. Осташевський, Т.П. Павленко. За ред. В.І.Мілих. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 100 с.
8. Дослідження силових трансформаторів: Лабораторний практикум з курсу «Електричні машини» для студентів електротехнічних спеціальностей / В.І. Мілих, О.Ю. Юр'єва, А.Г. Мірошніченко, В.Д. Юхимчук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. – 96 с.
9. Дослідження синхронних машин [Текст]: лаб. практикум / В.І. Мілих, Б.О. Єгоров, Г.Г. Єгорова, А.Г. Мірошніченко, В.Д. Юхимчук; за ред. В.І. Мілих. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010.– 117 с..

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (лабораторні роботи), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,2	0,4	0,3	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi_k \cdot k_4,$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,

I – оцінка за виконання індивідуального завдання,

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,

Π_k – оцінка за підсумковий контроль.

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де: a_i – ваговий коефіцієнт за лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^n b_i},$$

де: b_i – ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (Π , K , I , ...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.08.2025

Завідувач кафедри

Андрій ЄГОРОВ

30.08.2025

Гарант ОП

Олена ЮР'ЄВА