

Розробник: Бояркін А.О ст. викладач
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____

№ 305 «Мехатроніки та електротехніки»
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

К. Ф. Фомичов
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 3.5	Галузь знань: <u>14 «Електрична інженерія»</u> Спеціальність: <u>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u> <u>«Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»</u> Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)	Вибіркова
Модулів – 2		Рік підготовки:
Змістових модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр
		6-й
		Лекції¹⁾
Загальна кількість годин – 48/105		32 год.
		Практичні¹⁾
		-
		Лабораторні¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи здобувача – 3,56	16 год.	
	Самостійна робота¹⁾	
	57	
	Індивідуальна робота	
	-	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 48/57.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – формування у здобувачів знань: особливості конструкцій синхронних, асинхронних генераторів і генераторів постійного струму; характеристик генераторів; розрахунку електромагнітної потужності і електромагнітного моменту, за якими розраховується потужність турбін електростанцій з нетрадиційними джерелами енергії, паралельної роботи генераторів та генераторів з мережею; будови, характеристик електропривода та вибір електромагнітних механізмів та електричного двигуна, конструкції, режимів роботи, характеристик елементів електропривода та систем життєзабезпечення нетрадиційних енергетичних установок.

Завдання – застосування електротехнічних пристроїв в енергетичних установках: синхронні, асинхронні генератори і генератори постійного струму; електромагнітні механізми (реле, контактори, електромагнітні клапани, гальма, крани, муфти); електропривод; елементи систем керування режимами роботи генераторів і електропривода: датчики, сельсини, тахогенератори, підсилювачі і т. і.).

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні досягти таких **компетентностей**:

- здатність застосовувати знання на практиці (ЗК1);
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК2);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5);
- здатність використовувати професійні знання з електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики (ФК4);
- здатність використовувати знання з теорії електричних машин, апаратів та електроприводу для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики та електромеханіки (ФК6).

Програмні результати навчання:

- здатність продемонструвати знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності в області електричних кіл постійного та змінного струму, теорії електромагнітного поля, теорії електричних машин, теорії електроприводу, теорії автоматичного керування, методів аналізу електричних мереж, процесів виробництва, перетворення і транспортування енергії, схемотехніки, інформаційних технологій аналізу систем, ефективного енерговикористання (ПРН2);

- здатність продемонструвати розуміння впливу технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті (ПРН7);
- застосовувати знання технічних характеристик, конструкційних особливостей, призначення і правил експлуатації устаткування та обладнання для вирішення технічних задач спеціальності (ПРН12);
- уміння спілкуватись, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською) (ПРН20);
- здатність відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики. (ПРН24).

Пререквізити: вища математика, фізика, електротехніка, пристрої промислової електроніки нетрадиційних установок.

Кореквізити: проектування сонячних і теплових енергетичних енергоустановок; інформаційно-керуючі системи і комплекси нетрадиційних енергетичних установок.

3. Програма навчальної дисципліни

Семестр 5

Змістовний модуль №1

Лекційні заняття

Вступ.

Вступ (0,5 год.). Предмет вивчення і задачі дисципліни.

Тема 1. Основні типи електричних генераторів.

Синхронні, асинхронні генератори та генератори постійного струму. Особливості конструкції турбо- і вітрогенераторів. Можливі схеми збудження. Контактні та безконтактні електричні генератори. Номінальні параметри синхронних, асинхронних генераторів постійного струму. Система відносних величин. Паспортні дані електричних генераторів.

Тема 2. Синхронні машини.

Рівняння напруги синхронних генераторів (СГ).

Рівняння напруги неявнополюсного СГ при ненасиченому магнітному колі. ЕРС холостого ходу. Врахування реакції якоря. ЕРС розсіяння. Індуктивні опори реакції якоря, розсіяння і фази обмотки якоря. Магнітні вісі СГ. Векторна діаграма.

Рівняння напруги явнополюсного СГ при ненасиченому магнітному колі. Поздовжня і поперечна складові фазного струму. Врахування поздовжньої і поперечної реакції якоря. Індуктивні опори по поздовжнім та поперечним вісям. Індуктивний опір розсіяння. Векторна діаграма.

Електромагнітна потужність та електромагнітний момент синхронних генераторів (СГ).

Електромагнітна потужність та електромагнітний момент неявнополюсного і явнополюсного СГ з ненасиченим магнітним колом. Електромагнітна потужність. Кут навантаження. Кутова характеристика. Характеристика СГ: холостого ходу, трифазного короткого замикання, зовнішня, регульовальна, навантажувальна. Діаграма Потьє.

Електромагнітна потужність та електромагнітний момент синхронних генераторів з насиченим магнітним колом.

Неявополюсний СГ. Побудова діаграми Потьє, суміщеної з характеристикою холостого ходу. Коефіцієнт насичення. Коефіцієнт який враховує вплив насичення на величину електромагнітної потужності. Електромагнітна потужність та електромагнітний момент.

Явополюсний СГ. Вплив насичення магнітного кола СГ на електромагнітну потужність і електромагнітний момент. Енергетична діаграма синхронного генератора. Втрати потужності в СГ. Стійкий та нестійкий режими роботи. Статична стійкість. Побудова кутової характеристики.

Паралельна робота генераторів.

Ввімкнення СГ на паралельну роботу. Синхронні режими паралельної роботи СГ. Змінювання реактивної потужності. Режими синхронного компенсатора. Паралельна робота СГ на мережу нескінченної та обмеженої потужності.

Тема 3. Машини постійного струму.

Статор-індуктор, ротор-якір. Головні та додаткові полюси. Обмотка якоря, колектор, щітки та щіткотримачі. Схеми збудження МПС. Принцип дії генератора (ГПС) і двигуна постійного струму (ДПС). Реакція якоря, комутація.

Характеристики ГПС з незалежним, паралельним та змішаним збудженням: характеристика холостого ходу та умови самозбудження, зовнішня та регульовальна характеристики.

Механічні характеристики ДПС з незалежним, паралельним, послідовним та змішаним збудженням. Пуск, регулювання частоти обертання та реверсування ДПС. Втрати потужності і ККД МПС. Робочі характеристики.

Порівняння СГ, АГ та ГПС.

Тема 4. Робота асинхронної машини у режимі генератора.

Будова асинхронного генератора (АГ). Ковзання. Струм у фазі обмотки ротора. Активна та реактивна складові. Частота струму статора.

Перетворення механічної енергії в електричну в асинхронному генераторі.

Втрати потужності в АГ. Енергетична діаграма. Автономний АГ. Збудження. Схема заміщення. Векторна діаграма. Електромагнітна потужність та електромагнітний момент. Регулювання частоти та напруги. Характеристики АГ.

Змістовний модуль №2
Лекційні заняття

Тема 5. Електромагнітні апарати ЕУ.

Елементи теорії електромагнітних апаратів.

Пристрої керування та регулювання: реле, контактори, регулятори, апарати захисту, електромагнітні крани, клапани, муфти, гальма і регулятори напруги. Втяжні, поворотні і притяжні електромагнітні апарати. Властивості електромагнітів постійного та змінного струму.

Вибір електромагнітних пристроїв.

Експлуатаційні параметри: сила тяги, повітряний зазор. Коефіцієнт запасу. Розраховане тягове зусилля. Переміщення. Конструктивний фактор. Методика вибору і розрахунку електромагніта. Групи електромагнітних механізмів. Електромагнітне гальмо, електромагнітна муфта зчеплення, електромагнітна муфта зчеплення-гальмування..

Тема 6. Електропривод.

Основні характеристики електричних двигунів.

Електромагнітний момент, механічні характеристики, пуск, регулювання частоти обертання, робочі характеристики двигунів постійного струму з незалежним, паралельним, послідовним та змішаним збудженням. Основні поняття електропривода. Умова вибору електродвигуна. Реверсування і гальмування електродвигунів.

Елементи електропривода.

Моменти, які діють в електроприводі. Механічні характеристики промислових механізмів. Рівняння руху електропривода. Навантажувальні діаграми електропривода. Діаграма моментів і потужностей. Розрахунок потужності електродвигуна(еквівалентного струму, еквівалентного моменту та еквівалентної потужності); розрахунок потужності та вибір двигуна для повторно- короткочасного режиму. Особливості електромагнітного привода.

Тема 7. Елементи синхронно-стежного привода.

Електромеханічні пристрої синхронного зв'язку.

Структурна схема синхронно-стежного привода. Здавальний елемент, датчик, порівнюючий пристрій, підсилювач, виконавчий механізм, джерело електроенергії. Вимірники неузгодження: (потенціометричний, сельсін-вий).

Будова, індикаторний і трансформаторний режими роботи сельсінів. Характеристики.

Тахогенератори.

Призначення. Конструкція, принцип роботи, характеристики синхронних, асинхронних та тахогенераторів постійного струму. Порівняльний аналіз. Галузь використання.

Виконавчі двигуни.

Двигуни постійного струму. Особливості конструкції. Характеристики. Асинхронний двигун з порожнистим немагнітним ротором. Конструкція, принцип роботи. Характеристики. Галузь застосування.

Перетворювачі рода струму.

Найпростіші схеми пасивних і активних фазочутливих випрямлячів. Принцип роботи. Керування електродвигунами за допомогою мікропроцесорів, ключові підсилювачі потужності.

Тема 8. Вплив змінювання частоти змінного струму на економічність роботи енергосистем.

Загальні положення. Вплив змінювання частоти змінного струму на роботу електростанцій, на продуктивність споживання електроенергії, на споживання активної та реактивної потужності в енергосистемі, на втрати в мережі, на навантаження лічильників електричної енергії. Витрати енергії на власні потреби нетрадиційних енергоустановок.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с.р
1	2	3	4	5	6
Модуль №1					
Змістовний модуль №1					
Вступ.	0,5	0,5	–	–	–
Тема 1. Основні типи електричних генераторів.	3,5	1,5	–	–	2
Тема 2. Синхронні машини.	14	4	–	2	8
Тема 3. Машини постійного струму.	16	4	–	4	8
Тема 4. Робота асинхронної машини у режимі генератора.	14	4	–	2	8
Модульний контроль	1	1	–		–
Разом за змістовим модулем 1	49	15	–	8	26
Змістовний модуль №2					
Тема 5. Електромагнітні апарати ЕУ.	11	4	–	–	7
Тема 6. Електропривод.	18	4	–	4	10
Тема 7. Елементи синхронно-стежного привода.	20	6	–	4	10
Тема 8. Вплив змінювання частоти змінного струму на економічність роботи енергосистем.	6	2	–	–	4
Модульний контроль	1	1	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	56	17	–	8	31
Усього годин	105	32	–	16	57

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження і розрахунок параметрів та характеристик синхронного генератора	2
2	Дослідження та розрахунок параметрів та характеристик генератора постійного струму з паралельним збудженням	2
3	Розрахунок параметрів та характеристик ГПС з незалежним збудженням	2
4	Дослідження і розрахунок параметрів та характеристик асинхронного трифазного двигуна	2
5	Дослідження сельсинів	2
6	Дослідження виконавчого асинхронного двигуна з порожнистим немагнітним ротором	2
7	Дослідження тахогенераторів	2
8	Дослідження виконавчого двигуна постійного	2
Разом		16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Основні типи електричних генераторів.	2
2	Тема 2. Синхронні машини.	8
3	Тема 3. Машини постійного струму.	8
4	Тема 4. Робота асинхронної машини у режимі генератора.	8
5	Тема 5. Електромагнітні апарати ЕУ.	7
6	Тема 6. Електропривод.	10
7	Тема 7. Елементи синхронно-стежного привода.	10
8	Тема 8. Вплив змінювання частоти змінного струму на економічність роботи енергосистем.	4
Разом		57

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1 Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль №1			
Змістовий модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	4...6	4	16...24
Модульний контроль	14...22	1	14...22
Змістовий модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	4...6	4	16...24
Модульний контроль	14...22	1	14...22
Всього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

12.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- характеристики та властивості режимів роботи генераторів;
- характеристики електродвигунів, методику аналізу режимів роботи електропривода;

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- експериментально досліджувати режими роботи генераторів та електродвигунів;
- робити розрахунок електромагнітного моменту генераторів;
- вибирати електромагнітні пристрої.

12.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90 - 100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Усе методичне забезпечення в електронному вигляді розміщено на сервісі каф. 305.

14. Рекомендована література

Базова

1. Белікова Л.Я., Шевченко В.П. Електричні машини/ Навчальний посібник. — Одеса: Наука і Техніка, 2014. — 480 с.

2. Лаврінченко Ю.М. та ін. Електропривід. / Підручник К.: "Ліра-к" 2012 504 стор.

3. Беспалов В.Я. Электрические машины: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.

4. Електричні машини/ А. О. Бояркін, Е. А. Галіцин, М. В. Гаранжа, О. М. Косиченко. – Навч. посібник з лабораторного практикуму. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – с.

5. Синхронні генератори зі збудженням від постійних магнітів/ А. О. Бояркін, Е. А. Галіцин, М.В. Гаранжа, О. М. Косиченко. – Навч. посібник з розрахунково-графічної роботи, курсовому й дипломному проектуванню. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 92 с.

6. Комков В. З. Электрические машины и привод: учеб. пособие по выполнению расчетных работ / В. З. Комков, С. А. Агаркова, А. А. Бояркин. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авиаци. ин-т», 2010. — 37 с.

7. Асинхронные машины [Текст] : учеб. пособие / А. А. Бояркин, Э. А. Галицын, О. Н. Косыченко. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиаци. ин-т», 2011. – 76 с.

8. Паначевний Б.І. Курс електротехніки. Підручник, - Харків: Торнадо, 1999.-288с.

9. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: Учебник для вузов. В 2-х т.— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2004532 [4] с.: ил.

10. Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов Издательство: Питер 2008. — 350

11. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины (3-е издание, 1990)

12. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов /М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. .— 3-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия» 2007. — 576 с.

Допоміжна

1. Электроприводы пер тока с частотным регулированием, / Соколовский Г.Г.—М.: Издательский центр «Академия»2006

2. Электрический привод Учебник для вузов / Москаленко В.В 2007. — 368 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт університету <http://www.khai.edu>

Сайт кафедри <http://www.k305.edu>