

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з НВР
професор Віталій Боярчук

“ _____ ” _____ 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ”

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Львів 2024

Робоча програма навчальної дисципліни „Основи електроприводу” для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Розробник: Дробот І. М. старший викладач.

Протокол № 2 від “ 29 ” серпня 2024 року

Завідувач кафедри електротехнічних систем _____ (Віталій Левонюк)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій

Протокол № 1 від “ 29 ” серпня 2024 року

Голова методичної комісії факультету _____ (Степан Ковалишин)

VI-VII семестр

«Основи електроприводу»

1 Опис навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань **14 “Електрична інженерія”**

Спеціальність **141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”**

Характеристика навчальної дисципліни:

Обов’язкова

Кількість кредитів **8(7+1).**

Загальна кількість годин – **240.**

Індивідуальне науково-дослідне завдання – **курсова робота.**

Вид контролю: **іспит**

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – **3.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – **60.**

для заочної форми навчання – **21.**

2 Програма навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ.

1.1 Стан та основні напрями розвитку електроприводу.

1.2 Електропривод та його елементи. Основні поняття та визначення.

1.3 Класифікація електроприводів.

Тема 2 Механіка електроприводу.

2.1 Статичні та динамічні сили і моменти, що діють у системі електропривод-робоча машина.

2.2 Зведення моментів статичного опору і моментів інерції до вала електродвигуна.

2.3 Рівняння руху електроприводу.

2.4 Механічні характеристики робочих машин.

2.5 Механічні характеристики електродвигунів.

2.6 Методи експериментального визначення моменту інерції системи електродвигун-робоча машина.

Тема 3 Електромеханічні та механічні характеристики електродвигунів.

3.1 Електромеханічні та механічні характеристики двигунів постійного струму.

3.1.1 Схема вмикання двигуна постійного струму незалежного збудження. Рівняння статичних електромеханічної та механічної характеристик.

3.1.2 Механічні характеристики ДПС НЗ у відносних одиницях.

3.1.3 Енергетичний режим роботи ДПС НЗ. Гальмівні режими.

3.1.4 Способи пуску ДПС НЗ. Розрахунок опорів пускових і гальмівних резисторів.

3.1.5 Схема вмикання, статичні електромеханічні та механічні характеристики ДПС послідовного збудження.

3.1.6 Схема вмикання, рівняння електромеханічних та механічних характеристик, режим роботи ДПС змішаного збудження.

3.2 Електромеханічні та механічні характеристики двигунів змінного струму.

3.2.1 Схема вмикання та заміщення трифазного асинхронного двигуна.

3.2.2 Рівняння статичних електромеханічної та механічної характеристик трифазного двигуна у параметричній формі та його аналіз.

3.2.3 Природні та штучні характеристики трифазного асинхронного двигуна, їх розрахунок і побудова.

3.2.4 Гальмівні режими трифазних асинхронних двигунів.

3.2.5 Способи пуску, обмеження пускових струмів і моментів трифазних асинхронних двигунів.

3.2.6 Розрахунок пускових резисторів, увімкнених в коло статора та ротора.

3.2.7 Механічні характеристики однофазних та універсальних колекторних двигунів.

3.2.8 Механічна та кутова характеристика синхронного двигуна.

Тема 4 Регулювання координат електроприводів у розімкнених системах.

4.1 Загальні питання про регулювання координат електропривода.

4.2 Основні показники регулювання кутової швидкості електроприводів.

4.3 Регулювання швидкості обертання двигунів постійного струму.

4.3.1 Регулювання кутової швидкості ДПС НЗ зміною напруги на якорі.

4.3.2 Реостатне регулювання кутової швидкості ДПС НЗ.

4.3.3 Регулювання кутової швидкості ДПС НЗ зміною магнітного потоку.

4.3.4 Імпульсний спосіб регулювання кутової швидкості ДПС НЗ.

4.4 Регулювання кутової швидкості асинхронних двигунів.

4.4.1 Загальні відомості.

4.4.2 Частотне регулювання кутової швидкості АД.

4.4.3 Перетворювачі частоти для керування АД.

4.4.4 Регулювання кутової швидкості АД зміною числа пар полюсів.

4.4.5 Регулювання кутової швидкості АД зміною опору роторного кола.

4.4.6 Асинхронний регульований електропривод у каскадних схемах.

4.4.7 Регулювання кутової швидкості АД зміною напруги на статорі.

Тема 5 Перехідні процеси в електроприводах.

5.1 Загальні положення.

5.2 Визначення часу пуску і гальмування системи електродвигун-робоча машина.

5.3 Механічні перехідні процеси в електроприводі з лінійною механічною характеристикою двигуна при незмінних статичному моменті і моменті інерції

5.4 Механічні перехідні процеси в електроприводі з лінійною механічною характеристикою двигуна при незмінному моменті інерції і моменті статичних опорів, лінійно залежним від швидкості

5.5 Перехідні процеси в електроприводах з трифазними асинхронними електроприводами

5.5.1 Перехідні процеси на ділянках з лінійною механічною характеристикою двигуна при незмінних статичному моменті інерції

5.5.2 Перехідні процеси на ділянках з лінійною механічною характеристикою двигуна при незмінному моменті інерції і моменті статичних опорів, лінійно залежним від швидкості

5.5.3 Аналітичне визначення часу перехідного процесу пуску та електричного гальмування

5.6 Динамічні характеристики асинхронних електродвигунів.

Тема 6 Автоматичне регулювання координат електроприводів.

6.1 Загальні відомості.

6.2 Система автоматичного регулювання кутової швидкості ДПС НЗ.

6.3 Системи автоматичного регулювання моменту ДПС НЗ.

6.4 Обмеження струму і моменту ДПС НЗ у замкненій системі з нелінійним від'ємним зворотним зв'язком по струму.

6.5 Автоматичне регулювання положення.

6.6 Автоматичне регулювання кутової швидкості АД зміною напруги живлення з від'ємним зворотним зв'язком по швидкості.

6.7 Автоматичне частотне регулювання кутової швидкості АД.

Тема 7 Енергетика електропривода.

7.1 Основні енергетичні показники роботи електроприводу.

7.2 Втрати потужності, ККД і коефіцієнт потужності в нерегульованому електроприводі при роботі в усталеному режимі.

7.3 Втрати потужності в регульованому електроприводі при роботі в усталеному режимі.

7.4 Втрати енергії в нерегульованому електроприводі у перехідних режимах роботи і способи їх зниження.

7.4.1 Визначення енергетичних показників роботи електроприводу в перехідних режимах

7.4.2 Втрати енергії в двигунах постійного та змінного струму при роботі без навантаження

7.4.3 Втрати енергії при роботі з навантаженням

7.5 Втрати енергії в регульованому електроприводі у перехідних процесах і способи їх зниження

7.6 Шляхи енергозбереження в електроприводі.

Тема 8 Вибір електродвигунів за потужністю.

8.1 Класи нагрівостійкості ізоляції обмоток електродвигунів.

8.2 Нагрівання та охолодження електродвигунів.

8.3 Навантажувальні діаграми.

8.4 Класифікація номінальних режимів роботи електричних двигунів.

8.5 Вибір електродвигунів за потужністю для різних режимів роботи.

8.6 Визначення допустимого числа вмикань АД.

8.7 Вибір електродвигунів за потужністю для регульованого електропривода.

Тема 9 Вибір електроприводів.

9.1 Загальна методика вибору електропривода.

9.2 Розрахунки надійності електроприводу.

9.3 Техніко-економічна оцінка електропривода.

3 Структура навчальної дисципліни

Назви 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
Рік підготовки 3 Семестр 6						Рік підготовки 2 Семестр 4						
Тема 1	5	1		2		2	5	1				4
Тема 2	8	3				5	8	2				6
Тема 3	29	6		8		15	29	4		6		19
Тема 4	35	3		20		12	35	3		8		32
Тема 5	13	3		2		8	13	2				11
Іспит	30					30	30					30
Разом за семестр	120	16		32		72	120	12		14		94
Рік підготовки 4 Семестр 7						Рік підготовки 2 Семестр 4						
Тема 6	29	3		20		6	29	1		6		22
Тема 7	9	5				4	9	4				5
Тема 8	8	4				4	8	2				6
Тема 9	14	2		8		4	14	1		2		11
Іспит	30					30	30					30
Разом за семестр	90	14		28		48	90	8		8		74
Індивідуальні завдання												
КР	30				30		30				30	
Усього годин	240	30		60	30	120	240	20		22	30	168

4 Теми лабораторних (практичних) занять

№ теми	Назва теми	Кількість годин
1	ТБ, видача завдань на індивідуальну роботу	2
3	Дослідження механічних характеристик двигуна постійного струму паралельного збудження	4
	Дослідження робочих і механічних характеристик трифазного двигуна з короткозамкненим ротором	4
4	Особливості побудови релейно-контакторних схем електроприводу	6
	Автоматичний пуск двигуна постійного струму паралельного збудження у функції часу, е.р.с. та струму	4
	Найпростіші схеми керування асинхронним двигуном	2
	Схема керування трифазним асинхронним електродвигуном	

	з короткозамкненим ротором з обмеженням пускового струму і моменту активними опорами та перемиканням обмотки статора із «зірки» на «трикутник» при пуску	
	Принципальні електричні схеми керування пуском асинхронних двигунів з фазним ротором	2
	Принципальні електричні схеми керування багатoshвидкісними електродвигунами	2
	Вивчення будови та правил монтажу частотного перетворювача ABB ACS 150. Мануальне (ручне) керування асинхронним електродвигуном за допомогою частотного перетворювача ABB ACS 150	2
5	Енергетика перехідних процесів двошвидкісного асинхронного двигуна	2
6	Гальмування двигунів постійного струму у функції часу, ЕРС	4
	Пуск у функції часу і гальмування електродвигуна постійного струму з незалежним збудженням	4
	Схема пуску, динамічного гальмування та автоматичного гальмування противмиканням трифазного асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором	4
	Дослідження роботи електроприводу з електромашинним підсилювачем поперечного поля	4
	Дослідження електроприводу постійного струму з магнітним підсилювачем	4
9	Релейний захист асинхронних двигунів від ненормальних режимів роботи	4
	Захист асинхронних двигунів від ненормальних режимів роботи за допомогою універсального блоку захисту електродвигунів УЗ-301	4
Всього		60

5 Теми, винесені на самостійне вивчення

№ теми	Назва теми	Примітка
1	Вступ	
2	Механіка електроприводу	
3	Електромеханічні та механічні характеристики електродвигунів	
4	Регулювання координат електроприводів у розімкнених системах	
5	Перехідні процеси в електроприводах	
6	Автоматичне регулювання координат електроприводів	
7	Енергетика електропривода	
8	Вибір електродвигунів за потужністю	
9	Вибір електроприводів	

6 Індивідуальні завдання

Теми курсових робіт

Електропривод механізму переміщення візка мостового крана

Електропривод механізму переміщення мостового крана

Електропривод механізму піднімання крана

7 Методи навчання

1 Словесні методи (розповідь, пояснення, бесіда, лекція.)

2 Наочні методи

- ілюстрація (презентації, таблиці, моделі, малюнки тощо),
 - демонстрування засобу: дослід; експеримент, спостереження та дослід в лабораторних умовах тощо,

3 Практичні методи: практичні та самостійні роботи.

8 Методи контролю

1 Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).

2 Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка (рішення задач і прикладів, виконання креслень, схем, підготовка різних відповідей, рефератів, контрольні роботи (з конкретних питань тощо).

3 Практична перевірка (розробка документації, виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, рішення професійних завдань і т. д.

4 Стандартизований контроль (письмовий іспит).

Види контролю: Поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

9 Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни «Основи електроприводу» здобувачі набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Індекс в матриці ОПІ	Програмні компоненти
ФК 04	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
ФК05	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.
ПР03	Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
ПР06	Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
ПР07	Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.
ПР17	Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

10 Розподіл балів, які отримують студенти

VI семестр

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)					Підсумковий тест	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	Екзамен	
0	0	14	32	4	50	100

VII семестр

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)				Підсумковий тест	Сума
T6	T7	T8	T9	Екзамен	
38	0	0	12	50	100

11 Методичне забезпечення

1. Чумакевич В. О., Гречин Д. П., Дробот І. М., Герман А. Ф., Левонюк В. Р. Основи електроприводу та перетворювальної техніки: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної і заочної форм навчання. Частина 1. Львів: ЛНАУ, 2016 р. 112 с.

2. Чумакевич В. О., Дробот І. М. Основи електроприводу та перетворювальної техніки: методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної і заочної форм навчання. Львів. ЛНАУ, 2016 р. 104 с.

12 Рекомендована література

Базова

1. Лавріненко Ю. М., Марченко О. С. Електропривод: підручник. Київ: Видавництво «Ліра-К». 2009 р. 504 с.

2. Теорія електропривода. Курс лекцій для студентів напряму підготовки "Електромеханіка", спеціальності "Електромеханічні системи автоматизації та електропривод" денної форми навчання. Уклад. М. Я. Островерхов. Київ: НТУУ "КПІ", 2010 р. 274 с.

3. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навчальний посібник. За ред. М. Г. Поповича. Київ: Либідь, 2005 р. 672 с.

4. Електромеханічні системи автоматизації та електропривод (теорія і практика): Навчальний посібник. За ред. М. Г. Поповича, В. В. Кострицького. Київ: КНУТД, 2008 р. 408 с.

Допоміжна

3. Теорія електропривода. За ред. М. Г. Поповича. Київ: Вища школа, 1993 р. 495 с.

4. Марченко О. С., Лавріненко Ю. М. Електропривід. Київ: Урожай, 1995 р. 260 с.

5. Практикум з електропривода. В. С. Олійник, О. С. Марченко, Є. Л. Жулай, Ю. М. Лавріненко. Київ: Урожай, 1995 р. 190 с.

6. Піцан Р. М. Збірник задач до курсу "Електропривід". Піцан Р. М., Бардачевський В. Т., Бойчук Б. Г. – Львів: вид-во. ДУ "Львів. політехніка", 1999 р. 426 с.

13 Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси — книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет:

2.1 <https://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/automaticED.php>

2.2 <https://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/automaticED.php#electricdriveAC>

2.3 https://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/electrical_apparatus.php

2.4 <https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/3536/CD218.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.5 <https://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/automation.php>

2.6 <https://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/converters.php>