

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
ім. С.З. Гжицького
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем



ЗАТВЕРДЖЕНО

Гарант освітньо-професійної програми
«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
к.т.н., доцент

 Сергій КОРОБКА

**СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ»

освітньо-професійна програма

«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

спеціальність 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

Рівень вищої освіти – перший «бакалаврський» рівень

ВИКЛАДАЧ



Дробот Іван Михайлович

Електронна пошта:

dim39.2017@gmail.com

Телефон

+380674584787

Старший викладач кафедри електротехнічних систем Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Досвід педагогічної роботи – 24 роки, автор та співавтор понад 50 наукових публікацій, більше 10 навчально-методичних розробок.

Сфера наукових інтересів: електромеханічне перетворення енергії, електропривод, математичне моделювання у задачах електротехніки та електроприводу.

Опис дисципліни

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

Освітньо-професійна програма «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень

Кількість кредитів – 3

Рік підготовки, семестр – 3 рік, VI семестр

Компонента освітньої програми: обов'язкова

Мова викладання: українська

Анотація навчальної дисципліни

У межах зазначеної дисципліни курсу здобувачі вищої освіти на рівні бакалавр формують загальні та спеціальні компетентності. Загалом ця дисципліна передбачає вивчення загальних основ теорії електроприводу, автоматичних систем керування на рівні електромеханічних систем, які використовуються в промислових підприємствах та сільському господарстві. Також дисципліна передбачає ознайомлення з найбільш використовуваними методами розрахунку перехідних та усталених процесів, які пов'язані з електромеханічним перетворенням енергії в досліджуваних електроприводах, задіяні у виробництві та АПК з урахуванням сучасних підходів до реалізації поставлених задач. Під час вивчення курсу студентами буде розглянуто особливості роботи двигунів у різних режимах, їх механічних та електромеханічних характеристик, замкнутих та розімкнутих схем керування електроприводами.

Метою навчальної дисципліни «Основи електроприводу» є формування у студентів системи теоретичних і практичних знань для подальших підходів до аналізу електромеханічних перехідних та усталених процесів у автоматизованих електроприводах.

Завдання навчальної дисципліни передбачають:

- ❖ набуття знань про структуру, класифікацію та режими роботи електроприводу;
- ❖ формування розуміння принципів побудови та роботи електроприводів постійного та змінного струмів
- ❖ засвоєння методів визначення параметрів і побудови функціональних та структурних схем електроприводів;
- ❖ опанування способів розрахунку та вибору електричних двигунів з урахуванням особливостей функціонування об'єктів керування;
- ❖ набуття умінь аналізувати статичні та динамічні режими роботи електромеханічних систем;
- ❖ вивчення впливу збурень на роботу електроприводів;
- ❖ формування навичок застосування техніко-економічних критеріїв під час синтезу систем керування електроприводами.

Пререквізити: для успішного опанування курсу «Основи електроприводу» необхідно володіти знаннями із курсів: «Фізика», «Математика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини та апарати».

Відповідно до освітньо-професійної програми «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» вивчення дисципліни забезпечує набуття здобувачами таких компетентностей та програмних результатів навчання:

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
1	2
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або в процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів прикладної фізики та інженерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Фахові (спеціальні) компетентності	СК13. Здатність застосовувати методики вибору енергетичного обладнання відповідно до природних умов. СК15. Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг. СК16. Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
Програмні результати навчання	ПРН5. Використовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач професійної діяльності. ПРН7. Знання і розуміння наукових принципів, що лежать в основі енергетичної галузі, навички застосування сучасних математичних, фізичних та інженерних методів для розв'язання складних задач професійної діяльності. ПРН9. Визначати, формулювати і вирішувати інженерні завдання в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики з використанням енергоефективних методів. ПРН11. Розробляти проекти згідно із визначеними та описаними вимогами до конструкцій, технологічних схем, режимів роботи обладнання, характеристик енергетичних ресурсів, відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні енергетичних установок і апаратів перетворення відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики, а також технічними умовами та іншими нормативними документами. ПРН13. Експлуатувати енергетичне обладнання у відповідності до виробничих цілей, законодавства і нормативних документів, зокрема, технічних регламентів та правових норм в галузі охорони здоров'я людей і забезпечення безпеки інженерної діяльності. ПРН14. Обирати та використовувати придатні методи та засоби вимірювань для визначення значень технологічних параметрів процесів та режимів роботи енергетичного обладнання відповідно до стандартів і вимог метрологічної служби України. ПРН15. Вміти виконувати енергетичні розрахунки енергетичних об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики, вибирати тип і розміри основного і допоміжного обладнання. ПРН17. Знати існуючі підходи до проектування, виготовлення, випробувань та експлуатації обладнання та устаткування відновлюваної енергетики та гідроенергетики. ПРН20. Знати методи і порядок проектування об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики. ПРН21. Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій.

Зміст навчальної дисципліни

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст
1	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.
2	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.
3	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.

4	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.
5	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 5.6 Динамічні характеристики асинхронних електродвигунів.
6	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.
7	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.
	7.5 Втрати енергії в регульованому електроприводі у перехідних процесах і способи їх зниження
	7.6 Шляхи енергозбереження в електроприводі.

Методи навчання. Система контролю та оцінювання результатів навчання

Навчання з дисципліни «Основи електроприводу» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, які поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) та активні форми (групові проекти, семінари-дискусії, моделювання ситуацій, аналіз кейсів). Використання методів мозкового штурму, проблемно-орієнтованих і дослідницьких підходів сприяє розвитку критичного та креативного мислення, уміння працювати в команді й приймати ефективні управлінські рішення. Ефективність забезпечується залученням сучасних цифрових інструментів, програмних засобів для планування й контролю, а також роботи з професійною літературою та науковими публікаціями.

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється проведенням поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється під час практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання відповідних завдань. Форми проведення поточного контролю – усне та письмове опитування, тестовий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на завершальному етапі вивчення дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється у формі заліку.

Оцінювання здійснюється за національною шкалою – «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» та за шкалою ECTS.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проєкту (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

Остаточна оцінка за курс розраховується наступним чином:

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)							Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
0	0	16	30	14	40	0	100

T1, T2 ... T7 – теми

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

5. Теорія електропривода. За ред. М. Г. Поповича. Київ: Вища школа, 1993 р. 495 с.
6. Марченко О. С., Лавріненко Ю. М. Електропривід. Київ: Урожай, 1995 р. 260 с.
7. Практикум з електропривода. В. С. Олійник, О. С. Марченко, Є. Л. Жулай, Ю. М. Лавріненко. Київ: Урожай, 1995 р. 190 с.
8. 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.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького <https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=10932>
3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:
 - 3.1. Національний стандарт України (ДСТУ, ПУЕ, ПБЕЕС), електронна база нормативних документів URL: <https://online.budstandart.com> .
 - 3.2. Міненерго України, офіційний сайт Міністерства енергетики URL: <https://www.mev.gov.ua> .

3.3. Державна інспекція енергетичного нагляду України (Держенерго-нагляд), публікації, методичні рекомендації, вимоги безпеки в енергетиці URL: <https://denr.gov.ua> .

3.4. Електротехнічний портал ELEKS Energy, візуальні матеріали, електричні схеми, бази знань з електропостачання та енергетики URL: <https://dakar.eleks.com> .

3.5. Electrical Engineering Portal (англ.)

3.5.1. <https://electrical-engineering-portal.com>

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

3.5.3.

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

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

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

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

4. Бібліотеки: Львівського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького м. Дубляни, НУ «Львівська політехніка», Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника, м.Львів.