

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 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

к.т.н., доцент

Віталій ЛЕВОНЮК

**СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Основи електроприводу»**

ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціальність

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Рівень вищої освіти – перший «бакалаврський» рівень

ВИКЛАДАЧ



Марущак Ярослав Юрійович

Електронна пошта: ya.marushchak@gmail.com

Профіль у Scopus ID: 55202049600

Телефон: +380679160466

Доктор технічних наук, професор кафедри електротехнічних систем Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Досвід педагогічної роботи – 47 років. Автор понад 150 наукових публікацій, з них 4 монографії та 12 авторських свідоцтв і патентів на винаходи. Опублікував 3 навчальні посібники та один підручник. Основні навчальні курси, які читав у різні роки: “Автоматизація типових технологічних процесів”, “Електричні апарати”, “Основи синтезу електромеханічних систем з послідовною та паралельною корекцією”, “Розрахунок надійності електроприводів”, “Технічна діагностика”, “Синтез двомасових електромеханічних систем”, “Теорія автоматичного керування”, “Основи системного аналізу та теорії прийняття рішень”, “Основи електроприводу”, “Електропривод виробничих машин та механізмів”. Сфера наукових інтересів: синтез електромеханічних систем дробового порядку; стохастичні системи автоматичного керування.

Опис дисципліни

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень

Кількість кредитів – 8

Рік підготовки, семестр – 3-4 рік, VI-VII 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, замкнених та розімкнених 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 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» 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.
Загальні компетентності	❖ Здатність формувати команду фахівців.
Фахові (спеціальні) компетентності	❖ Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. ❖ Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
Програмні результати навчання	❖ Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ❖ Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. ❖ Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками. ❖ Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем. ❖ Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

Зміст навчальної дисципліни

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст
1	Тема 1. Загальна характеристика електроприводів. 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 валу 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	<p>Тема 3 Електромеханічні та механічні характеристики електродвигунів.</p> <p>3.1 Електромеханічні та механічні характеристики двигунів постійного струму.</p> <p>3.2 Електромеханічні та механічні характеристики двигунів змінного струму.</p>
4	<p>Тема 4 Регулювання координат електроприводів у розімкнених системах.</p> <p>4.1 Загальні питання про регулювання координат електропривода.</p> <p>4.2 Основні показники регулювання кутової швидкості електроприводів.</p> <p>4.3 Регулювання швидкості обертання двигунів постійного струму.</p>
5	<p>Тема 5 Перехідні процеси в електроприводах.</p> <p>5.1 Загальні положення.</p> <p>5.2 Визначення часу пуску і гальмування системи електродвигун-робоча машина.</p> <p>5.3 Механічні перехідні процеси в електроприводі з лінійною механічною характеристикою двигуна при незмінних статичному моменті і моменті інерції</p> <p>5.4 Механічні перехідні процеси в електроприводі з лінійною механічною характеристикою двигуна при незмінному моменті інерції і моменті статичних опорів, лінійно залежним від швидкості</p> <p>5.5 Перехідні процеси в електроприводах з трифазними асинхронними двигунами</p> <p>5.6 Динамічні характеристики асинхронних електродвигунів.</p>
6	<p>Тема 6 Автоматичне регулювання координат електроприводів.</p> <p>6.1 Загальні відомості.</p> <p>6.2 Система автоматичного регулювання кутової швидкості ДПС НЗ.</p> <p>6.3 Системи автоматичного регулювання моменту ДПС НЗ.</p> <p>6.4 Обмеження струму і моменту ДПС НЗ у замкненій системі з нелінійним від'ємним зворотним зв'язком по струму.</p> <p>6.5 Автоматичне регулювання положення.</p> <p>6.6 Автоматичне регулювання кутової швидкості АД зміною напруги живлення з від'ємним зворотним зв'язком по швидкості.</p> <p>6.7 Автоматичне частотне регулювання кутової швидкості АД.</p>
7	<p>Тема 7. Синтез систем підпорядкованого регулювання координатами електроприводів</p> <p>7.1. Математична модель тиристорного перетворювача, як ланки системи автоматичного керування .</p> <p>7.2. Математична модель якірного кола, як ланки системи автоматичного керування.</p> <p>7.3. Математична модель механічної частини електроприводу, як ланки системи автоматичного керування.</p> <p>7.4. Математична модель системи електроприводу ТП-Д, як ланки системи автоматичного керування.</p> <p>7.5. Синтез контуру струму з умови модульного оптимуму.</p> <p>7.6. Синтез контуру швидкості з умови модульного оптимуму.</p>
8	<p>Тема 8. Енергетика електропривода.</p> <p>8.1 Основні енергетичні показники роботи електроприводу.</p> <p>8.2 Втрати потужності, ККД і коефіцієнт потужності в нерегульованому електроприводі при роботі в усталеному режимі.</p> <p>8.3 Втрати потужності в регульованому електроприводі при роботі в усталеному режимі.</p> <p>8.4 Втрати енергії в нерегульованому електроприводі у перехідних режимах роботи і способи їх зниження.</p> <p>8.5 Втрати енергії в регульованому електроприводі у перехідних процесах і способи їх зниження</p> <p>8.6 Шляхи енергозбереження в електроприводі.</p>
9	<p>Тема 9 Вибір електроприводів.</p> <p>9.1 Загальна методика вибору електропривода.</p> <p>9.2 Розрахунки надійності електроприводу.</p> <p>9.3 Техніко-економічна оцінка електропривода.</p>

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 у 6 та 7 семестрах здійснюється у формі екзамену.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Основи автоматики», яку може отримати студент протягом семестру за всі види роботи, становить 100, при цьому 50 балів за результатами поточного оцінювання, та 50 – за результатами екзаменаційного контролю.

Результати поточного контролю оцінюються за чотирибальною («2», «3», «4», «5») шкалою. В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у 50-ти бальну шкалу за формулою: $ПК = 10 \cdot САЗ$

Критерії поточного оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
5 («відмінно»)	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив 90% тестових завдань.
4 («добре»)	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи обов'язкову літературу. При викладанні окремих питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються несуттєві неточності й незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3 («задовільно»)	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив близько половини тестових завдань.

2 («незадовільно»)	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Викладає матеріал фрагментарно та поверхово, без аргументації й обґрунтування, недостатньо розкриває зміст теоретичних і практичних завдань, допускає суттєві неточності. Правильно вирішив меншість тестових завдань.
--------------------	---

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

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. Марущак Я.Ю. Синтез електромеханічних систем з послідовним та паралельним коригуванням. Навч. посібник. Львів. НУ "Львівська політехніка". 2005. 208с.

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

Допоміжна

6. Теорія електропривода. За ред. М. Г. Поповича. Київ. Вища школа. 1993 р. 495 с.

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

8. Практикум з електропривода. В. С. Олійник, О. С. Марченко, Є. Л. Жулай, Ю. М. Лавріненко. Київ. Урожай. 1995 р. 190 с.
9. Піцан Р. М. Збірник задач до курсу “Електропривід”. Піцан Р. М., Бардачевський В. Т., Бойчук Б. Г. Львів. ДУ “ЛП”. 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/section.php?id=71804> .
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 (Держенергонагляд), 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.