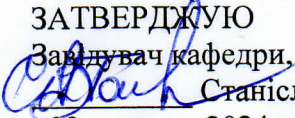


ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра механічної та електричної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завдувач кафедри,
 Станіслав ПОПОВ
«09» грудня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(обов'язкова навчальна дисципліна)

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ


освітньо-професійна програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
галузь знань	14 Електрична інженерія
освітній ступінь	бакалавр
факультет	Інженерно-технологічний

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи електроприводу» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Мова викладання: державна

Розробник: Анатолій СЕМЕНОВ, професор кафедри механічної та електричної інженерії, кандидат фізико-математичних наук, доцент

09 грудня 2024 р.

 Анатолій СЕМЕНОВ

Схвалено на засіданні кафедри механічної та електричної інженерії
протокол від 09 грудня 2024 р. № 5

Погоджено гарантом освітньої програми
Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка
09 грудня 2024 р.

 Анатолій СЕМЕНОВ

Схвалено головою ради з якості вищої освіти спеціальності
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
протокол від 09 грудня 2024 р. № 4

 Юлія БАСОВА

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання
Загальна кількість годин	150
Кількість кредитів	5
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти	обов'язкова
Рік навчання (шифр курсу)	2, 141EE бд 2023
Семестр	4
Лекції (годин)	18
Практичні (годин)	16
Лабораторні (годин)	16
Самостійна робота (годин)	100
у т.ч. індивідуальні завдання (контрольна робота), годин	–
Форма семестрового контролю	екзамен

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Опанування здобувачем вищої освіти фундаментальних знань про принципи роботи та управління електричними приводами, а також у розвитку практичних навичок для забезпечення надійної, енергоефективної та безпечної експлуатації електроприводів.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, що передують її вивченню, відповідно до структурно-логічної схеми освітньо-професійної програми: «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки».

4. Компетентності

загальні:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

фахові:

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

5. Програмні результати навчання

ПРН3. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання

Програмний результат навчання	Очікувані результати вивчення навчальної дисципліни
-------------------------------	---

ПРН3. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	Знати особливості функціонування автоматизованих електроприводів
	Розуміти та аналізувати принципи роботи автоматизованих електроприводів
	Розв'язувати практичні задачі з автоматизованими електроприводами
	Вміти оцінювати енергоефективність електроприводів для вирішення практичних проблем у професійній діяльності
ПРН5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності	Знати джерела втрат електричної енергії в електроприводах
	Використовувати емпіричні методи для оптимізації роботи електроприводів
	Розв'язувати задачі енергоефективності електроприводів
	Оцінювати ефективність заходів зі зменшення втрат електричної енергії в електроприводах

6. Методи навчання і викладання

Методи навчання: словесні (лекція, пояснення, інструктаж); наочні (демонстрування), практичні (практичні роботи, лабораторні роботи, робота з навчально-методичною літературою: конспектування).

7. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Елементи електропривода. Класифікація електроприводів

Елементи електропривода. Класифікація електроприводів. Класифікація механічних характеристик робочих машин. Рівняння механічних характеристик робочих машин. Класифікація механічних характеристик електродвигунів за ступенем жорсткості.

Тема 2. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму

Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму незалежного, послідовного та змішаного збудження. Рівняння статичних механічної і електромеханічної характеристик, їх аналіз. Природна та штучні механічні характеристики, їх розрахунок та побудова. Гальмівні режими, механічні характеристики в гальмівних режимах. Пуск електродвигуна.

Тема 3. Механічні та електромеханічні характеристики асинхронного та синхронного електродвигуна

Механічні та електромеханічні характеристики асинхронного електродвигуна. Рівняння механічної та електромеханічної характеристик та їх аналіз. Природна та штучні характеристики, їх розрахунок та побудова. Гальмівні режими асинхронних електродвигунів. Способи пуску асинхронних електродвигунів. Механічні характеристики однофазних електродвигунів. Механічна та кутова характеристики синхронного електродвигуна.

Тема 4. Основи динаміки електроприводу

Основи динаміки електроприводу. Сили і моменти, що діють в системі “двигун – робоча машина”. Активні і реактивні моменти статичних опорів. Розрахункові схеми механічної частини електроприводу. Зведення статичних моментів опору і моментів інерції до вала електродвигуна. Рівняння руху електроприводу і його аналіз. Розрахунок часу пуску і гальмування системи “двигун – робоча машина” аналітичним і графоаналітичним способами. Класифікація перехідних процесів. Механічні перехідні процеси в електроприводі з постійним моментом інерції і лінійним динамічним моментом. Електромеханічна стала часу, її фізичний зміст та методи визначення. Статична стійкість роботи електроприводу.

Тема 5. Основні енергетичні показники електроприводу

Основні енергетичні показники електроприводу. Втрати енергії в усталеному режимі. Енергетика перехідних процесів. Способи зменшення втрат енергії при перехідних процесах. Класи нагрівостійкості ізоляції обмоток електродвигунів. Нагрівання та охолодження електродвигунів. Стала часу нагрівання і охолодження, їх фізичний зміст та способи визначення. Класифікація режимів роботи електродвигунів. Визначення потужності електродвигуна при різних режимах роботи. Коефіцієнт термічного та механічного перевантаження. Визначення допустимого числа вмикань за годину.

Тема 6. Класифікація апаратури захисту і керування електроприводами

Класифікація апаратури захисту і керування електроприводами, загальні вимоги. Електромагнітні контактори і електромагнітні пускачі. Призначення, вибір. Напівпровідникові електричні апарати. Будова, принцип дії. Характеристики реле, що використовуються в електроприводах. Резистори та електромагніти в схемах керування електроприводами. Апаратура захисту електродвигунів. Призначення, вибір.

Тема 7. Функції систем автоматичного керування

Функції систем автоматичного керування. Загальні вимоги до систем керування. Принципи автоматичного керування електроприводами і їх порівняння. Правила виконання електричних схем. Типові схеми нереверсивного і реверсивного керування асинхронними електродвигунами. Схеми гальмування асинхронних електродвигунів. Схеми пуску асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором з обмеженням пускового струму і моменту. Типові схеми керування трифазними електродвигунами з фазним ротором. Типові схеми керування багатошвидкісними двигунами, однофазними асинхронними електродвигунами та електродвигунами постійного струму. Типові схеми замкнених та розімкнених автоматичних систем керування електроприводами. Програмне керування електроприводами.

Тема 8. Вибір електроприводів

Вибір електроприводів з урахуванням приводних характеристик робочих машин, режиму роботи. Вибір електроприводів за родом струму, напругою, за частотою обертання, за конструктивним виконанням і способом монтажу, за електричними модифікаціями, за ступенем захисту від дії оточуючого середовища, за кліматичним виконанням та категорією розміщення. Вибір низьковольтних комплектних пристроїв керування електроприводами. Методи оцінки і випробувань електроприводів.

Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин				
	141ЕЕ бд 2023				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб.	с.р.	
Тема 1. Елементи електропривода. Класифікація електроприводів	8	2	-	-	6
Тема 2. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму	20	2	2	4	12
Тема 3. Механічні та електромеханічні характеристики асинхронного та синхронного електродвигуна	25	2	4	4	15
Тема 4. Основи динаміки електроприводу	14	2	2	-	10
Тема 5. Основні енергетичні показники електроприводу	20	2	4	2	12
Тема 6. Класифікація апаратури захисту і керування електроприводами	23	2	-	4	17
Тема 7. Функції систем автоматичного керування	14	2	-	2	10

Тема 8. Вибір електроприводів	26	4	4	-	18
Усього годин	150	18	16	16	100

8. Теми лабораторних занять

Назва теми	Кількість годин
	141EE бд 2023
Тема 2. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму	4
Дослідження механічних характеристик електродвигуна постійного струму	
Тема 3. Механічні та електромеханічні характеристики асинхронного та синхронного електродвигуна	4
Дослідження регульованого асинхронного електроприводу	
Тема 4. Основи динаміки електроприводу. Тема 5. Основні енергетичні показники електроприводу	2
Дослідження нагрівання та охолодження електродвигуна	
Тема 6. Класифікація апаратури захисту і керування електроприводами	4
Дослідження схем автоматизованого керування асинхронним електродвигуном	
Тема 7. Функції систем автоматичного керування	2
Дослідження теплових реле і автоматичних вимикачів	
Разом	16

Теми практичних занять

Назва теми	Кількість годин
	141EE бд 2023
Тема 2. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму	2
Розрахунок та побудова природних та штучних механічних характеристик двигунів постійного струму.	
Тема 3. Механічні та електромеханічні характеристики асинхронного та синхронного електродвигуна	4
Розрахунок та побудова природних та штучних механічних характеристик асинхронного двигуна.	
Тема 4. Основи динаміки електроприводу.	2
Розрахунок та побудова механічної та кутової характеристик синхронного двигуна.	
Тема 5. Основні енергетичні показники електроприводу	4
Розрахунок часу пуску і гальмування системи “двигун – робоча машина” аналітичним і графоаналітичним способами	
Тема 8. Вибір електроприводів	4
Визначення сталої часу нагрівання і охолодження електричного двигуна. Визначення потужності електродвигуна при різних режимах роботи. Визначення допустимого числа вмикань.	
Разом	16

9. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		141EE бд 2023
1.	Класифікація механічних характеристик електродвигунів за ступенем жорсткості	6
2.	Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму незалежного, послідовного та змішаного збудження	12
3.	Способи пуску асинхронних електродвигунів	15
4.	Механічні перехідні процеси в електроприводі з постійним моментом інерції і лінійним динамічним моментом	10
5.	Енергетика перехідних процесів. Способи зменшення втрат енергії при перехідних процесах.	12
6.	Напівпровідникові електричні апарати. Характеристики реле, що використовуються в електроприводах. Апаратура захисту електродвигунів.	17
7.	Правила виконання електричних схем. Програмне керування електроприводами	10
8.	Вибір електроприводів за родом струму, напругою, за частотою обертання, за конструктивним виконанням і способом монтажу, за електричними модифікаціями, за ступенем захисту від дії оточуючого середовища, за кліматичним виконанням та категорією розміщення	18
Разом		100

10. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачено.

11. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми контролю програмних результатів навчання
ПРН3. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	Опитування, виконання лабораторних робіт; виконання практичних завдань, виконання завдань самостійної роботи
ПРН5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	Опитування, виконання лабораторних робіт; виконання практичних завдань, виконання завдань самостійної роботи

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання.

Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль оволодіння компетентностями та підсумкова оцінка рівня досягнення програмних результатів навчання.

Схема нарахування балів з навчальної дисципліни

Назва теми	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти					Разом
	опитування	виконання лабораторних робіт	виконання вправ на практичних заняттях	виконання завдань самостійної роботи	екзамен	
Тема 1. Елементи електропривода. Класифікація електроприводів	2	-	-	2	-	4
Тема 2. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму	2	6	3	2	-	13
Тема 3. Механічні та електромеханічні характеристики асинхронного та синхронного електродвигуна	2	6	6	2	-	16
Тема 4. Основи динаміки електроприводу	2	-	3	2	-	7
Тема 5. Основні енергетичні показники електроприводу	2	3	6	2	-	13
Тема 6. Класифікація апаратури захисту і керування електроприводами	2	6	-	2	-	10
Тема 7. Функції систем автоматичного керування	2	3	-	2	-	7
Тема 8. Вибір електроприводів	2	-	6	2	-	10
Екзамен					20	20
Разом	16	24	24	16	20	100

Шкала та критерії оцінювання

Кількість балів	Критерії оцінювання
Опитування	
2 бали (максимальна)	Надані відповіді на всі запитання щодо принципу роботи та ефективності використання електроприводів, вони є достатньо аргументованими
1 бал	Надані відповіді на більшість запитань щодо принципу роботи та ефективності використання електроприводів, але є неточність у судженнях
0 балів (мінімальна)	У випадку відсутності наданих відповідей (не дає можливості оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання)
Самостійна робота	
2 бали (максимальна)	Опрацьована тема самостійної роботи в повному обсязі, надані відповіді на усі запитання щодо практичних питань використання електроприводів, вони є достатньо аргументованими
1 бал	Опрацьована тема самостійної роботи в повному обсязі, надані відповіді на більшість запитань щодо практичних питань використання електроприводів, але є неточність у судженнях;

Кількість балів	Критерії оцінювання	
0 балів (мінімальна)	У випадку відсутності наданих відповідей (не дає можливості оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання)	
<i>Виконання лабораторних робіт</i>		
3 бали (максимальна)	Виконана лабораторна робота з використанням електроприводу, проведено необхідні розрахунки параметрів електродвигунів для вирішення практичних проблем, надані вичерпні відповіді на запитання	
2 бали	Виконана лабораторна робота з використанням електроприводу, проведено необхідні розрахунки параметрів електродвигунів для вирішення практичних проблем, не надані відповіді на запитання	
1 бал	Виконана лабораторна робота, з використанням електроприводу, розрахунки параметрів електродвигунів зроблені з неточностями, не надані відповіді на запитання	
0 балів (мінімальна)	Не виконана лабораторна робота (не дає можливості оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання)	
<i>Виконання вправ на практичних заняттях</i>		
3 бали (максимальна)	Виконане практичне завдання розрахунку параметрів електродвигунів та їх характеристик, надані вичерпні відповіді на запитання	
2 бали	Виконане практичне завдання розрахунку параметрів електродвигунів та їх характеристик, не надані відповіді на запитання	
1 бал	Виконане практичне завдання розрахунку параметрів електродвигунів та їх характеристик зроблено з грубими неточностями, не надані відповіді на запитання	
0 балів (мінімальна)	Не виконано практичне завдання, висновки не зроблено, відповіді на питання не сформульовано, оформлення відсутнє (не дає можливості оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів навчання)	
<i>Екзамен (складається з 2 теоретичних питань)</i>		
для 1-го і 2-го теоретичного питання	10 (максимальна)	теоретичне питання розкрито повністю щодо принципу роботи та використання електроприводів, сформовано правильні висновки
	8	теоретичне питання розкрито повністю щодо принципу роботи та використання електроприводів, сформовані часткові висновки
	6	теоретичне питання щодо принципу роботи та використання електроприводів розкрито не в повному обсязі, сформовані часткові висновки
	4	теоретичне питання щодо принципу роботи та використання електроприводів розкрито здебільшого правильно, висновки відсутні
	2	теоретичне питання щодо принципу роботи та використання електроприводів розкрито частково, наявні грубі неточності, висновки відсутні
	0 (мінімальна)	відсутність відповіді на теоретичне питання (не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти)

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачене під час вивчення навчальної дисципліни

Засоби навчання: інформаційний супровід із використанням платформи Moodle; комп'ютер (ноутбук) – 1 шт.; пристрій мультимедійний (проектор) – 1 шт.; проекційний екран – 1 шт.; презентації.

Перелік інструментів, обладнання, устаткування та програмного забезпечення, необхідного для вивчення навчальної дисципліни, забезпечують лабораторії 308, 325 та програма ELECTUDE - симулятор.

13. Політика навчальної дисципліни

- щодо термінів виконання та перескладання:

практичні завдання, завдання із самостійної роботи, звіти лабораторних занять, що здаються з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-30%). Перескладання поточного оцінювання відбуваються за наявності поважних причин із дозволу деканату. Повторне складання підсумкового контролю становить не більше 2 разів із навчальної дисципліни: один раз викладачу, другий – комісії (формується деканом факультету за участі кафедри механічної та електричної інженерії). Оцінка повторного складання є остаточною. Перескладання екзамену для підвищення позитивної оцінки можливе 1 раз на підставі заяви студента;

- щодо академічної доброчесності:

здобувач вищої освіти повинні дотримуватися Кодексу академічної доброчесності, Кодексу про етику викладача та здобувача вищої освіти ПДАУ, Положення про запобігання та виявлення академічного плагіату в ПДАУ, Порядку перевірки академічних текстів на наявність текстових запозичень у ПДАУ;

- щодо відвідування занять:

відвідування занять є обов'язковим. За наявності об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватись з використанням технологій дистанційного навчання за погодженням із деканом факультету;

- щодо зарахування результатів неформальної / інформальної освіти:

на здобувачів вищої освіти поширюється право про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті перед опануванням даної освітньої компоненти. Особливості неформального / інформального навчання регламентовані Положенням про порядок визнання результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті, здобувачами вищої освіти ПДАУ;

- щодо оскарження результатів оцінювання:

урегулювання порядку оскарження процедури та результатів проведення контрольних заходів в ПДАУ регулюється Положенням про організацію освітнього процесу в ПДАУ, Положенням про оцінювання результатів навчання з.в.о. в ПДАУ, Положенням про порядок вирішення конфліктних ситуацій у ПДАУ.

14. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Синявський О.Ю., Савченко В.В., Лаврінченко Ю.М., Войтюк Д.Г., Бунько В.Я., Рамш В.Ю. Електропривод виробничих машин і механізмів. К.: ФОП Ямчинський О. В., 2020. 444 с.

2. Видмиш А. А., Ярошенко Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 387 с.

3. Воскобойник В.Е, Бородай В.А., Боровик Р.О., Нестерова О.Ю. Основи електропривода виробничих машин та комплексів : навч. посіб. Д.: Національний ТУ «Дніпровська політехніка», 2021. 254 с.

4. Лавріненко Ю.М., Савченко П.І., Синявський О.Ю., Войтюк Д.Г., Савченко В.В., Голодний І.М. Основи електропривода: підручник. Київ: Видавництво ЛПРА-К, 2020. 532 с.
5. Васи́лега П.О. Електропривод робочих машин : підручник. Суми : Сумський державний університет, 2022. 290 с.

Допоміжні

1. Постнікова М.В., Квітка С.О. Основи електропривода: Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок втрат потужності та енергії в електроприводах з асинхронними двигунами з фазним ротором» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. 18 с.
2. Теряєв В.І. Автоматизований електропривод ч. 2 [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 204 с.
3. Пижов В.М. Електропривод: розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів вищої освіти спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 57 с.
4. Семенов А.О., Скрипник В.О., Харак Р.М., Супрович О.С. Обґрунтування раціональних параметрів електроприводів насосних агрегатів для систем агропромислового комплексу. Збірник наукових праць НУК, 2024, №3 (496). С.80-86.
5. Семенов А. О., Харак Р. М., Бичков Я. М., Скрипник В. О. Ефективність регульованого електроприводу в насосних установках водозабезпечення. Slovak international scientific journal. 2024. № 82. С. 23-27.

Інформаційні ресурси

1. Бібліотека Полтавського державного аграрного університету. URL: <https://www.pdau.edu.ua/content/biblioteka>.
2. Дистанційний курс для спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка з навчальної дисципліни «Основи електропривода» (2024-2025 н.р.) Полтавський державний аграрний університет. URL: <http://moodle.pdau.edu.ua>.
3. Національна бібліотека імені В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.