

**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 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»  
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Львів 2024

Робоча програма навчальної дисципліни „Основи електроприводу” для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти ОП «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» спеціальності 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика».

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)

### **Опис навчальної 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)

*Характеристика навчальної дисципліни:*

*Обов'язкова*

Кількість кредитів 4

Загальна кількість годин – 120

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 – 67

для заочної форми навчання – 20

### **1 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

#### 5.6 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.

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

7.6 Шляхи енергозбереження в електроприводі.

## 2 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              | 7                          | 2            |   |      |      | 5     | 7                          | 2            |    |      |      | 5     |
| Тема 3              | 21                         | 4            |   | 8    |      | 9     | 21                         | 3            | 4  |      |      | 14    |
| Тема 4              | 26                         | 6            |   | 10   |      | 10    | 26                         | 4            | 4  |      |      | 18    |
| Тема 5              | 6                          | 1            |   | 2    |      | 3     | 6                          |              |    |      |      | 6     |
| Тема 6              | 18                         | 1            |   | 10   |      | 7     | 18                         |              | 2  |      |      | 16    |
| Тема 7              | 7                          | 1            |   |      |      | 6     | 7                          |              |    |      |      | 7     |
| Іспит               | 30                         |              |   |      |      | 30    | 30                         |              |    |      |      | 30    |
| <b>Усього годин</b> | 120                        | 16           |   | 32   |      | 72    | 120                        | 10           | 10 |      |      | 100   |

## 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<br>Дослідження робочих і механічних характеристик | 2               |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|        | трифазного двигуна з короткозамкненим ротором                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                               |
| 4      | Особливості побудови релейно-контакторних схем електроприводу<br>Автоматичний пуск двигуна постійного струму паралельного збудження у функції часу, е.р.с. та струму<br>Найпростіші схеми керування асинхронним двигуном<br>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<br>Принципальні електричні схеми керування пуском асинхронних двигунів з фазним ротором<br>Принципальні електричні схеми керування багатошвидкісними електродвигунами<br>Вивчення будови та правил монтажу частотного перетворювача ABB ACS 150. Мануальне (ручне) керування асинхронним електродвигуном за допомогою частотного перетворювача ABB ACS 150 | 4<br>2<br>2<br>2<br>2<br>2<br>2 |
| 5      | Енергетика перехідних процесів двошвидкісного асинхронного двигуна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2                               |
| 6      | Гальмування двигунів постійного струму у функції часу, ЕРС<br>Пуск у функції часу і гальмування електродвигуна постійного струму з незалежним збудженням<br>Схема пуску, динамічного гальмування та автоматичного гальмування противмиканням трифазного асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором<br>Дослідження роботи електроприводу з електромашинним підсилювачем поперечного поля<br>Дослідження електроприводу постійного струму з магнітним підсилювачем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2<br>2<br>2<br>2<br>2           |
| Всього |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 32                              |

### 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 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.

## 7 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.

## 8 Результати навчання

| Індекс в матриці ОПП | Програмні компоненти                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. |
| СК16                 | Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.                                                                                                                                                             |

### 9 Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів) |    |    |    |    |    |    | Підсумковий тест | Сума |
|----------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|------------------|------|
| T1                                                       | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | Екзамен          |      |
| 0                                                        | 0  | 8  | 18 | 7  | 24 | 0  | 50               | 100  |

### 10 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.

### 11 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.



## 12 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](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>