

**Міністерство освіти і науки України**  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

  
(підпис)

Наталія САВЧЕНКО  
(ініціали та прізвище)

« 30 » серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Електричні машини**  
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці»  
(найменування спеціалізації)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

Харків 2024 рік

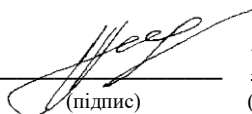
Розробник: Бояркін А.О ст. викладач  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри мехатроніки та електротехніки (№ 305)

Протокол № 1 від «29» серпня 2024 р.


Завідувач кафедри д.т.н., професор

  
(підпис)

Роман ГРИЩ  
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Здобувач гр. 339

  
(підпис)

Микола Годоров  
(ім'я та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників   | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень  | Характеристика навчальної дисципліни |
|---|---|--------------------------------------|
|   |   | Денна форма навчання                 |
| Кількість кредитів – 5  | Галузь знань: <u>14 «Електрична інженерія»</u><br>(шифр і назва)<br><br>Спеціальність: <u>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u><br>(шифр і назва)<br><br>Освітня програма: <u>«Комп’ютерно-інтегроване управління в енергетиці»</u><br><br>Рівень вищої освіти: <u>перший</u><br>(бакалаврський) | Обов’язкова                          |
| Модулів – 2   |   | <b>Рік підготовки:</b>               |
| Змістових модулів – 2   |   | 2024/2025                            |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання РГР (назва)   |   | <b>Семестр</b>                       |
|   |   | 4-й                                  |
| Загальна кількість годин – 72 <sup>1)</sup> /150  |   | <b>Лекції<sup>1)</sup></b>           |
|   |   | 32 год.                              |
|   |   | <b>Практичні<sup>1)</sup></b>        |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної роботи здобувача – 4,875 |   | 16 - год.                            |
|   |   | <b>Лабораторні <sup>1)</sup></b>     |
|   | 24 - год.   |                                      |
|   | <b>Самостійна робота</b>  |                                      |
|   | 78 - год  |                                      |
|   | <b>Індивідуальна робота</b>   |                                      |
|   | -   |                                      |
|   | <b>Вид контролю</b>   |                                      |
|   | модульний контроль, іспит   |                                      |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 72/78

<sup>1)</sup> Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** формування у здобувачів знань електротехнічної термінології та символіки; уміння експериментально визначити параметри і характеристики типових електричних машин; практичних навичок включення електричних апаратів і машин та управління ними.

**Завдання:** вивчення принципів дії, конструкцій, властивостей, галузей застосування електричних машин.

### **Компетентності, які набуваються:**

- здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2);
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК3);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5);
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК6);
- здатність працювати в команді та автономно (ЗК7);
- здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій (ФК3);
- здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу (ФК5);
- здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систему управління в енергетиці (ФК7);
- здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії (ФК9);
- здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища (ФК13);
- усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування (ФК14);
- усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК15).

### **Очікувані результати навчання:**

- знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. (ПРН3);
- знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. (ПРН5);
- вміти обирати і застосовувати сучасні методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами в енергетиці. (ПРН11);
- уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем (ПРН13);
- знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність (ПРН14);
- вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань. (ПРН15);
- вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням (ПРН22).

**Пререквізити:** вища математика, електроматеріалознавство, фізика, технічна механіка, теоретичні основи електротехніки.

**Кореквізити:** електричні апарати, електроніка та мікросхемотехніка.

**Постреквізити:** електричні системи та мережі, електрична частина станцій і підстанцій, електропривід та системи керування, основи електропостачання, виробнича практика.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль №1**

##### ***Вступ.***

Вступ (0,5 год.). Предмет вивчення і задачі дисципліни.

##### **Тема 1. Трансформатори.**

Призначення і галузі застосування трансформаторів. Будова і принцип дії однофазного трансформатора. Коефіцієнт трансформації. Умовні позитивні напрями напруг, струмів, ЕРС і магнітних потоків. Умовні графічні позначення, які застосовуються для зображення трансформаторів на електричних схемах.

Досліди холостого ходу та короткого замикання, призначення й умови проведення. Втрати енергії. Паспортні данні трансформаторів. Зовнішні характеристики. Будова, принцип дії та галузі застосування трифазних трансформаторів. Поняття про групи з'єднань.

##### **Тема 2. Асинхронні машини.**

Статор-індуктор, ротор-якір короткозамкнений, фазний. Обертове магнітне поле. Принцип дії. Режими роботи АМ: двигуна, генератора, електромагнітного гальма. Вплив ковзання на величину та фазу струму обмотки ротора. Електромагнітний момент. Механічні характеристики.

Методи пуску: конструктивний (глибокопазний, з подвійною короткозамкненою обмоткою ротора), прямий, реакторний, автотрансформаторний, перемикач обмотки статора зі схеми "зірка" на "трикутник". Методи регулювання частоти обертання АД: змінення частоти, числа пар полюсів, ковзання.

Втрати потужності і ККД. Залежність обертаючого момента на валу двигуна, частоти обертання, ККД, спожитої потужності, фазного струму обмотки статора, ковзання, коефіцієнта потужності від механічної потужності при постійній напрузі і частоті мережі.

##### **Тема 3. Синхронні машини.**

Статор-якір, ротор-індуктор з явними та неявними полюсами. Статор-індуктор, ротор-якір. Схеми збудження. Особливості конструкції СД. Принцип дії СД і СГ. Авіаційний СГ.

Електромагнітна потужність та електромагнітний момент СГ і СД. Характеристики СГ: холостого ходу, зовнішня та регульовальна. Паралельна робота СГ. Робочі характеристики СД. Втрати потужності та ККД синхронних машин.

#### **Модульний контроль**

## **Модуль №2**

### **Тема 4. Машини постійного струму.**

Статор-індуктор, ротор-якір. Головні та додаткові полюси. Обмотка якоря, колектор, щітки та щіткотримачі. Схеми збудження МПС. Принцип дії генератора (ГПС) і двигуна постійного струму (ДПС). Реакція якоря, комутація.

Характеристики ГПС з незалежним, паралельним та змішаним збудженням: характеристика холостого ходу та умови самозбудження, зовнішня та регульовальна характеристики.

Механічні характеристики ДПС з незалежним, паралельним, послідовним та змішаним збудженням. Пуск, регулювання частоти обертання та реверсування ДПС. Втрати потужності і ККД МПС. Робочі характеристики.

### **Тема 5. Електричні мікромашини автоматичних пристроїв та приладів.**

**Електричні мікродвигуни постійного струму.** Загальні відомості і класифікація. Конструкція та принцип дії. Способи керування: якірне, індукторне, імпульсне. Характеристики. Застосування.

**Асинхронні мікродвигуни.** Конструкція і принцип дії. Способи керування: амплітудне, фазове, амплітудно-фазове. Мікродвигуни з розщепленими полюсами та пусковими елементами. Характеристики. Застосування.

**Синхронні мікродвигуни.** Мікродвигуни безперервного обертання. Мікродвигуни з постійними магнітами, реактивні, гістерезисні, редукторні, крокові. Режими роботи та характеристики. Застосування.

**Тахогенератори, сельсини та обертові трансформатори.** Загальні відомості та класифікація. Тахогенератори асинхронні, синхронні та постійного струму. Конструкція і принцип дії. Характеристики. Застосування. Сельсини. Трансформаторний та індикаторний режими роботи сельсинів. Одношвидкісні та двошвидкісні, активні та реактивні КД. Синусні та косинусні поворотні трансформатори. Характеристики та області застосування.

## **Модульний контроль**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                      | Кількість годин |              |           |           |                   |
|--|-----------------|--------------|-----------|-----------|-------------------|
|  | Усього          | У тому числі |           |           |                   |
|  |                 | л            | п         | лаб.      | с.р               |
| 1  | 2               | 3            | 4         | 5         | 6                 |
| <b>Модуль №1</b>   |                 |              |           |           |                   |
| Вступ.   | 0,5             | 0,5          | –         | –         |                   |
| Тема 1. Трансформатори.  | 17,5            | 3,5          | 2         | 4         | 8                 |
| Тема 2. Асинхронні машини.   | 30              | 6            | 2         | 4         | 18                |
| Тема 3. Синхронні машини.  | 20              | 4            | 2         | 4         | 10                |
| Модульний контроль   | 2               |              | 2         |           |                   |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                | <b>70</b>       | <b>14</b>    | <b>8</b>  | <b>12</b> | <b>36</b>         |
| <b>Модуль №2</b>   |                 |              |           |           |                   |
| Тема 4. Машини постійного струму.                                  | 34              | 6            | 4         | 6         | 18                |
| Тема 5. Електричні мікромашини автоматичних пристроїв та приладів. | 44              | 12           | 2         | 6         | 24                |
| Модульний контроль   | 2               |              | 2         |           |                   |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                | <b>80</b>       | <b>18</b>    | <b>8</b>  | <b>12</b> | <b>42<br/>РГР</b> |
| <b>Усього годин</b>  | <b>150</b>      | <b>32</b>    | <b>16</b> | <b>24</b> | <b>78</b>         |



## 5. Теми семінарських занять

Не передбачено навчальним планом

## 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Розрахунок трансформатора малої потужності.                    | 2               |
| 2     | Розрахунок механічних характеристик асинхронного двигуна       | 4               |
| 3     | Розрахунок механічних характеристик двигунів постійного струму | 4               |
| 4     | Способи керування виконавчими асинхронними двигунами           | 2               |
| 5     | Модульний контроль   | 4               |
| Разом |  | 16              |

## 7. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Дослідження однофазного трансформатора.                            | 4               |
| 2     | Дослідження асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.       | 4               |
| 3     | Дослідження синхронного генератора.                                | 4               |
| 4     | Дослідження генератора постійного струму з паралельним збудженням. | 3               |
| 5     | Дослідження двигуна постійного струму з незалежним збудженням.     | 3               |
| 6     | Дослідження сельсинів.   | 3               |
| 7     | Дослідження тахогенераторів змінного струму.                       | 3               |
| Разом |  | 24              |

## 8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Тема 1. Трансформатори.  | 8               |
| 2     | Тема 2. Асинхронні машини.   | 18              |
| 3     | Тема 3. Синхронні машини.  | 10              |
| 4     | Тема 3. Машини постійного струму.                                  | 18              |
| 5     | Тема 5. Електричні мікромашини автоматичних пристроїв та приладів. | 24              |
| Разом |  | 78              |

## 9. Індивідуальні завдання

Навчальним планом передбачена розрахунково-графічна робота на тему «Розрахунок параметрів та побудова механічних характеристик АД та ДПС»

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1 Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

| Складові навчальної роботи             | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Модуль №1</b>                       |                                 |                            |                         |
| <b>Змістовий модуль1</b>               |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                      | 0...0,5                         | 8                          | 0...4                   |
| Виконання та захист лабораторних робіт | 2...3                           | 6                          | 10...18                 |
| Виконання практичних робіт             | 3...4                           | 3                          | 9...12                  |
| Модульний контроль                     | 6...10                          | 1                          | 6...10                  |
| Виконання і захист РГР                 | 10...12                         | 1                          | 10...12                 |
| <b>Модуль №2</b>                       |                                 |                            |                         |
| <b>Змістовий модуль1</b>               |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                      | 0...0,5                         | 8                          | 0...4                   |
| Виконання та захист лабораторних робіт | 2...4                           | 6                          | 10...18                 |
| Виконання практичних робіт             | 3...4                           | 3                          | 9...12                  |
| Модульний контроль                     | 6...10                          | 1                          | 6...10                  |
| <b>Всього за семестр</b>               |                                 |                            | <b>60...100</b>         |

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

### 12.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- конструкцію та принцип дії електричних машин;
- методи регулювання швидкості обертання, реверсування електричних двигунів;

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- виконувати розрахунок механічних характеристик електричних машин;

### 12.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

**Відмінно (90 - 100).** Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

#### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

| Сума балів | Оцінка за традиційною шкалою  |               |
|------------|-------------------------------|---------------|
|            | Іспит, диференційований залік | Залік         |
| 90 – 100   | Відмінно                      | Зараховано    |
| 75 – 89    | Добре                         |               |
| 60 – 74    | Задовільно                    |               |
| 0 – 59     | Незадовільно                  | Не зараховано |

### 13. Методичне забезпечення

1. Усе методичне забезпечення в електронному вигляді розміщено на сервісі каф. 305.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Белікова Л.Я., Шевченко В.П. Електричні машини/ Навчальний посібник. — Одеса: Наука і Техніка, 2014. — 480 с.

2. Лавріненко Ю.М. та ін. Електропривід. / Підручник К.: "Ліра-к" 2012. — 504 стор.

3. Загірняк М.В., Невзлін Б.І. Електричні машини. Підручник. — К. «Знання», 2009 — 399 с.

4. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М. О. Остащевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. д-ра техн. наук, професора. В. І. Мілих. - Київ: Каравела, 2018. — 452 с.

5. Асинхронні машини [Текст] : навч. посібник / А. О. Бояркін, Е. А. Галіцин, О. М. Косиченко. — Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.С. Жуковського «Харьк. авіац. ін-т», 2013. — 74 с.

6. Синхронні генератори зі збудженням від постійних магнітів/ А. О. Бояркін, Е. А. Галіцин, М.В. Гаранжа, О. М. Косиченко. – Навч. посібник з розрахунково-графічної роботи, курсовому й дипломному проектуванню. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 92 с.

7. Паначевний Б.І. Курс електротехніки. Підручник, — Харків: Торнадо, 1999. — 288с.

### **Допоміжна**

1. Електричні машини. Навчальний посібник / Г.Г. Півняк, Ф.П. Шкрабець, В.П.Довгань. — Дніпропетровськ. Видавництво Національного гірничого університету. 2003. — с.

2. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Остапівський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. — Харків : ФОП Панов А. М., 2017. — 452 с.

3. Електротехніка та основи електроніки [Текст] : навч. посіб. до лаб. практик. / А. О. Бояркін, О. М. Косиченко, А. Г. Кислий, К. Ф. Фомичов. — Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015. — 96 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

Сайт університету: <http://www.khai.edu>

Сайт кафедри: <http://www.k305.edu>