

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**ПРОГРАМА  
НОРМАТИВНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»**

*підготовки бакалавр*

*напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»*

*спеціальності «Світлотехніка та джерела світла»*

(Шифр за ОПІ 3.1.3)

Харків  
ХНУМГ  
2014 рік

**РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:**

Харківським національним університетом міського господарства  
імені О. М. Бекетова

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

доц., к.т.н. М. Л. Глєбова,  
проф., д.т.н. В. Б. Фінкельштейн

Обговорено та рекомендовано до видання Вченою радою університету, як тимчасово діюче до затвердження Президією Науково-методичної комісії з напряму підготовки 6.050701 – *«Електротехніка та електротехнології»*.

Протокол № 7 від «24» квітня 2013 року.

## ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни “Електричні машини” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки рівня бакалавр напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» спеціальності «Світлотехніка та джерела світла».

**Предметом вивчення у дисципліні** є устрій, фізичні процеси, експлуатаційні та регулювальні характеристики електричних машин і трансформаторів, які є основними ланками в сучасних енергетичних і електромеханічних устаткуваннях.

### **Міждисциплінарні зв'язки:**

#### Дисципліни, що передують вивченню даної дисципліни:

- фізика;
- вища математика
- теоретичні основи електротехніки
- промислова електроніка;
- технічна механіка;
- основи метрології та електричних вимірювань;
- електротехнічні матеріали.

#### Дисципліни, вивчення яких спирається на дану дисципліну:

- вакуумна техніка;
- електро-технічні пристрої світлотехнічних систем;
- електричні апарати;
- світлотехнічні установки та системи;
- електрична частина станцій та підстанцій;

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Фізичні процеси в трансформаторі та їх математичний опис, характеристики трансформатора.
2. Фізичні процеси в асинхронній машині та їх математичний опис, характеристики асинхронної машини.
3. Фізичні процеси в синхронній машині та їх математичний опис, характеристики синхронної машини.
4. Фізичні процеси в машинах постійного струму та їх математичний опис, характеристики машин постійного струму.

### **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Електричні машини» є формування теоретичних знань та практичних навичок у галузі електричних машин та трансформаторів, їх електричних та механічних властивостей, енергетичних і теплових процесів, що мають місце при їх роботі.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Електричні машини» є: вивчення принципів побудови електричних машин та трансформаторів, методів їх розрахунку та областей застосування.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

- знати: будову і принцип дії окремих видів електричних машин і трансформаторів; основні елементи конструкцій і матеріали, з яких вони виконуються,

- знати: електромагнітні та електромеханічні процеси в електричних машинах і трансформаторах та їх вплив на режим роботи, характеристики і енергетичні показники; способи пуску та регулювання швидкості обертання електричних машин; особливості експлуатації електричних машин і трансформаторів; математичні моделі електричних машин і трансформаторів різного рівня

- вміти: вибирати електричні машини і трансформатори для конкретних умов їх практичного використання; використовувати основні рівняння та паспортні дані електричних машин і трансформаторів для визначення їхніх параметрів для аналізу режимів роботи характеристик та енергетичних показників; вміти адекватно застосувати математичні моделі електричних машин і трансформаторів

**На вивчення навчальної дисципліни відводиться 252 години/ 7 кредитів ECTS.**

## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

**Модуль 1.** Трансформатори, асинхронні машини

**Змістовий модуль 1.** Фізичні процеси в трансформаторі та їх математичний опис, характеристики трансформатора

**Тема 1.** Конструкція, принцип дії та рівняння трансформатора.

1.1. Конструктивні елементи трансформатора. Принцип дії. Рівняння ЕРС і НС трансформатора.

1.2. Приведений трансформатор. Схема заміщення, векторні діаграми трансформатора.

1.3. Визначення параметрів по дослідах холостого ходу і короткого замикання. Струм холостого ходу й опір взаємоіндукції. Опір короткого замикання. Зв'язок між розмірами трансформатора і величинами, що характеризують електромагнітні процеси.

**Тема 2.** Втрати в трансформаторі, зовнішня характеристика трансформатора, коефіцієнт корисної дії.

2.1. Визначення зміни напруги трансформатора при навантаженні. Регулювання напруги трансформаторів без навантаження і під навантаженням.

2.2. Втрати і ККД трансформатора. Магнітні системи 3-х фазних трансформаторів.

**Тема 3.** Паралельна робота трифазних трансформаторів. Перехідні процеси в трансформаторах. Спеціальні типи трансформаторів.

3.1. Схеми і групи з'єднань обмоток.

3.2. Особливості процесу намагнічування трансформаторів. Несиметричне навантаження трифазних трансформаторів.

3.3. Перенапруга в трансформаторі. Трьохобмоточні трансформатори.

3.4. Паралельна робота трифазних трансформаторів.

3.5. Елементи перехідних процесів. Надструми при вмиканні і раптового короткого замикання. Електродинамічні умови.

3.6. Автотрансформатори. Спеціальні типи трансформаторів. Трансформатори випрямних установок.

**Змістовий модуль 2.** Фізичні процеси в асинхронній машині та їх математичний опис, характеристики асинхронної машини.

**Тема 4.** Конструкція, принцип дії та рівняння асинхронної машини. Втрати в асинхронній машині, коефіцієнт корисної дії.

4.1. Загальні питання машин змінного струму. Конструкція машин змінного струму.

4.2. Трифазні обмотки, ЕРС обмоток. Обмоточний коефіцієнт. Намагнічуюча сила трифазних обмоток. Виникнення магнітного поля. Індуктивність і взаємоіндуктивність обмоток.

4.3. Асинхронні машини. Конструкція і принцип дії.

4.4. Асинхронна машина з загальмованим ротором.

4.5. Асинхронна машина з рухомим ротором, ковзання

4.6. Схеми заміщення і векторні діаграми. Режими роботи.

4.7. Енергетична діаграма асинхронного двигуна. Коефіцієнт корисної дії.

**Тема 5.** Робочі і механічна характеристики асинхронної машини.

5.1. Обертальний електромагнітний момент та його залежність від ковзання.

5.2. Механічна характеристика двигуна. Пусковий момент асинхронного двигуна. Максимальний момент. Формула Клосса.

5.3. Дослід холостого ходу і короткого замикання.

5.4. Кругова діаграма асинхронного двигуна. Отримання робочих характеристик.

**Тема 6.** Способи пуску асинхронних двигунів. Регулювання частоти обертання. Основні та особливі типи двигунів.

6.1. Способи пуску асинхронних двигунів. Двохкліточні і глибокопазні двигуни.

6.2. Регулювання частоти обертання. Способи гальмування. Робота двигуна при неномінальних умовах. Робота машини в режимі генератора і перетворювача частоти.

6.3. Основні типи двигунів. Особливі типи. Асинхронні мікромашини. Однофазні асинхронні двигуни. Конденсаторні двигуни.

**Модуль 2** Синхронні машини, машини постійного струму

**Змістовий модуль 1.** Фізичні процеси в синхронній машині та їх математичний опис, характеристики синхронної машини.

**Тема 1.** Конструкція, принцип дії та основна векторна діаграма (діаграма Блонделя) синхронної машини.

1.1. Елементи конструкції синхронних машин. Турбо- і гідрогенератори.

1.2. Принцип дії синхронної машини.

1.3. Рівняння і векторні діаграми.

**Тема 2.** Реакція якоря синхронної машини, її залежність від характеру навантаження. Характеристики синхронного генератора.

2.1. Основне магнітне поле. Поздовжнє і поперечне поле. Реакція якоря.

2.2. Параметри обмотки статора. Система відносних одиниць. Характеристики генератора.

2.3. Дослід холостого ходу і короткого замикання.

2.4. Визначення індуктивних опорів обмотки статора трифазної синхронної машини. Відношення короткого замикання.

**Тема 3.** Характеристики синхронних машин при паралельній роботі з мережею. Електромагнітна потужність. Синхронні двигуни. Синхронні компенсатори.

3.1. Особливості паралельної роботи. Умови вмикання.

3.2. Регулювання потужності. Кутова характеристика потужності.

Синхронізуюча потужність. Стійкість роботи. Статична перевантаженість. V-образні криві.

3.3. Синхронні двигуни. Способи пуску. Векторні діаграми. V-образні криві.

Порівняльні властивості. Переваги і недоліки.

3.4. Синхронні компенсатори.

3.5. Несиметричні режими генератора. Особливості роботи. Раптове коротке замикання. Динамічна стійкість.

3.6. Колекторні машини змінного струму.

**Змістовий модуль 2.** Фізичні процеси в машинах постійного струму та їх математичний опис, характеристики машин постійного струму.

**Тема 4.** Конструкція, принцип дії та характеристики машин постійного струму, рівняння електричної та механічної рівноваги.

4.1. Конструкція машин постійного струму, матеріали конструктивні, магнітні, провідникові й ізоляційні.

4.2. Принцип дії двигунів і генераторів постійного струму.

4.3. ЕРС і електромагнітний момент.

**Тема 5.** Реакція якоря та комутація машин постійного струму.

5.1. Магнітне поле машини постійного струму при холостому ході. Магнітна характеристика. Поле якоря. Реакція якоря. Компенсаційна обмотка.

5.2. Комутація машин постійного струму. Розрахунок додаткових полюсів. Способи поліпшення комутації. Експериментальна наладка комутації, радіоперешкоди, способи їх зниження.

**Тема 6.** Регулювання швидкості двигунів і напруги генераторів постійного струму. Втрати і ККД машин постійного струму.

6.1. Генератори постійного струму. Генератори з незалежним, паралельним і змішаним збудженням.

6.2. Двигуни постійного струму. Пуск, реверсування і гальмування. Способи регулювання частоти обертання двигунів з паралельним, послідовним і змішаним збудженням.

6.3. Сучасні методи управління двигунами. Управління по системі “генератор-двигун”. Електричні мікромашини постійного струму.

6.4. Втрати і ККД машин постійного струму. Нагрівання і охолодження. Серії машин постійного струму, що випускаються електропромисловістю.

**Тема 7.** Вентильні та вентильні реактивні машини.

7.1. Конструкція і принцип дії вентильних машин.

7.2. Рівняння вентильних машин.

7.3. Характеристики вентильних машин.

7.4. Конструкція і принцип дії вентильних реактивних машин.

7.5. Рівняння вентильних реактивних машин.

7.6. Характеристики вентильних реактивних машин.

### **3. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Яцун М.А. Електричні машини. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2001. – 428 с.

2. И.П. Копылов. Электрические машины. Москва. Энергоиздат, 2004.

3. А.В. Иванов-Смоленский. Электрические машины. Москва. Энергия, 1988.

4. А.И. Вольдек. Электрические машины. Ленинград. Энергия, 1984.

5. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины. Москва. Высшая школа, 1990. – 528 с.: ил.

#### **Допоміжна**

1. Читечян В.И. Электрические машины: Сборник задач. – М.: Высшая школа, 1988. -231 с.: ил.

2. Кацман М.М. Электрические машины. Москва. Высшая школа, 2001. – 464 с.: ил.

3. И.П. Копылов. Проектирование электрических машин. Москва. Энергия, 1980.

#### **Інформаційні ресурси**

1) <http://www.toroid.ru/kitaevVE.html>

2) <http://www.toroid.ru/kitaevVE2.html>

3) <http://www.booksgid.com/other/30121-jelektricheskie-mashiny.html>

4) <http://www.booksgid.com/humanities/1724-a.i.voldek.-jelektricheskie-mashiny.html>

### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання**

Формами підсумкового контролю успішності для першого модуля є залік, для другого модуля є екзамен.

Екзамен забезпечен екзаменаційними білетами у кількості 30 штук .

### **5. Засоби діагностики успішності навчання**

Засобами діагностики успішності навчання є тестування, захист лабораторних та розрахунково-графічної роботи на основі контрольних запитань наведених у методичних вказівках до виконання лабораторних та до розрахунково-графічної роботи; опитування за контрольними запитаннями, що наведені в методичних вказівках до самостійного вивчення дисципліни, проведення контрольних робіт (1 контрольна робота за матеріалом модуля 1; 1 контрольна робота за матеріалом модуля 2), які забезпечені комплектами контрольних робіт у кількості 30 штук кожний.

*Навчальне видання*

**Програма  
нормативної навчальної дисципліни**

**«Електричні машини»**

**підготовки бакалавр**

**напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»  
спеціальності «Світлотехніка та джерела світла»**

Розробники: **ГЛЄБОВА** Марина Леонідівна,  
**ФІНКЕЛЬШТЕЙН** Володимир Борисович

В авторській редакції

Комп'ютерне верстання: *Ю. Ю. Конюшенко*

План 2013, поз. 160 а

---

Підп. до друку 11.06.2013 р.

Друк на ризографі

Тираж 1 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 0,3

Зам. № 9425

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №4064 від 12.05.2011 р.