

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**А.І. Кузнецов, М.В.Чернявська**

**Програма навчальної дисципліни та  
робоча програма навчальної дисципліни**

**"ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ"**

(для студентів 3, 4 курсів ФПО та ЗН  
напрямку підготовки 0906 (6.050701) «Електротехніка та електротехнології»  
(спеціальності "Електротехнічні системи електроспоживання"))

Програма навчальної дисципліни та робоча програма навчальної дисципліни "Електричні машини" (для студентів 3, 4 курсів ФПО та ЗН напряму підготовки 0906 (6.050701) «Електротехніка та електротехнології» (спеціальності "Електротехнічні системи електроспоживання")) / Укл.: А.І. Кузнецов, М.В. Чернявська. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 24с.

Укладачі: А.І.Кузнецов,  
М.В. Чернявська

Рецензент: доцент кафедри ІСТвМГ,  
кандидат технічних наук В.М. Охріменко

Затверджено на засіданні кафедри "Інформаційні системи і технології в міському господарстві", протокол № 58 від 27.08.2009 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
1.1 Мета, предмет та місце дисципліни .....	5
1.2 Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни .....	5
1.3 Освітньо-кваліфікаційні вимоги .....	6
1.4 Рекомендована основна навчальна література.....	7
1.5 Анотація програми навчальної дисципліни .....	7
2 РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ .....	9
2.1 Структура навчальної дисципліни.....	9
2.2 Тематичний план навчальної дисципліни .....	10
2.3 Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента .....	14
2.4 Індивідуальні завдання: .....	17
2.5. Розподіл часу самостійної навчальної роботи студента .....	18
2.6 Засоби контролю та структура залікового кредиту .....	18
2.7 Методи та критерії оцінювання знань.....	18
2.8 Інформаційно-методичне забезпечення.....	22

## ВСТУП

Електричні машини та трансформатори є невід'ємною частиноюлюбих електричних схем та приладів, які передають та перетворюють електричну енергію.

За таких умов важливого значення набуває вивчення цього курсу, щоб кваліфіковано вирішувати питання експлуатації та проектування електричних систем. Все це обумовлює актуальність вивчення дисципліни "Електричні машини".

Дисципліна "Електричні машини" є нормативною дисципліною для підготовки спеціалістів за спеціальністю 6.090.600 "Електротехнічні системи електроспоживання".

Приєднання України до Болонського процесу передбачає впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП), яка є українським варіантом ECTS. Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Необхідна навчальна база перед початком вивчення дисципліни: з метою найкращого засвоєння матеріалу студенти повинні опанувати знання і навички стосовно процесів та методів розрахунків електричних схем.

Програма навчальної дисципліни розроблена на основі:

СВО ХНАМГ ОКХ підготовки бакалавра напряму 6.050.701 електротехніка та спеціальності 6.090.600 "Електротехнічні системи електроспоживання", 2007 р..

СВО ХНАМГ ОПП підготовки бакалавра напряму 6.050.701 електротехніка та спеціальності 6.090.600 "Електротехнічні системи електроспоживання", 2007 р..

СВО ХНАМГ Навчальний план підготовки бакалавра напряму 6.050.701 електротехніка та спеціальності 6.090.600 "Електротехнічні системи електроспоживання", 2007 р..

Програми ухвалено кафедрою "Інформаційні системи і технології в міському господарстві", протокол № 58 від 27.08.2009 р. та Вченою радою факультету Післядипломної освіти та заочного навчання (протокол № 1 від 4 вересня 2009 р.).

# 1 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1.1 Мета, предмет та місце дисципліни

1.1.1 Мета: 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

Завдання: вивчення принципів побудови електричних машин та трансформаторів, методів їх розрахунку та областей застосування.

1.1.2 Предмет вивчення дисципліни: устрій, фізичні процеси, експлуатаційні та регулювальні характеристики електричних машин і трансформаторів, які є основними ланками в сучасних енергетичних і електромеханічних устаткуваннях.

1.1.3 Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки бакалавра

Дисципліни, що передують вивченню даної дисципліни	Дисципліни, вивчення яких спирається на дану дисципліну
Математика, фізика, теоретична електротехніка, промислова електроніка, теоретична механіка, основи метрології та електричні вимірювання, електротехнічні матеріали	Спеціальні електричні машини, теорія електроприводу, основи електричної тяги, АСУ електропостачання електричного транспорту, електричне обладнання рухомого складу

## 1.2 Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни

**Модуль 1.** Трансформатори. Загальна теорія машин перемінного струму. Асинхронні машини. (3 кредита/ 108 годин)

Змістові модулі( ЗМ):

ЗМ 1.1. Фізичні процеси в трансформаторі та їх математичний опис, характеристики трансформатора.

1. Конструкція, принцип дії та рівняння трансформатора.
2. Втрати в трансформаторі, коефіцієнт корисної дії.
3. Зовнішня характеристика трансформатора.

ЗМ 1.2. Фізичні процеси в асинхронній машині та їх математичний опис, характеристики асинхронної машини.

1. Конструкція, принцип дії та рівняння асинхронної машини.
2. Втрати в асинхронній машині, коефіцієнт корисної дії.
3. Робочі і механічна характеристики асинхронної машини.

## Модуль 2. Синхронні машини. Машини постійного струму

(3 кредита/ 108 годин)

Змістові модулі( ЗМ):

ЗМ 2.1. Фізичні процеси в синхронній машині та їх математичний опис, характеристики синхронної машини.

1. Конструкція, принцип дії та основна векторна діаграма (діаграма Блонделя) синхронної машини.
2. Реакція якоря синхронної машини, її залежність від характеру навантаження, електромагнітна потужність.
3. Характеристики синхронних машин при автономній роботі та при паралельній роботі з мережею.

ЗМ 2.2. Фізичні процеси в машинах постійного струму та їх математичний опис, характеристики машин постійного струму.

1. Конструкція, принцип дії та характеристики машин постійного струму, рівняння електричної та механічної рівноваги.
2. Реакція якоря та , комутація машин постійного струму.
3. Регулювання швидкості двигунів і напруги генераторів постійного струму.

### 1.3 Освітньо-кваліфікаційні вимоги

Вміння (за рівнями сформованості) та знання	Типові задачі діяльності, у яких використовуються вміння та знання	Виробничі та соціальні функції, до яких відносяться типові задачі діяльності
Знати будову і принцип дії окремих видів електричних машин і трансформаторів; основні елементи конструкцій і матеріали, з яких вони виконуються	Проектно-конструкторська, технологічна та операторська	Виробничі
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	Проектно-конструкторська, технологічна та операторська	Виробничі
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	Проектно-конструкторська, технологічна та операторська	Виробничі

## 1.4 Рекомендована основна навчальна література

1. И.П. Копылов. Электрические машины. Москва. Энергоиздат., 2004
2. Яцун М.А. Електричні машини. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2001. – 428 с.
3. А.В. Иванов-Смоленский. Электрические машины. Москва. Энергия, 1988.
4. А.И. Вольдек. Электрические машины. Ленинград. Энергия, 1984.
5. Читечян В.И. Электрические машины: Сборник задач. – М.: Высшая школа, 1988. -231 с.: ил.
6. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины. Москва. Высшая школа, 1990. –528 с.: ил.

## 1.5 Анотація програми навчальної дисципліни

### ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

**Мета:** 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.

**Предмет вивчення дисципліни:** устрій, фізичні процеси, експлуатаційні та регульовальні характеристики електричних машин і трансформаторів, які є основними ланками в сучасних енергетичних і електромеханічних устаткуваннях.

#### **Зміст:**

**Модуль 1.** Трансформатори. Машини змінного струму. 1.1. Фізичні процеси в трансформаторі та їх математичний опис, характеристики трансформатора. 1.2. Фізичні процеси в асинхронній машині та їх математичний опис, характеристики асинхронної машини.

**Модуль 2.** Машини змінного струму. Машини постійного струму. 2.1. Фізичні процеси в синхронній машині та їх математичний опис, характеристики синхронної машини. 2.2. Фізичні процеси в машинах постійного струму

та їх математичний опис, характеристики машин постійного струму.

### **The annotation of the program of educational discipline**

#### **ELECTRICAL MACHINES**

The target of study of discipline is obtaining of theoretical knowledge and practical skills in branch of electrical machines and electric transformers, their electrical and mechanical characteristics, energy and heat processes to occur by their operation.

Subject of study of discipline is the construction, physical processes, operating and adjust characteristics of electrical machines and electrical transformers, which are basic links in the modern energy and electromechanical equipment.

Educational discipline is divided into two modules.

Module 1. Transformers. Alternating current electrical machines. 1.1. Physical processes in transformer and their mathematical formulation, characteristics of transformer 1.2. Physical processes in asynchronous machine and their mathematical formulation, characteristics of asynchronous machine.

Module 2. Alternating current electrical machines. Direct current electrical machines. 2.1. Physical processes in synchronous machine and their mathematical formulation, characteristics of synchronous machine. 2.2. Physical processes in direct current electrical machines and their mathematical formulation, characteristics of direct current electrical machines.

### **Аннотация программы учебной дисциплины**

#### **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

**Цель:** формирование теоретических знаний и практических навыков в отрасли электрических машин и трансформаторов, их электрических и механических свойств, энергетических и тепловых процессов, что имеют место при их работе.

**Предмет изучения дисциплины:** устройство, физические процессы, эксплуатационные и регулировочные характеристики электрических машин и трансформаторов, которые являются основными звеньями в современном энер-



гетическом и электромеханическом оборудовании.

### **Содержание:**

**Модуль 1.** Трансформаторы. Машины переменного тока. 1.1. Физические процессы в трансформаторе и их математическое описание, характеристики трансформатора. 1.2. Физические процессы в асинхронной машине и их математическое описание, характеристики асинхронной машины.

**Модуль 2.** Машины переменного тока Машины постоянного тока. 2.1. Физические процессы в синхронной машине и их математическое описание, характеристики синхронной машины. 2.2. Физические процессы в машинах постоянного тока и их математическое описание, характеристики машин постоянного тока.

## **2 РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **2.1 Структура навчальної дисципліни**

Заочна форма навчання

<b>Призначення: підготовка спеціалістів</b>	<b>Напрямок, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>	<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>
<b>Кількість кредитів, відповідних ECTS – 6</b> <b>Модулів – 2</b> <b>Змістових модулів – 4</b> <b>Загальна кількість годин – 216</b>	<b>Напрямок:</b> 6.050.701 Електротехніка та електротехнології <b>Спеціальність:</b> 6.090.600 "Електротехнічні системи електроспоживання" <b>Освітньо-кваліфікаційний рівень:</b> Бакалавр	<b>Нормативна</b> <b>Рік підготовки:</b> 3-й, 4-й <b>Семестри:</b> 6-й, 7-й, <b>Лекції – 8 год.</b> <b>Лабораторні роботи – 12 год.</b> <b>Самостійна робота – 196 год.,</b> із них контрольна робота – 15 год., <b>РГР – 20 год.</b> <b>Вид підсумкового контролю – залік, іспит</b>

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час проведення аудиторних занять: лекційних, лабораторних. Найбільш складні питання винесено на розгляд і обговорення під час лабораторних занять. Також велике значення в процесі вивчення і закріплення знань має самостійна робота студентів. Усі ці види занять розроблені відповідно до положень Болонської декларації.

## 2.2 Тематичний план навчальної дисципліни

Навчальний процес здійснюється в таких формах: лекційні, лабораторні роботи, контрольна робота, РГР, самостійна робота студента.

Зміст дисципліни розкривається в темах:

**Модуль 1** Трансформатори. Асинхронні машини змінного струму.

(3 кредита/ 108 годин)

Змістові модулі( ЗМ):

ЗМ 1.1. Фізичні процеси в трансформаторі та їх математичний опис, характеристики трансформатора.

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

Конструктивні елементи трансформатора. Рівняння ЕРС і НС трансформатора. Принцип дії. Приведений трансформатор. Схема заміщення, векторні діаграми трансформатора. 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.

Визначення зміни напруги трансформатора при навантаженні. Регулювання напруги трансформаторів без навантаження і під навантаженням. Втрати і ККД трансформатора. Магнітні системи 3-х фазних трансформаторів.

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

Схеми і групи з'єднань обмоток. Особливості процесу намагнічування трансформаторів. Несиметричне навантаження трифазних трансформаторів. Перенапруга в трансформаторі. Трьохобмоточні трансформатори. Паралельна робота трифазних трансформаторів. Елементи перехідних процесів. Надструми при вмиканні і раптового короткого замикання. Електродинамічні умови. Автотрансформатори. Спеціальні типи трансформаторів. Трансформатори випря-

мних установок.

ЗМ 1.2. 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.

Загальні питання машин змінного струму. Конструкція машин змінного струму. Трифазні обмотки, ЕРС обмоток. Обмоточний коефіцієнт. Намагнічуюча сила трифазних обмоток. Виникнення магнітного поля. Індуктивність і взаємодуктивність обмоток. Асинхронні машини. Конструкція і принцип дії. Асинхронна машина з загальмованим ротором. Асинхронна машина з рухомим ротором. Ковзання, схеми заміщення і векторні діаграми. Режими роботи. Енергетична діаграма асинхронного двигуна. Коефіцієнт корисної дії.

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

Обертальний електромагнітний момент та його залежність від ковзання. Механічна характеристика двигуна. Пусковий момент асинхронного двигуна. Максимальний момент. Формула Клосса. Дослід холостого ходу і короткого замикання. Отримання робочих характеристик. Кругова діаграма асинхронного двигуна.

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

Способи пуску асинхронних двигунів. Двохкліточні і глибокопазні двигуни. Регулювання частоти обертання. Способи гальмування. Робота двигуна при неномінальних умовах. Робота машини в режимі генератора і перетворювача частоти. Основні типи двигунів. Особливі типи. Асинхронні мікромашини. Однофазні асинхронні двигуни. Конденсаторні двигуни.

**Модуль 2** Машини змінного струму. Синхронні машини. Машини постійного струму (3 кредита/ 108 годин)

Змістові модулі( ЗМ):

ЗМ 2.1 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.

Елементи конструкції синхронних машин. Турбо- і гідрогенератори. Принцип дії синхронної машини. Рівняння і векторні діаграми.

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

Основне магнітне поле. Поздовжнє і поперечне поле. Реакція якоря. Параметри обмотки статора. Система відносних одиниць. Характеристики генератора. Дослід холостого ходу і короткого замикання. 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.

Особливості паралельної роботи. Умови вмикання. Регулювання потужності. Кутова характеристика потужності. Синхронізуєча потужність. Стійкість роботи. Статична перевантаженість. V-образні криві. Синхронні двигуни. Способи пуску. Векторні діаграми. V- образні криві. Порівняльні властивості. Переваги і недоліки. Синхронні компенсатори. Несиметричні режими генератора. Особливості роботи. Раптове коротке замикання. Динамічна стійкість. Колекторні машини змінного струму.

ЗМ 2.2 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.

Конструкція машин постійного струму, матеріали конструктивні, магнітні, провідникові й ізоляційні. Принцип дії двигунів і генераторів постійного струму. ЕРС і електромагнітний момент. Типи обмоток якоря, проста та петлева і хвильова обмотки. Складні обмотки якоря. Умови симетрії. Урівнюючі з'єднання обмотки. Вибір типу обмотки якоря.

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

Магнітне поле машини постійного струму при холостому ході. Магнітна характеристика. Поле якоря. Реакція якоря. Компенсаційна обмотка. Комутація машин постійного струму. Розрахунок додаткових полюсів. Способи поліпшення комутації. Експериментальна наладка комутації, радіоперешкоди, способи їх зниження.

**Тема 6** Генератори постійного струму. Генератори з незалежним, паралельним і змішаним збудженням. Двигуни постійного струму. Пуск, реверсування і гальмування. Способи регулювання частоти обертання двигунів з паралельним, послідовним і змішаним збудженням. Сучасні методи управління двигунами. Управління по системі "генератор-двигун".

**Тема 7** Регулювання швидкості двигунів і напруги генераторів постійного струму. Втрати і ККД машин постійного струму. Електричні мікромашини постійного струму. Нагрівання і охолодження. Серії машин постійного струму, що випускаються електропромисловістю.

## 2.3 Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента

Таблиця 2.1 – Розподіл часу за модулями і змістовими модулями (заочне навчання)

Модулі (семестри) та змістові модулі	Всього, кредит / годин	Форми навчальної роботи		
		Лекц.	Лаб.	СРС
Модуль 1	3/108	4	6	98
ЗМ1.1	1,5/54	2	4	48
ЗМ1.2	1,5/54	2	2	50
Модуль 2	3/108	4	6	98
ЗМ2.1	1,5/54	2	2	50
ЗМ2.2	1,5/54	2	4	48

Таблиця 2.2 – Розподіл часу лекційного курсу (заочне навчання)

Зміст	Кількість годин за спеціалізацією (6.090.600 ECE)
1	2
<b>Шостий семестр: Усього – 4 годин</b>	
<b>Модуль 1</b>	
<b>ЗМ1.1</b> Фізичні процеси в трансформаторі та їх математичний опис, характеристики трансформатора	
Трансформатори. Конструктивні елементи трансформатора. Рівняння ЕРС і НС трансформатора. Принцип дії. Приведений трансформатор. Схема заміщення, векторні діаграми трансформатора. 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.	<b>1</b>
Визначення зміни напруги трансформатора при навантаженні. Регулювання напруги трансформаторів без навантаження і під навантаженням. Втрати і ККД трансформатора. Магнітні системи 3-х фазних трансформаторів. Схеми і групи з'єднань обмоток. Особливості процесу намагнічування трансформаторів. Несиметричне навантаження трифазних трансформаторів. Перенапруга в трансформаторі. Трьохобмоточні трансформатори. Паралельна робота трифазних трансформаторів.	<b>1</b>

1	2
<b>ЗМ1 2</b> Фізичні процеси в асинхронній машині та їх математичний опис, характеристики асинхронної машини	
Загальні питання машин змінного струму. Конструкція машин змінного струму. Трифазні обмотки, ЕРС обмоток. Обмоточний коефіцієнт. Намагнічуюча сила трифазних обмоток. Виникнення магнітного поля. Індуктивність і взаємодуктивність обмоток. Асинхронні машини. Конструкція і принцип дії. Асинхронна машина з загальмованим ротором. Асинхронна машина з рухомим ротором. Ковзання, схеми заміщення і векторні діаграми. Режими роботи.	1
Енергетична діаграма асинхронного двигуна. Обертальний електромагнітний момент та його залежність від ковзання. Механічна характеристика двигуна. Пусковий момент асинхронного двигуна. Максимальний момент. Формула Клосса. Дослід холостого ходу і короткого замикання. Отримання робочих характеристик. Кругова діаграма асинхронного двигуна. Способи пуску асинхронних двигунів. Двохкліточні і глибокопазні двигуни. Регулювання частоти обертання. Способи гальмування. Робота двигуна при неномінальних умовах. Робота машини в режимі генератора і перетворювача частоти. Основні типи двигунів. Особливі типи. Однофазні асинхронні двигуни.	1
<b>Сьомий семестр: Усього – 4 години</b>	
<b>Модуль 2</b>	
<b>ЗМ2.1</b> Фізичні процеси в синхронній машині та їх математичний опис, характеристики синхронної машини	
Синхронні машини. Елементи конструкції. Турбо- і гідрогенератори. Принцип дії.	1
Основне магнітне поле. Поздовжнє і поперечне поле. Реакція якоря. Параметри обмотки статора. Рівняння і векторні діаграми. Система відносних одиниць. Характеристики генератора. Дослід холостого ходу і короткого замикання. Визначення індуктивних опорів обмотки статора трифазної синхронної машини. Відношення короткого замикання. Особливості паралельної роботи. Умови вмикання. Регулювання потужності. Умовна характеристика потужності. Синхронізуюча потужність. Стійкість роботи. Статична перевантаженість. V-образні криві. Синхронні двигуни. Способи пуску. Векторні діаграми. V-образні криві. Порівняльні властивості. Синхронні компенсатори.	1
<b>ЗМ2.2</b> Фізичні процеси в машинах постійного струму та їх математичний опис, характеристики машин постійного струму	
Магнітне поле машини постійного струму при холостому ході. Магнітна характеристика. Поле якоря. Реакція якоря. Компенсаційна обмотка. Комутація машин постійного струму. Розрахунок додаткових полюсів. Способи поліпшення комутації. Експериментальна наладка комутації, радіоперешкоди, способи їх зниження. Генератори постійного струму. Генератори з незалежним, паралельним і змішаним збудженням.	1
Двигуни постійного струму. Пуск, реверсування і гальмування. Способи регулювання частоти обертання двигунів з паралельним, послідовним і змішаним збудженням. Сучасні методи управління двигунами. Управління по системі "генератор-двигун". Втрати і ККД машин постійного струму.	1

Таблиця 2.3 – Розподіл часу лабораторних робіт (заочне навчання)

Тематика	Кількість годин за спеціалізацією (6.090.600 ЕСЕ)
<b>Шостий семестр: Усього – 6 годин</b>	
<b>Модуль 1</b>	
<b>ЗМ1.1</b> Фізичні процеси в трансформаторі та їх математичний опис, характеристики трансформатора	
ЛР№1 - Холостий хід і коротке замикання трифазного трансформатора	<b>2</b>
<b>ЗМ1 2</b> Фізичні процеси в асинхронній машині та їх математичний опис, характеристики асинхронної машини	
ЛР№2 - Дослідження трифазного трансформатора з навантаженням	<b>2</b>
ЛР№6 - Дослідження трифазного асинхронного двигуна з навантаженням	<b>2</b>
<b>Сьомий семестр: Усього – 6 годин</b>	
<b>Модуль 2</b>	
<b>ЗМ2.1</b> Фізичні процеси в синхронній машині та їх математичний опис, характеристики синхронної машини	
ЛР№9 – Дослідження характеристик синхронного генератора при його роботі на автономне навантаження	<b>2</b>
<b>ЗМ2.2</b> Фізичні процеси в машинах постійного струму та їх математичний опис, характеристики машин постійного струму	
ЛР№11- Дослідження генератора постійного струму з незалежним і паралельним збудженням	<b>2</b>
Р№12Л- Дослідження двигуна постійного струму з паралельним збудженням	<b>2</b>



## **2.4 Індивідуальні завдання:**

**курсний проект (робота), РГР, контрольна робота тощо**

**Тематика РГР**

**6 семестр**

**"Розрахунок силового трифазного двообмоткового  
масляного трансформатора"**

### **Мета РГР**

Метою РГР є поглиблене вивчення матеріалу за розділом "Трансформатори", знайомство з елементами сучасної інженерної методики розрахунку силового трансформатора, підготовка студентів до самостійного вирішення задач при проектуванні, виготовленні та експлуатації трансформаторів.

У процесі виконання і захисту РГР студенти повинні показати:

- знання конструктивних елементів трансформаторів, електротехнічних матеріалів для їхнього виготовлення, методики теоретичного дослідження трансформаторів, основних електромагнітних і конструктивних параметрів, навантажувальних характеристик, послідовності розрахунку силових трансформаторів;
- уміння правильно й обґрунтовано вибирати навантаження, робити розрахунки магнітопроводу, обмоток, ізоляції, визначати основні розміри в подовжньому і поперечному перерізі й одержувати уточнені характеристики розрахунковим шляхом;
- навички застосування навчальної літератури, що рекомендується, і конспектів лекцій для обґрунтування окремих розрахунків і самостійно прийнятих рішень.

### **Робоче завдання на РГР**

1. Розрахунок основних електричних величин.
2. Розрахунок магнітопроводу.
3. Розрахунок обмоток.
4. Розміри активних частин трансформатора.
5. Визначення ваги активних матеріалів.

6. Розрахунок параметрів холостого ходу і короткого замикання.
7. Розрахунок навантажувальних параметрів.
8. Графічна частина роботи : масштабний ескіз поздовжнього перерізу активних частин трансформатора (магнітопровода й обмоток).

## 2.5. Розподіл часу самостійної навчальної роботи студента

Форми самостійної роботи студента та обсяг у годинах

Форма / Модуль	Модуль 1	Модуль 2
1. Самостійне опрацювання тем	30	20
2. Опрацювання лекційного матеріалу	30	20
3. Підготовка до виконання лабораторних робіт	13	14
4. Підготовка до захисту лабораторних робіт	10	14
5. Виконання контрольної роботи	15	-
6. Виконання РГР	-	20
7. Підготовка до захисту РГР	-	10
<b>Всього за модулем:</b>	<b>98</b>	<b>98</b>
<b>Всього:</b>	<b>196 год.</b>	

## 2.6 Засоби контролю та структура залікового кредиту

Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні завдання тощо)	Розподіл балів, %
<b>МОДУЛЬ 1. Поточний контроль зі змістовних модулів</b>	
ЗМ 1.1. Захист лабораторних робіт №№ 1, 2, тестування.	50
ЗМ 1.2. Опитування під час захисту лабораторної роботи № 6, тестування.	50
<b>Всього за модулем 1</b>	<b>100</b>
<b>МОДУЛЬ 2. Поточний контроль зі змістовних модулів</b>	
ЗМ 2.1. Опитування під час захисту лабораторної роботи № 9	10
ЗМ 2.2. Опитування під час захисту лабораторних робіт №№ 11 12	10
Опитування під час захисту РГР	30
Підсумковий контроль з МОДУЛЯ 2 (екзамен)	50
<b>Всього за модулем 2</b>	<b>100</b>

## 2.7 Методи та критерії оцінювання знань

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовують такі форми та методи контролю і оцінювання знань:

- поточний контроль за змістовими модулями;
- складання екзамену.

Оцінку знань студентів з дисципліни "Електричні машини" здійснюють відповідно до вимог кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП), що є українським варіантом ECTS. Ця система базується на здійсненні наскрізного поточного контролю на аудиторному занятті у відповідності до його форми (лекційної, практичної).

Підсумковою оцінкою поточного контролю є оцінка за модуль, тобто реалізується принцип модульного обліку знань студентів.

Навчальним планом з дисципліни "Електричні машини" передбачено складання екзамену. Для оцінювання знань використовують чотирибальну національну шкалу та стобальну шкалу оцінювання ECTS.

Порядок здійснення поточного оцінювання знань студентів.

Поточне оцінювання знань студентів здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Об'єктами поточного контролю є:

- активність та результативність роботи студента протягом семестру над вивченням програмного матеріалу дисципліни, відвідування занять;
- виконання завдань на практичних заняттях;
- виконання завдань поточного контролю.

Робота студентів на практичних заняттях оцінюється за 4-бальною системою і згідно з Методикою переведення показників успішності знань студентів перекладається в систему оцінювання за шкалою ECTS (табл. 2.4).

При оцінюванні виконання практичних завдань увага приділяється їх якості й самостійності.

Поточний модульний контроль рівня знань передбачає виявлення опанування студентом матеріалу лекційного модуля та вміння застосувати його для вирішення практичної ситуації і проводиться у вигляді письмового контролю (контрольна робота за білетами або тестування за вибором студента).

Поточний контроль проводиться у письмовій формі тричі по закінченню кожного зі змістових модулів після того як розглянуто увесь теоретичний матеріал та проведені практичні завдання в межах кожного з трьох ЗМ.

Контроль здійснюється і оцінюється за двома складовими: лекційна (теоретична) і практична частини (курсова робота). Для цього білети для проведення поточного контролю мають два теоретичні запитання та розрахункове завдання. Може бути також використано тестове завдання – за вибором студентів.

Знання оцінюються за 4-бальною системою за національною шкалою (контрольна робота) або за системою оцінювання за шкалою ECTS (тестові завдання) (табл. 2.4).

Проведення підсумкового контролю. Умовою допуску до екзамену є позитивні оцінки з поточного контролю знань за змістовими модулями.

За умов кредитно-модульної системи організації навчального процесу до підсумкового контролю допускають студентів, які набрали в сумі за всіма змістовими модулями більше 30% балів від загальної кількості з дисципліни (або більше 50% балів з поточного контролю за всіма змістовими модулями).

Екзамен здійснюється в письмовій формі за екзаменаційними білетами, які містять два теоретичних питання і розрахункове завдання, або за підсумковим тестовим завданням (за вибором студента), що дає можливість здійснити оцінювання знань студента з усієї дисципліни "Електричні машини".

Екзаменаційні відповіді за білетами оцінюються за 4-бальною системою за національною шкалою, тестові завдання – за 100-бальною системою оцінювання за шкалою ECTS. В обох випадках оцінки згідно з методикою переведення показників успішності знань студентів перекладаються у відповідну систему оцінювання (табл. 2.4).

Оцінювання знань за 4-бальною системою за національною шкалою:

Оцінку „*відмінно*” ставлять, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих і основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка „*добре*”. Теоретичні запитання розкрито повністю, програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичне завдання виконано

взагалі правильно, але мають місце окремі неточності.

Оцінка „задовільно”. Теоретичні запитання розкрито повністю, проте при викладанні програмного матеріалу допущені незначні помилки. При виконанні практичних завдань без достатнього розуміння студент застосовує навчальний матеріал, припускає помилки.

Оцінка „незадовільно”. Теоретичні питання нерозкриті. Студент не може виконати практичні завдання, виявляє здатність до викладення думки на елементарному рівні.

Таблиця 2.4 – Шкала перерахунку оцінок результатів контролю знань студентів

Оцінка за національною шкалою	Визначення назви за шкалою ECTS	ECTS оцінка	% набраних балів
ВІДМІННО	Відмінно – відмінне виконання лише з незначними помилками	A	більше 90 – 100
ДОБРЕ	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	B	більше 80 – 90 включно
	Добре – у загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	C	більше 70 – 80 включно
ЗАДОВІЛЬНО	Задовільно – непогано, але зі значною кількістю недоліків	D	більше 60 – 70 включно
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	E	більше 50 – 60 включно
НЕЗАДОВІЛЬНО	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим, як перездати тест	FX*	більше 26 – 50 включно
	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота з повторним вивченням змістового модуля	F**	від 0 – 25 включно

\* з можливістю повторного складання.

\*\* з обов’язковим повторним курсом

## 2.8 Інформаційно-методичне забезпечення

Бібліографічні описи, Інтернет адреси	ЗМ, де застосовується
1	2
<b>1. Рекомендована основа навчальної література (підручники, навчальні посібники, інші видання)</b>	
1. Яцун М.А. Електричні машини. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2001. – 428 с.	ЗМ 1.1 ЗМ 1.2 ЗМ 2.1 ЗМ 2.2
2. И.П. Копылов. Электрические машины. Москва. Энергоиздат., 2004	ЗМ 1.1 ЗМ 1.2 ЗМ 2.1 ЗМ 2.2
3. А.В. Иванов-Смоленский. Электрические машины. Москва. Энергия, 1988.	ЗМ 1.1 ЗМ 1.2 ЗМ 2.1 ЗМ 2.2
4. А.И. Вольдек. Электрические машины. Ленинград. Энергия, 1984.	ЗМ 1.1 ЗМ 1.2 ЗМ 2.1 ЗМ 2.2
5. Читечян В.И. Электрические машины: Сборник задач. – М.: Высшая школа, 1988. -231 с.: ил.	ЗМ 1.1 ЗМ 1.2
6. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины. Москва. Высшая школа, 1990. –528 с.: ил.	ЗМ 1.1 ЗМ 1.2
7. Глебова М.Л., Кузнецов А.И., Карпалюк И.Т., Чернявская М.В. Электрические машины. Трансформаторы: Учебное пособие - Харьков: ХНАГХ, 2007.- 180 с.	ЗМ 1.1
8. Глебова М.Л., Кузнецов А.И., Карпалюк И.Т., Чернявская М.В. Электрические машины переменного тока: Учебное пособие - Харьков: ХНАГХ, 2008.- 91с.	ЗМ 2.1 ЗМ 1.2
9. Глебова М.Л., Кузнецов А.И., Карпалюк И.Т., Чернявская М.В. Синхронные машины. Машины постоянного тока: Конспект лекций - Харьков: ХНАГХ, 2009.- 245 с.	ЗМ 2.1 ЗМ 2.2
<b>2. Додаткові джерела (довідники, нормативні видання, сайти Інтернет тощо)</b>	
1. Плакат: обмотки і магнітопроводи трансформатора.	ЗМ 1.1
2. Плакат: асинхронні трифазні двигуни.	ЗМ 1.2
3. Стенд: електричні машини змінного струму.	ЗМ 1.2
4. Плакат: двигуни з витисненням струму в роторі.	ЗМ 1.2
5. Плакат: статор, якір синхронної машини.	ЗМ 2.1
6. Плакат: турбогенератори, гідрогенератори.	ЗМ 2.1
7. Плакат: магнітний ланцюг синхронної машини.	ЗМ 2.1
8. Навчальні макети машин постійного струму.	ЗМ 2.2
9. Плакат: обмотка якоря.	ЗМ 2.2
10. Плакат: одностороння осьова вентиляція машин постійного струму.	ЗМ 2.2

Продовження табл..

1	2
<b>3. Методичне забезпечення (реєстр методичних вказівок, інструкцій до лабораторних робіт, планів семінарських занять, комп'ютерних програм, відео-аудіо-матеріалів, плакатів тощо)</b>	
Методичні вказівки до лабораторної роботи з курсу “Електричні машини”. Трансформатори. (для студентів 2 - 4 курсів спец. 6.090603, 6.090605, 6.092202). Харків, ХНАМГ - 2007	ЗМ 1.1
Методичні вказівки до лабораторної роботи з курсу “Електричні машини”. Машини постійного струму. (для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 0906 – "Електротехніка", 0922 – "Електромеханіка"). Харків, ХНАМГ - 2008	ЗМ 2.2
Методичні вказівки до лабораторної роботи з курсу “Електричні машини”. Машини змінного струму. (для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 0906 – "Електротехніка", 0922 – "Електромеханіка"). Харків, ХНАМГ - 2008	ЗМ 2.1 ЗМ 1.2
Методичні вказівки до курсової роботи “Розрахунок силового трифазного двообмоткового масляного трансформатора” з курсу “Електричні машини” (для студентів 2, 4 курсів спеціальностей 7.090603, 6.090606, 6.092204, 6.050201). Харків, ХНАМГ - 2004	ЗМ 1.1
Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни “Електричні машини” (для студентів денної і заочної форм навчання напряму підготовки 0922 – "Електромеханіка"). Харків, ХНАМГ - 2008	ЗМ 1.1 ЗМ 1.2 ЗМ 2.1 ЗМ 2.2

## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Програма навчальної дисципліни та Робоча програма навчальної дисципліни "Електричні машини" (для студентів 3, 4 курсів ФПО та ЗН на пряму підготовки 0906 (6.050701) «Електротехніка та електротехнології» (спеціальності "Електротехнічні системи електроспоживання"))

Укладачі: Анатолій Іванович Кузнецов,  
Маргарита Василівна Чернявська

План 2009, поз.1117 Р

Підп. до друку 18.11.2009	Формат 60×84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі.	Умовн.-друк. арк. 1,0	Обл.-вид. арк. 1,3
Замовл № 5549	Тираж 15 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ  
61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12