

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра «Електричні машини»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Електричні машини» _____ Володимир МІЛИХ
(підпис)

22 вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ»

рівень вищої освіти – другий (магістерський)

галузь знань – 14 Електрична інженерія

спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

освітня програма – «Електромеханіка»

вид дисципліни – професійна підготовка, вибіркова

форма навчання – денна

Харків – 2021 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни
«ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ»

Розробник:

доцент кафедри електричних машин,
канд. техн. наук, доцент

Андрій МАСЛЕННІКОВ

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри «Електричні машини»

Протокол від «22» вересня 2021 року № 2

Завідувач кафедри «Електричні машини»

Володимир МІЛИХ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата

Голова групи забезпечення спеціальності _____

(ПІБ, підпис)

« _____ » _____ 20__ р.

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Гарант освітньої програми

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: здобуття теоретичних знань, умінь, навичок та інших компетентностей, достатніх для розуміння процесів та розв'язання комплексних проблем при проектуванні електричних машин з постійними магнітами.

Компетентності:

ЗК4 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК10 – здатність працювати самотійно та в команді, здатність до комунікації з колегами з питань галузі щодо наукових розробок та досягнень;

ПК-1 – Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи та відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПК-3 – Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень

ПК-6 – Здатність застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв'язання типових завдань інженерної діяльності в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ПКс6-5 – Здатність розуміти природу феромагнетизму, процеси в електричних машинах з постійними магнітами, визначати конструктивні особливості електричних машин з постійними магнітами

Результати навчання:

РН-4 Визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

РН-5 Розробляти та впроваджувати системні заходи з підвищення надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

РН-11 Обирати напрям наукового дослідження та приймати в ньому участь з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

РН-13 Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

РНс6-5 Вміти аналізувати, розраховувати, оцінювати конструкцію та характеристики електричних машин з постійними магнітами.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Освітня програма підготовки бакалаврів, технологія виробництва електричних машин	Виконання дипломного проекту (роботи)

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг		За видами аудиторних занять (годин)				Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль		
	Всього (годин) / кредитів ECTS	З них		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік	Екзамен
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)								
2	120/4	48	72	32	-	16	РГ	2	+	-	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 40 %.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
1	Л	2	Змістовий модуль № 1. Основні властивості постійних магнітів	1-4
	Л	2	Тема 1. Переваги і недоліки електричних машин з постійними магнітами. Природа феромагнетизму. Гранична петля гістерезису.	
	Л	2	Тема 2. Часткові петлі перемагнічування. Особливості роботи розомкненого постійного магніту. Розмагнічувальний фактор.	
	Л	2	Тема 3. Вплив коерцитивної сили на розмагнічування постійного магніту. Вплив реакції якоря на стан постійного магніту. Енергія, що запасена постійними магнітами.	
	Л	2	Тема 4. Коефіцієнт форми кривої розмагнічування. Магнітотверді матеріали, що використовуються для виготовлення постійних магнітів.	
	Л	2	Тема 5. Спільна робота постійного магніту з зовнішнім колом.	
	Л	2	Тема 6. Робота постійного магніту в незалежному стані. Намагнічування постійних магнітів.	
	Л	2	Тема 7. Стабілізація постійних магнітів.	
	Л	2	Тема 8. Захист постійних магнітів від нестационарних розмагнічувальних ефектів	
			Змістовий модуль № 2 Конструкції електричних машин з постійними магнітами.	
	Л	2	Тема 1. Синхронні машини з постійними магнітами. Конструкції статорів. Конструкції роторів.	
	Л	2	Тема 2. Особливості роботи синхронного генератора з постійними магнітами. Система відносних одиниць	
	Л	2	Тема 3. Неробочий хід синхронного генератора з постійними магнітами. Вплив величини повітряного проміжку на величину корисного потоку при неробочому ході синхронного генератора.	
	Л	2	Тема 4. Врахування насичення при визначенні корисного потоку. Робоча діаграма постійного магніту у відносних одиницях.	
	Л	2	Тема 5. Робота синхронного генератора з постійними магнітами при навантаженні. Робоча діаграма постійного магніту при навантаженні синхронного генератора.	
	Л	2	Тема 6. Кутова характеристика синхронного генератора з постійними магнітами. регулювання і стабілізація вихідної напруги синхронного генератора з постійними магнітами.	
	Л	2	Тема 7. Синхронні двигуни з постійними магнітами. Будова і принцип дії. Електромагнітна потужність. Пуск синхронного двигуна з постійними магнітами.	
	Л	2	Тема 8. Електричні машини постійного струму з постійними магнітами, особливості конструкції та роботи вентильних двигунів з постійними магнітами.	

ПЗ	2	1. Вплив різних чинників на роботу постійних магнітів. Основні властивості постійних магнітів. Розрахунок розмагнічуючого фактора.	1-4
ПЗ	2	2. Магнітотверді матеріали. Розрахунок коефіцієнтів форми кривих розмагнічування.	
ПЗ	2	3. Намагнічування постійних магнітів. Розрахунок енергії, що запасена постійними магнітами.	
ПЗ	2	4. Способи структурної стабілізації та стабілізації розмагнічувальним впливом постійних магнітів.	
ПЗ	2	5. Синхронні генератори з постійними магнітами. Особливості роботи синхронних двигунів з постійними магнітами.	
ПЗ	2	6. Неробочий хід та навантажувальний режим синхронного генератора з постійними магнітами.	
ПЗ	2	7. Розрахунок магнітного кола та робочої діаграми постійних магнітів синхронного генератора.	
ПЗ	2	8. Розрахунок магнітного поля синхронного генератора з постійними магнітами за допомогою програми FEMM.	
Разом (годин)	48		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	52
2	Підготовка до практичних занять	4
3	Виконання розрахункової роботи	16
	Разом	72

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання (вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Розрахунок електричної машини з постійними магнітами	
1	Видача завдання.	1
2	Визначення масштабів МРС, магнітного потоку, магнітної провідності.	4
3		6
4	Розрахунок магнітної провідності.	7
5	Розрахунок магнітного потоку.	8
6	Побудова робочої характеристики постійного магніту.	9
7	Оформлення завдання.	10
	Захист завдання.	

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При викладанні матеріалу навчальної дисципліни з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів використовуються наступні методи навчання: практичний, словесний, робота з книгою, відео-метод, пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, проблемний виклад, частинно-пошуковий (евристичний), дослідницький.

Сутність практичного методу полягає у виконанні вправ та розв'язанні задач за матеріалом лекцій. Словесний – пояснення, роз'яснення, розповідь, бесіда. Робота з книгою – читання, цитування, конспектування. Відео-метод – перегляд відеоматеріалу, що поєднується з роз'ясненням викладача. Пояснювально-ілюстративний метод – викладач повідомляє готову інформацію різними засобами, а учні сприймають, усвідомлюють і фіксують у пам'яті цю інформацію. Репродуктивний метод – знання учням пропонують в "готовому" вигляді та з поясненнями, а студенти усвідомлено засвоюють знання, розуміють їх і запам'ятовують. Критерієм засвоєння є правильне відтворення (репродукція) знань. Необхідна міцність засвоєння забезпечується шляхом багаторазового повторення знань. Проблемний метод – викладач формулює проблему, сам її розв'язує, показуючи шлях розв'язання в її справжніх, але доступних для розуміння учнів суперечностях, розкриває хід думки в процесі розв'язання проблеми та залучає студентів до логіки і переконаності як доведення, так і самого вирішення проблеми, що дозволяє студентам взяти участь у прогнозуванні наступного кроку мислення, досліду і т.д. Частинно-пошуковий (евристичного) метод – знання учням необхідно здобувати самостійно, викладач організовує не повідомлення чи виклад знань, а пошук нових знань, студенти під керівництвом викладача самостійно розмірковують, розв'язують пізнавальні завдання, створюють і розв'язують проблемні ситуації, аналізують, порівнюють, роблять висновки викладач конструює завдання, ділить його на допоміжні, накреслює план пошуку, а сам план реалізує учень. Дослідницький метод – викладач разом з учнями формулює проблему, на розв'язання якої визначається певний відрізок навчального часу, знання учням не повідомляються. Учні самостійно здобувають їх у процесі вирішення (дослідження) проблем, порівнюючи різноманітні варіанти отриманих відповідей. Засоби для досягнення результату також визначають самі учні, діяльність учителя потребує оперативного управління процесом розв'язання проблемних завдань, навчальний процес характеризується високою інтенсивністю, навчання супроводжується підвищеним інтересом, отримані знання відзначаються глибиною, міцністю, дієвістю та творчим засвоєнням знань.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування, захисту лабораторних робіт, тестів, виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;
- з практичних, індивідуальних занять – за допомогою перевірки виконаних завдань.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом.

Семестровий контроль може проводитися в усній формі по екзаменаційних білетах.

Результати поточного контролю (поточна успішність) можуть враховуватися як допоміжна інформація для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Студент вважається допущеним до семестрового екзамену з навчальної дисципліни за умови виконання та захисту індивідуального завдання, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Робочою програмою передбачено: 16 лекції (Л), 8 практичних занять (ПЗ), два з яких відводяться під контрольні роботи (КР). Також є одне індивідуальне розрахунково-графічне завдання (РГ).

Таблиця 1. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для заліку

Контрольні роботи	Практичні заняття	Індивідуальні завдання	Залік	Сума
2×15 = 30	30	20	20	100

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Складові частини комплексу навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни: план лекцій, методичне забезпечення до індивідуального завдання та інші методичні матеріали оприлюднені на офіційному сайті університету <http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/pro-kafedru/>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Новиков Ю.Д.,Петренко М.Я. Спеціальні електричні машини: Текст лекцій.-К.: ІСДО, 1993.
2	Балагуров В.А., Галтеев Ф.Ф. Электрические генераторы с постоянными магнитами.- М.: Энергоатомиздат, 1988.
3	Осин И.Л., Шакарян Ю.Г. Электрические машины.- М.: Высш.школа, 1990.
4	Кенио Т., Нагамори С. Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами.-М.: Энергоатомиздат, 1989.

Допоміжна література

5	Мирошниченко А.Г., Новиков Ю.Д. Типовая программа, методические указания к контрольным работам по курсу «Электрические машины с постоянными магнитами». Харьков: НТУ «ХПИ», 2001.
6	Ледовский А.Н. Электрические машины с высокоэффективными постоянными магнитами.- Л.: Энергоатомиздат, 1985.
7	Казарновский Л.Ш. Постоянные магниты Permanent Magnet Handbook: справочник.-Л.: Госэнергоиздат, 1963.
8	Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины.- М.: Высш. шк., 1990.
9	Балагуров В.А. Проектирование специальных электрических машин переменного тока.- М.: Высш. шк., 1982

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)

Офіційний сайт кафедри «Електричні машини» НТУ «ХПИ». Режим доступу:
<http://web.kpi.kharkov.ua/elmash>