

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

Кафедра «Електричні машини»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

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

Протокол № 3 від «22» вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА АПАРАТИ

рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

галузь знань – 17 Електроніка та телекомунікації

спеціальність – 171 Електроніка

вид дисципліни – професійна підготовка

форма навчання – денна

Харків – 2021 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА АПАРАТИ»

Розробник:
професор кафедри електричних машин,
докт. техн. наук, доцент

Валентина ШЕВЧЕНКО

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

Протокол № 3 від «22» вересня 2021 року

Завідувач кафедри «Електричні машини»

Володимир МІЛИХ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
Освітньо-професійна програма «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 171 Електроніка	Ольга БУТОВА	

Голова групи забезпечення

спеціальності _____ Сергій КРИВОШЕЄВ

(ПІБ, підпис)

« _____ » _____ 20__ р.

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю)
	3		

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

Метою робочої програми навчальної дисципліни є підготовка бакалаврів за спеціальністю 171 «Електроніка», що передбачає формування бази теоретичних знань майбутніх спеціалістів теоретичних і практичних знань в області виготовлення, монтажу, експлуатації електричних машин, трансформаторів та апаратів, методів і засобів вимірювання їх параметрів як в процесі виробництва, так і в процесі експлуатації. Знати принцип дії та основні характеристики електричних машин, трансформаторів та апаратів; вибирати необхідні для підприємства електричні машини, трансформатори та апарати, проводити перевірку їхньої працездатності, знати як проводити пуск, гальмування, регулювання і реверс електричних машин, знати види електричних апаратів і особливості роботи їх контактів, причини появи електричної дуги в електричних апаратах, засобах її гасіння.

Компетентності. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики та електромеханіки з застосуванням теорій електричних машин, використовувати базові знання з фізики, математики та електротехніки для вирішення практичних задач в галузі електричних машин; використовувати знання з метрології та електричних вимірювань, теорії автоматичного керування, релейного захисту та автоматизації для вирішення задач оптимізації та керування електричних машин; використовувати знання з теорії електричних машин та електричних апаратів для вирішення практичних завдань в галузі електроенергетики та електромеханіки; дотримуватись в проєктах електричних машин та електричних апаратів стандартів, норм і технічних умов; використовувати сучасні методи розрахунку та аналізу роботи електричних машин та електричних апаратів; визначати оптимальні та енергоефективні режими роботи електричних машин. Вміти дотримуватись вимог правил техніки безпеки і охорони праці у практичній діяльності. Здатність до вивчення та аналізу науково-технічної інформації в галузі електричних машин та електричних апаратів, визначати їх типи, вміти порівнювати характеристики, забезпечувати оптимальні, енергоефективні та економічні режими роботи електричних машин, знати особливості експлуатації та виконання пуско-налагоджувальних робіт для електричних машин різних типів і різної потужності. Знати причини появи та засоби гасіння електричної дуги, забезпечення стійкості електричних контактів. Знати конструкцію, принцип дії електричних машин, трансформаторів та електричних апаратів, вимоги щодо особливостей пуску та регулювання частоти обертання електричних машин, вміти здійснювати вибір електричних машин, трансформаторів та електричних апаратів для

заданого агрегату, пристрою або електростанції, знати та вміти аналізувати їх характеристики, недоліки і перспективи розвитку.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування наступних компетенцій, ЗК-1-ЗК3, ЗК-5, ПК-1, ПК-5-ПК-8, ПК-10-ПК-13, ПКсб-1, ПКсб-2, ПКсб-5

Результати навчання. Студент повинен знати призначення, типи, класифікацію, області використання трансформаторів і електричних машин (ЕМ), основних видів електричних апаратів. Мати фундаментальні теоретичні та практичні знання і уміння в галузі електромашинобудування, вміти проводити експериментальні дослідження ЕМ, трансформаторів та електричних апаратів, розробляти програму їх досліджень та аналізувати отримані експериментальні данні, представляти їх в графічному, табличному та інших видах, робити висновки що до отриманих параметрів і характеристик ЕМ, трансформаторів та електричних апаратів. Студент повинен знати причини появи електричної дуги в міжконтактному проміжку та засоби її гасіння.

РНп-1, РНп-3, РНп-5, РНп-13, РНс3-1, РНсб-12

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Вступ до спеціальності	Електричні станції
Вища математика	Експлуатація та режими роботи електрообладнання електростанцій
Загальна фізика	
Інформатика, обчислювальна техніка та програмування	Міжнародна економіка
Теоретична механіка	Електромагнітні перехідні процеси
Теоретичні основи електротехніки	Електротехнічні перехідні процеси
Електротехнічні матеріали	
Основи метрології та електричних вимірювань	Діагностика електротехнічного обладнання енергосистем
Основи електроніки	Виконання дипломного проекту бакалавра
Теорія автоматичного керування	
Комп'ютерна графіка	
Теорія електропривода	

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
5	90/3	64	36	32	32	-	ІЗ	1	-	5

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 71,1 %.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ,	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, поглиблена)
1	2	3	4	5
Змістовий модуль № 1 Загальні відомості про електричні машини, трансформатори та мікромашини				
1	Л, ЛР	4	Тема 1. Історія розвитку електричних машин. Класифікація електричних машин, трансформаторів та електричних апаратів. Особливості конструкції машин та апаратів постійного, змінного струму та трансформаторів. Основні матеріали, які використовуються в електричних машинах та трансформаторах. Принцип оборотності електричних машин	1-3, 12
	Л, ЛР	4	Тема 2. Призначення, конструкція, принцип дії трансформаторів. Класифікація трансформаторів. Групи, схеми з'єднання обмоток трифазних трансформаторів. Умови включення трансформаторів на паралельну роботу. Втрати в трансформаторах, ККД	1-3
	Л, ЛР	4	Тема 3. Види і конструкції машин змінного струму. Конструкція статора, призначення обмоток статора, створення кругового обертового магнітного поля	1-3

1	2	3	4	5
	Л, ЛР	4	Тема 4. Конструкції роторів асинхронних машин. Принцип дії асинхронного двигуна (АД). Ковзання. Проблеми і засоби пуску АД.	1-3, 12
	Л, ЛР	4	Тема 5. Реверс та регулювання частоти обертання АД. Принцип дії асинхронної машини в генераторному режимі. Втрати в АД, побудова енергетичної діаграми, ККД	
	Л, ЛР	4	Тема 6. Конструкції роторів синхронних машин. Принцип дії синхронного генератора. Системи збудження синхронних машин. Реакція якоря в синхронних машинах.	
	Л, ЛР	4	Тема 7. Характеристики синхронного генератора: робочі, кутіві, U -подібні. Паралельна робота на мережу, умови включення синхронних генераторів на паралельну роботу. Синхроноскопи.	1-3
	Л, ЛР	4	Тема 8. Принцип дії синхронної машини в режимі двигуна. Проблеми і засоби пуску, керування частоти обертання, реверс. Синхронний компенсатор, призначення, особливості конструкції	
	Л, ЛР	4	Тема 9. Переваги і недоліки, конструкція, принцип дії машини постійного струму (МПС). Области використання МПС. Схеми включення обмоток збудження в МПС. Основні рівняння генератора та двигуна постійного струму.	1-3
	Л, ЛР	4	Тема 10. Комутація, проблеми та засоби поліпшення комутації в МПС. Реакція якоря, вплив на роботу машини, засоби боротьби з дією реакції якоря.	
	Л, ЛР	4	Характеристики генераторів постійного струму. Пуск, реверс та регулювання частоти обертання двигунів постійного струму з урахуванням схеми включення обмоток збудження.	
Змістовий модуль № 2 Загальні відомості про електричні мікро-машини систем автоматики				
2	Л, ЛР	4	Тема 11. Класифікація електричних мікро-машин систем автоматики. Особливості конструкції та принцип дії мікро-трансформаторів для систем автоматики. Конструкція та принцип дії мікро-машин змінного та постійного струму.	3,9
	Л, ЛР	4	Тема 12. Мікро-трансформатори систем автоматики. Конструкція та особливості роботи багатообмоткових трансформаторів. Конструкція та особливості роботи імпульсних трансформаторів.	2-4

1	2	3	4	5
Змістовий модуль № 3 Електричні апарати захисту, комутації та керування				
3	Л, ЛР	4	Тема 13. Класифікація електричних апаратів (ЕА). Особливості конструкції ЕА, що використовуються в колах постійного та змінного струму. Комутаційні апарати. Призначення, конструкція та принцип дії автоматичних вимикачів. Вибір автоматичного вимикача.	4-8
	Л, ЛР	4	Тема 14. Призначення, конструкція та принцип дії запобіжників з плавкою вставкою, контакторів та пускачів. Конструкція та основні види реле.	4-8
	Л, ЛР	4	Тема 15. Вимоги що до вибору комутаційних та захисних апаратів. Типи контактних поверхонь ЕА. Вплив покриття поверхні контактів на надійність спрацьовування та тривалість експлуатації ЕА.	4-8, 10
	Л, ЛР	4	Тема 16. Типи і конструкції високовольтних апаратів. Причини появи електричної дуги в міжконтактному проміжку, умови горіння та засоби гасіння електричної дуги в колі постійного та змінного струму. Типи та принцип гасіння дуги в дугогасильних камерах.	4-8
Разом (годин)		64		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2	Підготовка до лабораторних занять	16
4	Виконання індивідуального завдання:	12
	Разом	36

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Розрахунок характеристик трансформаторів, електричних машин та апаратів.

Розрахункове завдання за методичними вказівками [12]

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Видача-отримання завдання	1-2
2	Виконання теоретичної і розрахункової частин	3-14
3	Оформлення індивідуального завдання	15
4	Захист індивідуального завдання	16

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Використовуються різні методи навчання, що використовують на лекційних, лабораторних та практичних заняттях відповідно до змісту робочої програми та з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні дисципліни (активні форми проведення занять, методи взаємодії між викладачем та студентами): лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, лабораторні та практичні заняття, інженерний семінар, співбесіда, консультація.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування на лекціях, на лабораторних роботах та консультаціях, при проведенні вхідного контролю та контролю виконання індивідуального завдання (ІЗ), при проведенні контрольної роботи. Контроль вивчення розділів робочої програми, розділів, що освоюються під час самостійної роботи студента, проводиться шляхом перевірки конспектів та написання контрольної роботи. Семестровий контроль проводиться у формі екзамену по екзаменаційних білетах, відповідно до навчального плану, з урахуванням результатів поточної успішності та виконання і захисту лабораторних робіт.

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

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Робота (активність) на лекціях	Виконання індивідуального завдання	Співбесіди по темам самостійної роботи студента	Екзамен	Сума
16	40	14	30	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 лабораторних робіт та інші методичні матеріали оприлюднені на офіційному сайті університету

<http://web.kpi.kharkov.ua/elmarsh/pro-kafedru/>

1. Конспект лекцій з дисципліни «Електричні машини та апарати».
2. Білети вхідного та проміжного контролю, екзаменаційні білети.
3. Зразки та моделі електричних машин, трансформаторів та їх складових.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Мілих В. І., Шавьолкін О. О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Підручник / За ред. В. І. Мілих. – Київ: «Каравела», 2007. – 688 с.
2. Кацман М. М. Электрические машины. – Москва: Высшая школа, 1990. – 427 с.
3. Брускин Д.Э. Электрические машины и микромашины. – Москва: Высшая школа, 1990. – 528 с.
4. Клименко Б.В. Электричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навч. посібник. – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 340 с.
URL: http://web.kpi.kharkov.ua/ea/wp-content/uploads/sites/25/2013/04/Klimenko_Aparati_part1.pdf
7. Сосков А.Г. Полупроводниковые аппараты: коммутация, управление, защита. Под ред. А. Г. Соскова. – Київ: Каравелла, 2005. – 344 с.

Допоміжна література

8. Литвин І. Ю. Электричні апарати. Курс лекцій для студентів напряму «Електротехніка і електротехнології» денної та заочної форм навчання. – Київ: НУХТ. – 88с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/34.01.pdf>.
9. Таев И.С. Основы теории электрических аппаратов. – Москва: Высшая школа, 1987. – 448 с.
10. Чунихин А.А. Электрические аппараты – Москва: Энергия. 1988. – 720 с
11. Дослідження електричних мікромашин. Практикум / В. В. Наній, В. П. Шайда, В. Д. Юхимчук та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 32 с.

12. Розрахунок характеристик трансформаторів, електричних машин та апаратів. Методичні вказівки до виконання розрахункових завдань для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 171 – Електроніка з дисципліни «Електричні машини та апарати» /укладачі Шевченко В. В., Дунев О. О. – Харків: НТУ «ХП», 2021. – 24 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

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

2. Шевченко В.В. Основы электроэнергетики: учеб. пособие. – Харьков: НТУ "ХПИ": ФОП Панов А. М., 2019. – 338 с. <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/42266>