

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
«СПЕЦІАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕЖИМИ
ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН»

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
«СПЕЦІАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕЖИМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН»

Розробник:

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

Віктор ШАЙДА

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

Протокол від 22 вересня 2021 року № 3

Завідувач кафедри «Електричні машини»

Володимир МІЛИХ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
Електромеханіка	Байда Євген Іванович	22.09.21
Електромеханіка	Мілих Володимир Іванович	22.09.21

Голова групи забезпечення спеціальності _____ Олександр ЛАЗУРЕНКО
(підпис)

22 вересня 2021 року

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови груп забезпечення спеціальностей

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

Мета: здобуття знань з несиметричних та перехідних режимів роботи: трансформаторів, синхронних машин, асинхронних машин. Вивчення будови, принципу дії та галузей застосування електричних машин спеціальних конструкцій: трансформаторів, синхронних машин, асинхронних машин та машин постійного струму.

Компетентності:

ЗК-1 – здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК-13 – здатність продемонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності в галузі електричної інженерії;

ФК-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;

ФК-6 – здатність керувати проектами і критично оцінювати їх результати;

ФКс-14 – здатність розуміти процеси перетворення енергії в спеціальних електромеханічних пристроях, проводити розрахунки спеціальних режимів в електромеханічних пристроях.

Результати навчання:

ПРН 1 – відтворити процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх моделюванні на персональному комп'ютері.

ПРН 4 – визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

ПРН 5 – розробляти та впроваджувати системні заходи з підвищення надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН 11 – обирати напрям наукового дослідження та приймати в ньому участь з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН 13 – вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем

ПРНс 18 – вміти обґрунтовувати вибір конструкції спеціальних електричних машин, розраховувати, аналізувати та досліджувати особливі режими роботи електричних машин

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Освітня програма підготовки бакалаврів	Виконання дипломного проєкту (роботи)

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Всього (годин) / кредитів ECTS S	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			Залік	Екзамен
9	4/120	64	56	32	16	16	РГ	2	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу становить 53 %.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ЛЗ, СР)	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, допоміжна)
1	2	3	4	5
			Лекційні заняття	
			Змістовий модуль № 1. Спеціальні режими електричних машин (несиметричні та перехідні).	
1	Л	2	<p>Тема 1. Вступ. Несиметричні режими роботи трансформаторів. Структура курсу. Основні схеми з'єднання обмоток та параметри трифазних трансформаторів. Причини виникнення несиметричних режимів роботи трансформаторів та їх негативні наслідки. Метод аналізу несиметричних режимів. Умови (припущення) аналізу несиметричних режимів. Опір трансформатора струмам прямої і зворотної послідовності. Струми та магнітні потоки нульової послідовності.</p>	1–3
2	Л	2	<p>Тема 2. Трансформація несиметричних струмів. Трансформація струмів прямої, оборотної і нульової послідовності, основні рівняння. Трансформація струмів для різних способів з'єднання обмоток трансформатора. Опір трансформатора струмам нульової послідовності. Експериментальне визначення опору нульової послідовності.</p>	1–3
3	Л	2	<p>Тема 3. Недотримання симетрії напруг трансформатора при несиметричному навантаженні. Недотримання симетрії первинних напруг трансформатора, рівняння та векторна діаграма. Недотримання симетрії вторинних напруг трансформатора, рівняння та векторна діаграма.</p>	1–3
4	Л	2	<p>Тема 4. Однофазне та двофазне коротке замикання трансформатора. Однофазне коротке замикання трансформатора для різних способів з'єднання обмоток, основні рівняння та векторна діаграма. Двофазне коротке замикання трансформатора для різних способів з'єднання обмоток, основні рівняння та векторна діаграма.</p>	1–3
5	Л	2	<p>Тема 5. Несиметричні режими роботи синхронних генераторів (СГ). Причини виникнення несиметричних режимів роботи СГ та їх негативні наслідки. Рівняння СГ при несиметричному режимі роботи. Струми та опори: прямої, зворотної та нульової послідовності. Експериментальне визначення параметрів СМ.</p>	1–3
6	Л	2	<p>Тема 6. Несиметричні короткі замикання СГ. Загальні рівняння для всіх типів короткого замикання. Двофазне коротке замикання СГ. Однофазне коротке замикання СГ. Порівняння різних типів короткого замикання СГ.</p>	1–3
7	Л	2	<p>Тема 7. Несиметричні режими роботи асинхронних двигунів (АД). Причини виникнення несиметричних режимів роботи АД та їх негативні наслідки. Робота АД при несиметрії напруги живлення. Робота АД при несиметрії в колі обмотки ротора. Робота АД в аномальних режимах.</p>	1–3

1	2	3	4	5
8	Л	2	Тема 8. Перехідні процеси в трансформаторах. Перехідні процеси: визначення, причини виникнення та наслідки. Включення трансформатора на неробочий хід (напругу): схема заміщення, основні рівняння та вплив насичення осердя.	1–3
9	Л	1	Змістовий модуль № 2. Спеціальні конструкції електричних машин. Тема 1. Загальні питання спеціальних ЕМ. Визначення та сфера застосування спеціальних електричних машин. Класифікація спеціальних електричних машин.	3–10
10	Л	3	Тема 2. Спеціальні трансформатори. Основні відомості та класифікація трансформаторів. Трансформатори частоти, типи і конструкція. Трансформатори кількості фаз, типи і конструкція. Вимірювальні трансформатори: струму і напруги. Трансформатори для електричних печей, конструктивні особливості. Зварювальні трансформатори, типи і конструкція. Імпульсні трансформатори для випрямних установок, конструктивні особливості. Пік трансформатори, призначення та особливості конструкції. Трансформатори звукової і ультразвукової частот, конструктивні особливості.	3–10
11	Л	4	Тема 3. Спеціальні синхронні машини (СМ). Класифікація спеціальних синхронних машин. Двигун з ротором, що котиться: історія розвитку та галузі застосування, принцип дії, конструкція та різновиди. Індукторні електричні машини: принцип дії, конструкція і різновиди. Вентильно-індукторний двигун (SRM: історія розвитку та галузі застосування, принцип дії, конструкція та різновиди. Безконтактні СМ з постійними магнітами: принцип дії, конструкція і різновиди.	3–10
12	Л	4	Тема 4. Спеціальні асинхронні машини (АМ). АМ з нерухомим ротором: фазні та індукційні регулятори. Асинхронні генератори: будова, принцип дії. Самозбудження асинхронних генераторів. Лінійні та дугові АД: галузі застосування, будова і принцип дії.	3–10
13	Л	4	Тема 5. Спеціальні електричні машини постійного струму. Електромашинні динамометри: призначення, будова та принцип дії. Електромашинні підсилювачі (ЕМУ): призначення, принцип дії, конструкція та різновиди. Уніполярні електричні машини: призначення, будова та принцип дії.	3–10
			Практичні заняття	
1	ПЗ	2	Струм ввімкнення трансформатора.	1–3
2	ПЗ	2	Перенапруга в трансформаторі.	1–3
3	ПЗ	2	Раптове коротке замикання трансформатора.	1–3
4	ПЗ	2	Контрольна робота за змістовим модулем №1.	
5	ПЗ	2	Раптове коротке замикання синхронного генератора.	1–3
6	ПЗ	2	Моделювання пуску асинхронного двигуна в пакеті MatLab.	1–3
7	ПЗ	2	Моделювання пуску двигуна постійного струму в пакеті MatLab.	1–3
8	ПЗ	2	Контрольна робота за змістовим модулем №2.	
			Лабораторні заняття	
1	ЛЗ	2	Дослідження несиметричних режимів роботи трансформатора.	1–3, 10

1	2	3	4	5
2	ЛЗ	2	Дослідження несиметричних усталених коротких замикань трифазного трансформатора.	1–3, 10
3	ЛЗ	2	Визначення параметрів синхронної машини.	1–3, 11
4	ЛЗ	2	Захист лабораторних робіт.	
5	ЛЗ	2	Дослідження синхронного генератора у режимах неробочого ходу та короткого замикання.	1–3, 11
6	ЛЗ	2	Дослідження асинхронного двигуна при несиметрії в статорі.	1–3
7	ЛЗ	2	Електромашинний підсилювач поперечного поля.	1–3, 12
8	ЛЗ	2	Захист лабораторних робіт.	
Разом (годин)		64		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2	Підготовка до лабораторних занять	8
2	Підготовка до практичних занять	8
3	Виконання індивідуального завдання	32
	Разом	56

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахунково-графічне завдання «Моделювання процесу пуску ЕМ»

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Видача-отримання завдання	1
2	Виконання теоретичної частини	5
3	Виконання розрахункової частини	7
4	Оформлення	14
5	Захист розрахунково-графічного завдання	15

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчальні технології, що використовують викладачі на лекційних, практичних та лабораторних заняттях, застосовуються відповідно до змісту робочої програми та з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні дисципліни.

При викладанні лекцій використовується інформаційно-рецептивний метод та метод проблемного викладу. На практичних заняттях – репродуктивний та евристичний методи. При виконанні індивідуального завдання застосовуються елементи дослідницького методу.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування на лекціях та практичних заняттях, контролю виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних (модульних) робіт.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться: з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів; з лабораторних та практичних занять – за допомогою перевірки виконаних завдань та шляхом контрольного опитування.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену по екзаменаційних білетах відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, що встановлені навчальним планом з урахуванням результатів поточної успішності.

Результати поточного контролю (поточна успішність) безпосередньо враховуються для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Семестровий контроль може проводитися як в письмовій так і усній формі

Студент вважається допущеним до екзамену з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання практичних занять, захисту усіх лабораторних робіт та індивідуального завдання, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

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

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання успішності студента

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	Індивідуальні завдання на ПЗ	РГ	Екзамен	Сума
20	25	12	13	30	100

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

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

Розширений план лекцій, плани практичних занять, завдання для самостійної роботи, питання для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь студентів.

<http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/sklad-kafedri/>

<http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/metodichne-zabezpechennya/>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Вольдек А.И. Электрические машины. Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л., «Энергия», 1974.
2. Кулик Ю.А. Электрические машины: учебное пособие / Ю.А. Кулик. – М.:, 1971.
3. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: – М.: Энергия, 1980.
4. Новиков Ю.Д., Петренко М.Я. Спеціальні електричні машини. – К.: 1993.
5. Бут, Д. А. Бесконтактные электрические машины : учебное пособие / Д. А. Бут. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990.
6. Теорія та синтез вентильних двигунів постійного струму: монографія/В.І. Ткачук,І.Є. Біляковський,О.В. Макаруч, Л.В. Каша, О.В.Грещук. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2011.
7. Кузнецов В.А., Кузьмичёв В.А. Вентильно-индукторные двигатели. – М.: Издательство МЭИ, 2003.
8. Осин, И. Л. Электрические машины: Синхронные машины : учеб. пособ. для студ. вузов / И. Л. Осин, Ю. Г. Шакарян ; под ред. И.П. Копылова. – М.: Высш. шк., 1990.
9. Специальные электрические машины. Источники и преобразователи энергии: учеб. пособие для электротехн. и электроэнерг. спец. вузов / А. И. Бертинов, Д. А. Бут, С. Р. Мизюрин [и др.] ; под ред. А. И. Бертинова. – Москва: Энергоиздат, 1982.
10. Міліх В.І. Дослідження силових трансформаторів: Лабораторний практикум з курсу «Електричні машини» для студентів електротехнічних спеціальностей / В.І. Міліх, О.Ю. Юр'єва, А.Г. Мірошніченко, В.Д. Юхимчук. – Х.: НТУ «ХП», 2010.
11. Міліх В.І. Дослідження синхронних машин: лаб. практикум / В.І. Міліх, Б.О. Єгоров, Г.Г. Єгорова, А.Г. Мірошніченко, В.Д. Юхимчук. – Харків: НТУ «ХП», 2010.
12. Дослідження машин постійного струму: лаб. практикум / В.Д. Юхимчук, М.О. Осташевський, Т.П. Павленко; за ред. В.І. Міліх. - Харків: НТУ «ХП», 2008

Допоміжна література

13. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Міліх. – Харків : ФОП Панов А.Н., 2017.

14. Электрические машины: Сборник задач: учеб. пособие для спец. «Электромеханика» / В. И. Читечян // М.: Высшая шк., 1988
15. <http://www.kpi.kharkov.ua>

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

<http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/>