

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту електромеханіки,
енергозбереження і систем управління

_____ проф. Чорний О.П.

« _____ » _____ 20__ р.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

з дисципліни «Електричні машини»

для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» за професійними спрямуваннями «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» та «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» (скорочений термін навчання для заочної форми навчання).

Кафедра електричних машин і апаратів

Інститут електромеханіки, енергозбереження і систем управління

Дані робочого навчального плану

Форма навчання	Курс	Се-мистри	Загаль-ний обсяг (годин)	АУДИТОРНІ ЗАНЯТТЯ				Сам. робота (годин)	ІНДИВ. ЗАВД.		
				Усього (годин)	Лекції (годин)	Лаб. (годин)	Практ. (годин)		Курс. проєкт	Контр. роб., Р, Г, РГ	Форма конт-ролю (іспит, залік)
Заочна	3	5	54	6	2	2	2	48			залік
	3	6	54	10	4	2	4	44		РГ	іспит

Робочу навчальну програму складено на основі освітньо-професійної програми вищої освіти з напрямку підготовки 6.050702 «Електромеханіка» за професійними спрямуваннями «Електричні системи і комплекси транспортних засобів», «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв».

Робочу програму склали: к.т.н., професор В. О. Некрасов,
к.т.н., доцент А. В. Некрасов,
асист. Р.М. Донченко,
асист. В.В. Ромашина.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричних машин і апаратів

Протокол № ____ від _____ 20__ р.

Зав. кафедри _____ проф. М.В. Загірняк

Схвалено методичною радою Інституту електромеханіки, енергозбереження і систем управління Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № ____ від «__» _____ 20__ р.

Директор ІЕЕСУ _____ проф. Чорний О.П.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Загальні відомості

Дисципліна "Електричні машини" вивчає конструкцію, галузі застосування, режими роботи, напрями розвитку машин постійного струму, асинхронних машин, трансформаторів, синхронних машин.

Мета навчальної дисципліни

Отримання теоретичних і практичних знань процесів електромеханічного перетворення енергії. Оволодіння знаннями про загальні принципи роботи, функціональної та конструкторської побудови.

Значення та місце дисципліни у навчальному процесі

Значення дисципліни полягає у застосуванні отриманих студентами знань у практичній роботі.

Дисципліна «Електричні машини»

базується на знаннях дисциплін з: «Фізики», «Вищої математики», «Теоретичних основ електромеханіки», «Інженерної та комп'ютерної графіки»; **забезпечує вивчення наступних дисциплін:** «Теорія електропривода», «Системи керування та автоматизації».

У результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати:

- принципи дії, конструкції, загальні та спеціальні властивості, характеристики та показники електричних машин і трансформаторів;

уміти:

- досліджувати моделі з урахуванням їх ієрархічної структури та оцінкою меж придатності отриманих результатів. Використовувати основні прийоми обробки експериментальних даних.

мати уявлення:

- про перспективні напрями розвитку електричних машин.

ТЕМАТИКА КУРСУ ЛЕКЦІЙ

Номер теми	Назва теми (модуля). Основні питання лекцій і її зміст. Завдання для самостійної роботи.	Заочна форма			Застос. ТЗН, наочне приладдя (№ пор.)	Літерат. (№ пор.)
		Лекції (год.)	Сам. робота (год.)	Семестр		
1	2	3	4	5	6	7
<i>Модуль 1 – Трансформатори, Асинхронні машини</i>						
1	Вступ до курсу*. Предмет вивчення курсу «Електричні машини». Роль і значення електричних машин у сучасній електротехніці та електроенергетиці. Основні види електричних машин, загальні принципи їх конструкцій та принципи дії. Короткий нарис розвитку електромашинобудування. Визначні особистості.	–	0,5	V	4	1
2	Однофазні трансформатори. Призначення та область застосування трансформаторів. Основні визначення. Конструкція і принцип дії однофазного трансформатора. Рівняння МРС і ЕРС трансформатора. Формула роботи трансформатора при холостому ході та навантаженні*. Холостий хід ідеального однофазного трансформатора. Холостий хід реального однофазного трансформатора. Режим навантаження трансформатора. Векторні діаграми*. Групи з'єднань обмоток 1-фазних трансформаторів*.	0,2	3	V	3, 4	1, 2, 5
3	Приведений трансформатор. Суть та метод. Т- і Г-подібні схеми заміщення. Векторні діаграми*. Зовнішня характеристика трансформатора. Досліди холостого ходу і короткого замикання трансформатора.	–	2	V	3, 4	1, 2, 5

1	2	3	4	5	6	7
4	<p>Трифазні трансформатори. Явища, що виникають при намагнічуванні трифазних трансформаторів. Втрати і ККД трансформатора. Використання методу симетричних складових для аналізу несиметричних режимів 3-фазних трансформаторів*. Групи з'єднань обмоток 3-фазних трансформаторів. Паралельна робота 3-фазних трансформаторів. Регулювання напруги трансформаторів. Перехідні процеси в трансформаторах*.</p>	0.3	4	V	3, 4	1, 2, 5
5	<p>Спеціальні трансформатори. 3-обмотковий трансформатор; автотрансформатор; трансформатор для електродугового зварювання; вимірювальні трансформатор; трансформатор для перетворення числа фаз; трансформатор як стабілізатор напруги; трансформатор для перетворення частоти, пік-трансформатор, реактори та реактивні котушки*.</p>	0.2	3,5	V	3, 4	1, 2, 5
6	<p>Асинхронні двигуни. Обертове магнітне поле 3-фазної системи струмів. Конструкція і принципи дії АД. Режим холостого ходу (XX) та ідеального холостого ходу (IXX). Спосіб з'єднання обмоток статора залежно від напруги мережі й номінальної напруги АД*.</p>	0,3	5	V	3, 4	1, 2, 5
7	<p>Енергетичні та механічні характеристики АД. Залежність частоти, ЕРС і струмів ротора від ковзання при роботі АД. Схеми заміщення АД. Векторні діаграми. Енергетична діаграма, ККД і коефіцієнт потужності АД. Приведення робочого режиму АД з рухомим ротором до нерухомого*. Обертовий момент АД. Побудова механічних характеристик АД. Стійкі та нестійкі ділянки механічної характеристики АД. Побудова механічних характеристик АД з урахуванням ефекту витіснення струму та кривої намагнічування*.</p>	–	3	V	3, 4	1, 2, 5

1	2	3	4	5	6	7
8	Кругова діаграма АД. Основні поняття кругової діаграми (КрД). Побудова КрД АД за дослідами ХХ і КЗ. Побудова кола струмів КрД. Застосування КрД для визначення параметрів двигуна: коефіцієнта потужності, ковзання, ККД, пускового моменту, перевантажувальної здатності. Побудова робочих характеристик за КрД*.	–	2	V	3, 4	1, 2, 5
9	Пуск АД. Пускові якості АД. Пуск АД з контактними кільцями (з фазним ротором). Пуск АД з короткозамкненим ротором: прямий пуск; пуск при зниженій напрузі мережі (переключення з «зірки» на «трикутник»); реакторний пуск; автотрансформаторний пуск*. Короткозамкнені АД з поліпшеними пусковими якостями: глибокопазні й двокліткові АД.	0.2	2	V	3, 4	1, 2, 5
10	Режими роботи АД. Гальмівні режими АД: проти-ввімкнення; динамічне гальмування; рекуперативне гальмування (генераторне, з віддачею енергії в мережу); конденсаторне; двострумове гальмування*. Енергетична і векторна діаграми АД. Розподіл втрат в АД*.	0.2	2	V	3, 4	1, 2, 5
11	Регулювання частоти обертання АД. Електромеханічний та електричний каскади АД з МПС. Регулювання за допомогою перетворювачів частоти: переваги та недоліки*.	0.2	2	V	3, 4	1, 2, 5
12	Обмотки АД. Основні поняття про обмотки статора АД. 3-фазна 2-шарова обмотка, порядок побудови. Інші види обмоток*. Способи з'єднання секційних груп обмоток статора АД.	–	2	V	3, 4	1, 2, 5
13	Робота АД за неномінальних умов. Зміна частоти мережі. Зміна напруги. Перемикання обмоток мало завантажених АД зі схеми «зірка» на схему «трикутник»*.	–	2	V	3, 4	1, 2, 5

1	2	3	4	5	6	7
14	Однофазні АД. Будова і принцип дії 1-фазного АД. Пуск у хід. Векторні діаграми й механічні характеристики. Конденсаторні й універсальні АД: схеми, характеристики*.	0.2	3	V	3, 4	1, 2, 5
15	Спеціальні асинхронні машини. Індукційний регулятор. Фазорегулятор. Асинхронний перетворювач частоти. Електромагнітна асинхронна муфта. Сельсини, їх конструкція, режими роботи та призначення. Асинхронні виконавчі двигуни. Гістерезисні двигуни. Синхронізовані АД. Асинхронні машини з масивним ротором. Лінійні АД. Магнітогідродинамічні машини змінного струму*.	0.2	4	V	3, 4	1, 2, 5
Всього годин у семестрі:		2	40			
Модуль 1 – Синхронні машини						
1	Синхронний генератор. Конструкція і принцип дії 3-фазного синхронного генератора (СГ): Холостий хід СГ. Робота СГ на автономне навантаження. Зовнішні й регульовальні характеристики СГ. Характеристика короткого замикання СГ. Реакція якоря СГ при різних видах навантаження*.	1	4	VI	3, 4	1, 2, 5
2	Паралельна робота СГ з електромережею. Умови включення СГ на паралельну роботу з електромережею. Регулювання активної та реактивної потужності СГ. Коливання СГ. Синхронізуюча здатність синхронної машини (СМ). Схема та векторна діаграма синхронізації*.	0.2	2	VI	3, 4	1, 2, 5
3	Синхронні двигуни. Векторні діаграми СМ. Пуск у хід СД. Переваги та недоліки. Механічна та регульовальні характеристики. Синхронний компенсатор (СК). Векторна діаграма СК*.	0.7	3	VI	3, 4	1, 2, 5

1	2	3	4	5	6	7
4	Спеціальні синхронні машини. Спеціальні синхронні машини (ССМ) подвійного живлення. Асинхронізована СМ. Синхронні мікромашини з постійними магнітами. Реактивні СМ. Гістезисні СМ. Редукторні й крокові СМ*.	0.1	3	VI	3, 4	1, 2, 5
Модуль 2 – Машини постійного струму						
5	Конструкція та принцип дії МПС. Класифікація МПС за способом з'єднання обмоток якоря та збудження. Генератори постійного струму (ГПС) з незалежним, паралельним (самозбудженням) і змішаним збудженням; їхні характеристики*. ЕРС обмотки якоря МПС. Електромагнітний момент МПС.	0,4	3	VI	3, 4	1, 2, 5
6	Двигуни постійного струму. Номинальні дані ДПС. ДПС з паралельним збудженням. Їх механічні характеристики*. ДПС з послідовним та змішаним збудженням. Їх механічні характеристики. Рівняння електричної рівноваги*.	0,5	4	VI	3, 4	1, 2, 5
7	Способи управління ДПС. Способи регулювання частоти обертання ДПС з паралельним збудженням: зміною опору якірного кола; послабленням поля; зміною напруги на ДПС. Схеми установок Г-Д і Т-Д та їх характеристики*. Регулювання частоти обертання ДПС з послідовним збудженням.	0.4	3	VI	3, 4	1, 2, 5
8	Магнітне коло МПС. Магнітне коло МПС при ХХ та його розрахунок. Реакція якоря МПС. Явища, викликані реакцією якоря. Заходи боротьби з реакцією якоря*.	–	1	VI	3, 4	1, 2, 5
9	Обмотки ДПС. Загальні відомості про якірні обмотки МПС. Класифікація обмоток. Умови їх симетрії. ЕРС секцій. Вибір типу обмоток*.	–	1	VI	3, 4	1, 2, 5
10	Комутація МПС. Причини іскріння на колекторі. Процес комутації. Способи поліпшення комутації*.	0,2	2	VI	3, 4	1, 2, 5

1	2	3	4	5	6	7
11	Коефіцієнт корисної дії ДПС. Класифікація втрат МПС: механічні, магнітні, електричні. Умови максимуму ККД. Нагрівання та охолодження МПС. Режими роботи МПС: тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний. Тривалість ввімкнення МПС*.	0,2	2	VI	3, 4	1, 2, 5
12	Спеціальні МПС. ГПС з трьома обмотками. Зварювальний ГПС. Електромеханічні підсилювачі потужності. Тахогенератори. МГД-генератори. Виконавчі двигуни*. Колекторні машини змінного струму: основні поняття. 1-фазний колекторний двигун послідовного збудження: схеми, векторні діаграми. Репульсивний двигун з двома обмотками на статорі: конструкція, принцип дії, перевага. Репульсійний двигун із однією обмоткою на статорі 3-фазний колекторний двигун; схема, принцип дії, переваги, недоліки*. Фазокомпенсатор. Електромашинні перетворювачі двигунно-генераторного типу. Переваги, недоліки. Одноякірні перетворювачі. Схеми, векторні діаграми, переваги перед двигунно-генераторними перетворювачами*.	0.3	2	VI	3, 4	1, 2, 5
	Всього годин у семестрі:	4	30			

Примітка. * Питання, що виносяться для самостійного опрацювання

ПЕРЕЛІК ТЕМ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Номер теми	Найменування теми (модуля) Основні питання лабораторної роботи, її зміст, завдання для самостійної роботи.	Заочна форма			Форма та засоби контролю	Примітка
		ауд. занят. (год.)	сам. роб. (год.)	семестр		
1	2	3	4	5	6	7
<i>Модуль 2 – Трансформатори, Асинхронні машини</i>						
6 – 13	Дослідження асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.	2	4	V	допуск, захист	
					Модульний контроль	
	Всього годин за семестр:	2	4	V		
<i>Модуль 2 – Машини постійного струму</i>						
5	Дослідження генератора постійного струму паралельного збудження.	2	2	VI	допуск, захист	
					Модульний контроль	
	Всього годин за семестр:	2	2	VI		

ПЕРЕЛІК ТЕМ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Номер теми	Найменування теми (модуля) Основні питання практичного заняття, його зміст, завдання для самостійної роботи.	Заочна форма			Форма та засоби контролю	Методичні засоби (тести, набори завдань)	Література (№ пор.)
		ауд. занят. (год.)	сам. роб. (год.)	семестр			
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Модуль 1 – Трансформатори, Асинхронні машини</i>							
2 – 4	Розрахунок схем однофазних та трифазних трансформаторів	2	4	V	Перевірка розрахунків	Тести	12
					Модульний контроль	Тести	
	Всього годин за семестр:	2	4	V			
<i>Модуль 1 – Синхронні машини</i>							
1 – 4	Розрахунок схем асинхронних та синхронних двигунів	2	1	VI	Перевірка розрахунків	Тести	11
					Модульний контроль		
<i>Модуль 2 – Машини постійного струму</i>							
5 – 12	Розрахунок машин постійного струму	2	1	VI	Захист РГ	Тести	11
					Модульний контроль		
	Всього годин за семестр:	4	2	VI			

ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Теоретичний матеріал

№ теми	Найменування теми, питання, які студент повинен опрацювати самостійно, та їх захист. Індивідуальні завдання (контрольні роботи, Р, Г, РГ, реферати)	Заочна форма		Форма звітності	Термін звітності	Література (№ пор.)
		Обсяг год	Сем.			
1 – 8	Вивчення теоретичного матеріалу. Питання для самостійного опрацювання визначені в тематиці курсу лекцій	40	V	опитування	протягом семестру	1, 2, 5
2–8,	Підготовка до лабораторних робіт згідно з переліком тем лабораторних робіт	4	V	допук, захист	протягом семестру	10, 12
2 – 4, 6 – 13	Підготовка до практичних занять згідно з переліком тем практичних занять	4	V	Тести	протягом семестру	1, 2, 5
Усього годин за семестр		48	V			
1–9	Вивчення теоретичного матеріалу. Питання для самостійного опрацювання визначені в тематиці курсу лекцій	30	VI	опитування	протягом семестру	1, 2, 5
1–6	Підготовка до лабораторних робіт згідно з переліком тем лабораторних робіт	2	VI	допук, захист	протягом семестру	11
6 – 13 (V сем)	Підготовка до практичних занять згідно з переліком тем практичних занять	2	VI	Тести	протягом семестру	1, 2, 5
1 – 12	Розрахунково-графічна робота	10	VI	Захист РГ	протягом семестру	1, 2, 5
Усього годин за семестр		44	VI			

ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

№ пор.	Назва, автори, рік видання	Кількість прим.	Примітка
Основна			
1	Копылов И. П. Электрические, машины: Учебник для ВУЗов. - М.: Энергоиздат, 1986. - 360с.	30	
2	Електричні машини: підручник/ М.В. Загірняк, Б.І. Невзлін. – 2-ге вид., перероб. і доповн. – К.: Знання, 2009. – 399с.	20	
3	Проектирование электрических машин: учебное пособие для ВУЗов (И.П.Копылов, Ф.А. Горяинов, Б.К. Клоков и др.: под редакцией И.П.Копылова.- М.Энергия, 1980г.-496с.	200	
4	Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учеб. Пособие для вузов.- 5-е изд., перераб. доп.- М.: Энергоатомиздат., 1986 - 528 с: ил.	25	
5	Конспект лекций по дисциплине "Электрические машины" для студентов электротехнических специальностей. Кременчуг. КГПУ, 2007.- 159 с.	200	
6	Методичні вказівки щодо виконання курсового проекту(роботи) з навчальної дисципліни „Електричні машини" (розділ „Машини постійного струму") для студентів денної та заочної форм навчання за напрямами 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	25	
7	Методичні вказівки щодо виконання курсової роботи з навчальної дисципліни “Електричні машини” (розділ “Асинхронні машини”) для студентів денної та заочної форм навчання за напрямами 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	100	
8	Методичні вказівки щодо виконання курсового проекту(роботи) з навчальної дисципліни „Електричні машини" (розділ „Трансформатори") для студентів денної та заочної форм навчання за напрямами 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	100	

9	Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Електричні машини", розділу "Генератори постійного струму" для студентів денної та заочної форм навчання за напрямками 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	100	
10	Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Електричні машини", розділу "Двигуни постійного струму" для студентів денної та заочної форм навчання за напрямками 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	100	
11	Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Електричні машини", розділу "Асинхронні машини" для студентів денної та заочної форм навчання за напрямками 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	100	
12	Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Електричні машини", розділу "Трансформатори" для студентів денної та заочної форм навчання за напрямками 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	100	
13	Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Електричні машини", розділу "Синхронні машини" для студентів денної та заочної форм навчання за напрямками 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	100	

14	Методичні вказівки щодо виконання самостійних робіт з навчальної дисципліни "Електричні машини" для студентів денної та заочної форм навчання за напрямами 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	100	
15	Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Електричні машини", розділу "Спеціальні електричні машини" для студентів денної та заочної форм навчання за напрямами 6.050702 – «Електромеханіка» і 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» (у тому числі для скороченого терміну навчання), Кременчук. КНУ, 2010.	100	
Додаткова			
16	Брускин Д.Э. и др. - "Электрические машины" ч. 1 и 2 - М.: Высшая школа, 1987г. - 319с.	30	

**ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА НАОЧНІ ПОСІБНИКИ,
ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

№ пор.	Назва технічних засобів і наочного приладдя	Кількість примірників
	Технічні засоби	
1	Комп'ютер. Програма розрахунку для ДПС, АД з короткозамкненим ротором і трансформатора.	8
2	Лабораторні стенди до лабораторних робіт	8
	Наочні посібники	
3	Зразки електричних машин та елементів їх конструкції	15
4	Плакати.	19

ДОПОВНЕННЯ ТА ЗМІНИ ДО РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ

№ пор.	Дата внесення змін	Зміст змін, доповнень	Підстава до внесення змін, доповнень (№ і дата наказу, рішення вченої ради, засідання кафедри, підпис завідувача кафедри)	Погодження випускаючої кафедри (№ і дата засідання кафедри, підпис завідувача кафедри)

Внесені зміни затверджую:

Директор Інституту електромеханіки,
енергозбереження і систем управління

_____ / О.П. Чорний /

« _____ » _____ 20__ року

**АРКУШ УЗГОДЖЕННЯ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ
З ВИПУСКАЮЧОЮ КАФЕДРОЮ**

Кафедра	Пропозиції випускаючої кафедри про зміни та доповнення до робочої програми	№ і дата протоколу засідання кафедри. Підпис завідувача випускаючої кафедри