

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра “Електричні машини”

(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор (перший проректор)

“ В. Г. Прушківський ”
_____ 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи автоматизованого проектування складних електромеханічних
(електротехнічних) систем та комплексів

(код і назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Електричні машини і апарати

(назва спеціалізації)

інститут, факультет ФТІ, ЕТФ

(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма дисципліни " Основи автоматизованого проектування складних електромеханічних (електротехнічних) систем та комплексів" для студентів

(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

освітня програма (спеціалізація) Електричні машини і апарати.

(назва спеціалізації)

„___” ____, 2018 року – 11с.

Коцур Ігор Михайлович доцент каф. «ЕМ», к.т.н.

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри

" Електричні машини"

Протокол від. “___” _____ 20__ року № ___

Завідувач кафедри _____

(Яримбаш Д.С.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“___” _____ 20__ року

Схвалено науково-методичною комісією _____

факультету

Протокол від. “___” _____ 20__ року № ___

“___” _____ 20__ року

Голова _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми* _____

“___” _____ 20__ року

Керівник групи _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невідпусковою кафедрою

Коцур І.М., 2018 рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 14«Електрична інженерія»	Вибіркова	
Модулів – 2	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Електричні машини і апарати	Рік підготовки:	
Змістових модулів –7		5-й	5-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання		Семестр	
Загальна кількість годин - 180		9-й	9-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 60 самостійної роботи студента - 120	Освітній ступінь: магістр	Лекції	
		36 год.	14 год.
		Практичні, семінарські	
		0 год.	0 год.
		Лабораторні	
		24 год.	14 год.
		Самостійна робота	
		120 год.	152 год.
		Індивідуальні завдання:	
		Вид контролю: <i>екзамен</i>	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 50%

для заочної форми навчання – 18,42%

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – метою навчальної дисципліни є формування у студентів навичок самостійної проєктувальної та дослідницької роботи, що передбачає досконале володіння теорією та технікою автоматизованого проєктування складних електромеханічних (електротехнічних) систем та комплексів, спеціального обладнання на базі сучасної обчислювальної техніки.

Завдання - формування у магістрів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки теоретичних знань, умінь та практичних навичок відповідно до поставленої мети.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати **загальні компетентності**:

- здатність до узагальнення, аналізу, сприйняття інформації, постановці мети і вибору шляхів її досягнення;
- здатність здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел;
- здатність здійснювати постановку системних задач досліджень з використанням технології структурного передбачення і методології інноваційного синтезу для довільних класів електромеханічних об'єктів.

фахові компетентності:

- здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для створення нових та при обслуговуванні існуючих електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем та їх складових;
- здатність критично аналізувати основні показники функціонування системи та оцінювати використані технічні рішення та обладнання
- готовність застосовувати методи і засоби сучасних систем автоматизованого проєктування та розрахунку складних електромеханічних (електротехнічних) систем, комплексів та спеціального обладнання;
- здатність самостійно проєктувати системи та їх елементи з урахуванням усіх аспектів поставленої задачі;
- готовність застосовувати основи інженерного проєктування спеціального обладнання, методів їх розрахунків та встановлення зв'язків характеристик з конструктивними та експлуатаційними параметрами;
- готовність використовувати прикладне програмне забезпечення для розрахунку параметрів і вибору пристроїв електротехнічного обладнання та вирішувати інженерно-технічні завдання із застосуванням засобів прикладного програмного забезпечення;
- здатність формулювати технічні завдання, розробляти і використовувати засоби автоматизації при проєктуванні і технологічної підготовки виробництва.

Очікувані програмні результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни студент має оволодіти основними сучасними методами автоматизованого проєктування складних електромеханічних (електротехнічних) систем та комплексів та принципи конструювання спеціального обладнання з урахуванням припустимих електромагнітних, теплових і механічних навантажень,

обумовлених областю застосування, конструктивними особливостями й режимами роботи.

Пререквізити: «Обчислювальна техніка та програмування». «Основи автоматизованого проектування електротехнічних пристроїв і електромеханічних систем».

Кореквізити: «Науково - дослідний проект». «Основи функціонування та математичного забезпечення систем діагностики, контрольно - вимірювальних приладів і автоматики».

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Системи автоматизованого проектування і їх структура.

Тема 1. Вступ, короткі відомості про дисципліну, об'єм та основні задачі курсу. Поняття автоматизованого проектування. Сучасні методи автоматизованого проектування складних електромеханічних (електротехнічних) систем та комплексів, спеціального обладнання. Структура та різновиди САПР.

Тема 2. Технології і засоби і автоматизованого проектування. Принципи побудови САПР. Функції, характеристики і приклади CAE/CAD/CAM-систем. Комплексні автоматизовані системи. Поняття про CALS-технологію. Принципи автоматизованого проектування. Структура процесу проектування.

Змістовий модуль 2. Вимірювальні перетворювачі струму.

Тема 3. Головні параметри та характеристики вимірювальних трансформаторів струму. Класифікація схемних моделей вимірювальних трансформаторів струму і на пруги. Конструкція вимірювальних трансформаторів струму та напруги. Основні вузли, комплектуючі вироби.

Тема 4. Математичне моделювання вимірювальних трансформаторів струму з нелінійними та квазілінійними характеристиками. Фізичне моделювання вимірювальних трансформаторів струму методами подібності.

Змістовий модуль 3. Вимірювальні перетворювачі напруги.

Тема 5. Головні параметри та характеристики, конструкція вимірювальних трансформаторів напруги.

Тема 6. Математичне моделювання вимірювальних трансформаторів напруги.

Змістовий модуль 4. САПР та оптимальне проектування вимірювальних трансформаторів струму та напруги.

Тема 7. Система автоматизованого проектування **SolidWorks**.

Оптимальне конструювання технологічних параметрів вимірювальних трансформаторів струму та напруги з вимогами забезпечення постійних характеристик.

Тема 8. Система автоматизованого проектування **КОМПАС-3D**.

Змістовий модуль 5. Проектування та розрахунок реакторів.

Тема 9. Шунтуючі, струмобмежуючі реактори. Фільтрові, демпфіруючі реактори. Заземлюючі трансформатори. Згладжуючі реактори. Головні параметри та характеристики реакторів. Основні математичні моделі реакторів, структура та область їх використання.

Тема 10. Перелік основних аналітичних та численних методів які використовуються для моделювання реакторів. Переваги та недоліки методів.

Змістовий модуль 6. Оптико-електронні перетворювачі струму та напруги.

Тема 11. Оптико-електронні трансформатори струму та напруги. Головні параметри та характеристики. Методики та алгоритми їх розрахунків.

Змістовий модуль 7. Проектування серій вимірювальних перетворювачів.

Тема 12. Проектування серій перетворювачі струму та напруги.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Системи автоматизованого проектування і їх структура.												
Тема 1. Вступ. Поняття автоматизованого проектування. Сучасні методи САПР.	15	2	-	-	-	13	15	1	-	-	-	14
Тема 2. Технології і засоби САПР. Функції, характеристики САЕ/ CAD/CAM-систем	15	2	-	-	-	13	15	1	-	-	-	14
Разом за змістовим модулем 1	30	4	-	-	-	26	30	2	-	-	-	18
Змістовий модуль 2. Вимірювальні перетворювачі струму.												
Тема 3. Головні параметри та характеристики, конструкція вимірювальних тр-рів струму.	15	2	-	-	-	13	15	-	-	-	-	15
Тема 4. Математичне моделювання вимірювальних тр-рів струму з нелінійними та квазілінійними характеристиками.	15	2	-	-	-	13	15	2	-	2	-	11
Разом за змістовим модулем 2	30	4	-	-	-	26	30	2	-	2	-	26
Змістовий модуль 3. Вимірювальні перетворювачі напруги.												
Тема 5. Головні параметри характеристики, конструкція вимірювальних трансформаторів напруги.	14	4	-	-	-	10	15	-	-	-	-	15
Тема 6. Математичне моделювання вимірювальних тр-рів напруги.	16	6	-	-	-	10	15	2	-	4	-	9
Разом за змістовим модулем 3	30	10	-	-	-	20	30	2	-	4	-	24
Разом за модулем 1	90	18	-	-	-	72	90	6	-	6	-	78

Модуль 2												
Змістовий модуль 4. САПР та оптимальне проектування вимірювальних трансформаторів струму та напруги.												
Тема 7. Система автоматизованого проектування SolidWorks .	20	4	-	4	-	12	14	2	-	-	-	12
Тема 8. Система автоматизованого проектування КОМПАС-3D .	10	4	-	2	-	4	16	2	-	-	-	14
Разом за змістовим модулем 4	30	8		6	-	16	30	4	-	-	-	26
Змістовий модуль 5. Проектування та розрахунок реакторів.												
Тема 9. Шунтуючі, струмо обмежуючі реактори. Фільтрові, демфруючі реактори. Заземлюючі тр-ри. Згладжуючі реактори. Головні параметри та хар-ки реакторів. Основні мат. моделі реакторів, структура та область їх використання.	20	4	-	6	-	10	14	2	-	-	-	12
Тема 10. Перелік основних аналітичних та численних методів які використовуються для моделювання реакторів. Переваги та недоліки методів	10	4	-	-	-	6	16	-	-	-	-	16
Разом за змістовим модулем 5	30	8	-	6	-	16	30	2	-	-	-	28
Змістовий модуль 6 Оптико-електронні перетворювачі струму та напруги.												
Тема 11. Оптико-електронні трансформатори струму та напруги. Головні параметри та характеристики, конструкція	20	2	-	6	-	12	2	-	-	-	-	2
Разом за змістовим модулем 6	20	2	-	6	-	12	2	-	-	-	-	2
Змістовий модуль 7 Проектування серій вимірювальних перетворювачів.												
Тема 12. Проектування серій вимірювальних перетворювачів.	10	-	-	6	-	4	28	2	-	8	-	18
Разом за змістовим модулем 7	10	-	-	6	-	4	28	2	-	8	-	18
Разом за модулем 2	90	18	-	24		48	90	8	-	8		74
Усього годин	180	36	-	24		118	180	14		14		152

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття навчальним планом не передбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова характеристик вимірювальних перетворювачів струму та напруги	6
2	Побудова характеристик реакторів	6
3	Використання пакету КОМПАС-3D для виконання креслень загальних виглядів та основних елементів реакторів	10
4	Використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для тривимірного твердотілого й поверхневого параметричного проектування реакторів, вимірювальних перетворювачів струму та напруги та їх основних елементів	10
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Схема заміщення та векторна діаграма трансформатора струму.	4
2	Фізичне моделювання вимірювальних трансформаторів струму методами подібності.	6
3	Схема заміщення та векторна діаграма тр-ра напруги.	6
4	Узагальнений метод розрахунку основних розмірів тр-рів.	6
5	Схема заміщення та векторна діаграма реактора.	2
6	Розрахунок магнітного поля вимірювальних тр-рів струму.	2
7	Вимоги до критеріїв ефективності вимірювальних тр-рів струму та напруги.	11
8	Розрахунок магнітного поля вимірювальних тр-рів напруги.	11
9	Розрахунок механічної та термічної міцності обмоток.	7
10	Структурний синтез вимірювальних трансформаторів струму та напруги на базі аналізу конструктивних та структурних рішень.	7
11	Математичне моделювання вимірювальних трансформаторів струму з нелінійними та квазілінійними характеристиками.	14
12	Вимоги до критеріїв ефективності вимірювальних трансформаторів струму та напруги.	14
13	Формалізація задач оптимізації. Класичні методи рішення.	14
	Разом	118

9 . Індивідуальні завдання

Підготовка рефератів з самостійної роботи для студентів денної форми навчання та контрольної роботи для заочної форми навчання.

10. Методи навчання

Робочою програмою передбачені такі форми організації навчального процесу як лекції, лабораторні роботи, самостійна робота студентів, консультації та контрольні заходи.

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання: аналітичний, синтетичний, індуктивний, дедуктивний, методи самостійної розумової діяльності: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

11. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: сучасні методи автоматизованого проектування складних електромеханічних (електротехнічних) систем та комплексів та принципи конструювання спеціального обладнання з урахуванням припустимих електромагнітних, теплових і механічних навантажень, обумовлених областю застосування, конструктивними особливостями й режимами роботи. Вміти: самостійно застосовувати методики розрахунків для розв'язку поставленого завдання; обґрунтовувати прийняття технічних рішень при створенні складних електромеханічних (електротехнічних) систем та комплексів, спеціального обладнання; здійснювати пошук і аналізувати науково-технічну інформацію; використовувати нормативну документацію з спеціального обладнання; проектувати спеціальне обладнання конкурентоспроможних на світовому ринку, з використанням сучасних засобів автоматизації проектування.

12.Засоби оцінювання

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
- тестування на кожних практичних заняттях;
- двох рубіжних модульних контролів;
- екзамену.

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
- захисту контрольної роботи;
- екзамену.

13. Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4		40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
5	5	5	5	5	5	5	5		
Змістовий модуль 5		Змістовий модуль 6		Змістовий модуль 7					
T9	T10	T11		T12		-	-		
5	5	5		5		-	-		

T1, T2 ... T13 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	задовільно
35-59	FX	
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи автоматизованого проектування складних електромеханічних (електротехнічних) систем та комплексів» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма «Електричні машини і апарати») денної форми навчання / Укл. Т. П. Солодовнікова, О. О. Шлянін – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 40 с.

2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Науково дослідний курсовий проект” для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма «Електричні машини і апарати») денної форми навчання /Укл.: І.М.Коцур, Д.О.Літвінов, О.О.Шлянін. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 72 с.

3. Методичні вказівки до виконання практичних завдань з дисципліни “Основи автоматизованого проектування складних електромеханічних (електротехнічних) систем та комплексів” для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма «Електричні машини і апарати») денної форми навчання /Укл.: І.М. Коцур, О.О. Шлянін. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 30 с.

15. Рекомендована література

Базова

1. Норенков И.П. Автоматизированное проектирование. – М., 2000. –188с.
2. Автоматизация производства: Учебник. /В.Н. Брюханов, А.Г. Схиртладзе, В.П. Вороненко; под.ред. Ю.М. Соломенцева. – М.:Выш.шк., 2005. – 367с.
3. Афанасьев В.В. Адоньев Н.М. Трансформаторы тока - Л.:Энергоатомиздат, 1989-416с.
4. Пуйло Г.В., Шевченко В.П., Гололобов В.В. Автоматизоване проектування трансформаторів в струму. Учбов. Посібник - Одеса:ОПУ, 1993-118 с.
5. Бажанов С.А. Маслонаполненные трансформаторы тока -М.: Энергоиздат, 1983 - 81с.
6. Вавин В.И. Трансформаторы тока - М.: Энергия, 1978.
7. Бачурин Н.И. Трансформаторы тока - М.: 1964.
8. Чунихин А.А., Жаворонков М.А. Аппараты высокого напряжения. Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоиздат, 1985. - 432с
9. Дымков Трансформаторы напряжения.
10. Изоляция установок высокого напряжения, Г.С. Кучинский и др. -М.: 1987.
11. Гольдштейн И.В. Измерительные трансформаторы- Г.:Энергия, 1970.
12. Либерзон Э.Г. Расчет трансформаторов тока по упрощенной характеристике намагничивания. - Г.: Электричество, 1986 -416с.

Допоміжна

1. Александров Т.Н., Борисов В.В., Каплан Г.С. и др. Проектирование электрических аппаратов. - М.: Энергия, 1986.-481 с.
2. Адоньев Н.М., Афанасьев В.В. и др. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения. - Л.: Энергоиздат 157 с.

16. Інформаційні ресурси

1. Цифровий репозиторій ЗНТУ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eir.zntu.edu.ua>
2. У розпорядженні студента є лекційний курс у електронному вигляді