

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Електричні машини

(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор (перший проректор)

“ _____ ” _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИПІВС06 Моделювання та аналіз електромагнітних процесів в складних
електромеханічних (електротехнічних) системах та комплексах

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність “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 Моделювання та аналіз електромагнітних процесів в складних електромеханічних (електротехнічних) системах та комплексах для студентів

(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”,
освітня програма (спеціалізація) Електричні машини і апарати.

(назва спеціалізації)

„___” _____, 2018 року- 9 с.

Розробники: С.Т. Яримбаш, доцент, канд.техн.наук

С.О.Лапкіна, асистент

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

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри

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 _____ (Антонов М.Л.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*

“___” _____ 20__ року Керівник групи _____
(_____)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невідпусковою кафедрою

Яримбаш С.Т., 2018 рік

Лапкіна С.О., 2018 рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6,0	Галузь знань <u>14 Електрична інженерія</u> (шифр і назва)	вибіркова	
Модулів – 1	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) <u>141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”</u> (Електричні машини і апарати) (код і назва)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		5-й	5-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин - 180		10-й	10-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 60 самостійної роботи студента - 120	Освітній ступінь: магістр	28 год.	8 год.
		Практичні, семінарські	
		0 год.	0 год.
		Лабораторні	
		28 год.	6 год.
		Самостійна робота	
		120 год.	166 год.
		Індивідуальні завдання: год.	
4 год.	0 год.		
Вид контролю: екзамен			

Примітка.

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

для денної форми навчання – 60/120.

для заочної форми навчання – 14/166.

1. Мета навчальної дисципліни

Мета - виклад наукових основ чисельного моделювання.

Завдання – розглянути методи чисельного моделювання, основні закони і рівняння, теоретичні та прикладні питання розв'язання задач магнітостатики, електростатики, теплової задачі та задачі розподілу струму

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати **загальні компетентності**: застосовувати практичні навички роботи з персональними ЕОМ.

фахові компетентності: знати рівняння магнітного, електростатичного, теплового полів і струмів, типи граничних умов та методи їх завдання, побудову геометрії моделі в програмному забезпеченні FEMM, зв'язок програмного забезпечення FEMM з CAD програмами, побудова кінцево-елементної сітки і картин поля.

очікувані програмні результати навчання: студент має оволодіти програмним забезпеченням FEMM.

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Вступ у дисципліну. Загальні відомості про програмне забезпечення FEMM

Роль та необхідність комп'ютерного моделювання. Переваги та недоліки. Ознайомлення з програмним забезпеченням FEMM.

Тема 2. Рівняння магнітного, електростатичного, теплового полів і струмів.

Опис задач магнітостатики, електростатики, теплової задачі та задачі розподілу струму в провіднику. Розглядаються основні закони та рівняння. Основні типи граничних умов.

Тема 3. Кінцево-елементний аналіз

Розглядається загальний підхід для рішення задачі з використанням програмного забезпечення FEMM. Приклад плоскої задачі.

Тема 4. Робота з CAD системою

Розглядається зв'язок програмного забезпечення FEMM з CAD програмами. Імпорт файлів.

Змістовий модуль 2.

Тема 5. Магнітостатика

Розглядається створення задачі магнітостатики в програмному забезпеченні FEMM.

Тема 6. Електростатика

Розглядається створення задачі електростатики в програмному забезпеченні FEMM.

Тема 7. Теплова задача

Розглядається створення теплової задачі в програмному забезпеченні FEMM.

Тема 8. Задача розтікання струму

Розглядається створення задачі розтікання струму в програмному забезпеченні FEMM.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	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. Вступ у дисципліну, основні рівняння і поняття.												
Тема 1. Вступ у дисципліну. Загальні відомості про програмне забезпечення FEMM	15	3,5	-	-	-	11,5	15	1	-	-	-	14
Тема 2. Рівняння магнітного, електростатичного, теплового полів і струмів	35	3,5	-	14	-	17,5	35	1	-	3	-	31
Тема 3. Кінцево-елементний аналіз	20	3,5	-	-	-	16,5	20	1	-	-	-	19
Тема 4. Робота з CAD системою	20	3,5	-	-	-	16,5	20	1	-	-	-	19
Разом за змістовим модулем 1	90	14	-	14	-	62	90	4	-	3	-	83
Змістовий модуль 2. Розв'язання задач магнітостатики, електростатики, теплової задачі та задачі розтікання струму.												
Тема 5. Магнітостатика	25	3,5	-	14	-	7,5	25	1	-	3	-	21
Тема 6. Електростатика	25	3,5	-	-	4	17,5	25	1	-	-	-	24
Тема 7. Теплова задача	20	3,5	-	-	-	16,5	20	1	-	-	-	19
Тема 8. Задача розтікання струму	20	3,5	-	-	-	16,5	20	1	-	-	-	19
Разом за змістовим модулем 2	90	14	-	14	4	58	90	4	-	3	-	83
Усього годин	180	28	-	28	4	120	180	8	-	6	-	166
Модуль 2												
ІНДЗ			-	-		-			-	-	-	
Усього годин	180	28	-	28	4	120	180	8	-	6	-	166

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття планом не передбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття планом не передбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз безвихрового плоскопаралельного поля за допомогою FEMM і розрахунок магнітної провідності	14
2	Дослідження і розрахунок броньового електромагніта постійного струму за допомогою FEMM	14
	Разом	28

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ у дисципліну. Загальні відомості про програмне забезпечення FEMM	15
2	Рівняння магнітного, електростатичного, теплового полів і струмів.	35
3	Кінцево-елементний аналіз	20
4	Робота з САД системою	20
5	Магнітостатика	25
6	Електростатика	25
7	Теплова задача	20
8	Задача розтікання струму	20
	Разом	180

9. Індивідуальні завдання

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

10. Методи навчання

Основні види занять, що входять до складу модулів: лекції, лабораторні роботи.

11. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: рівняння магнітного, електростатичного, теплового полів і струмів, типи граничних умов та методи їх завдання, побудову геометрії моделі в

програмному забезпеченні FEMM, зв'язок програмного забезпечення FEMM з CAD програмами, побудова кінцево-елементної сітки і картин поля.

12. Засоби оцінювання

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
- захисту звітів про виконання самостійних робіт;
- рубіжний модульний контроль;
- екзамен.

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

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

13. Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
5	10	5	5	5	10	10	10		

T1, T2 ... T12 – 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
85-89	B	добре
75-84	C	
70-74	D	
60-69	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Моделювання та аналіз електромагнітних процесів в складних електромеханічних (електротехнічних) системах та комплексах» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(спеціалізація «Електричні машини і апарати») усіх форм навчання / Укл. С.О. Лапкіна, С.Т. Яримбаш, Д.С. Яримбаш – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 70 с.

15. Рекомендована література

Базова

1. Буль О.Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов: Магнитные цепи, поля и программа FEMM: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.Б. Буль. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.

2. Байда Е.И. Расчет электромагнитных и тепловых полей с помощью программы FEMM. Приложения / Е.И. Байда. – Харьков, 2015. — 147 с.

3. Яримбаш Д. С. Розрахунок параметрів головних шинних пакетів секцій печей графітації змінного струму [Електронний ресурс]: навчальний посібник / Д. С. Яримбаш, С. Т. Яримбаш – Електрон. дані. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. ISBN 978-617-529-171-9 Режим доступу:
<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/2682>

Допоміжна

1. Власенко Р. В. Аналіз енергетичних процесів в трифазному силовому активному фільтрі з використанням спектрального моделювання / Р. В. Власенко, О. В. Бялобржеський // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 12-18.

2. Міщенко Т. М. Перспективи схемотехнічних рішень і моделювання підсистем електричної тяги при високошвидкісному русі поїздів / Т. М. Міщенко // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 19-28.

3. Трушевський В. Е. Застосування автоматичних стрілок тролейбусу як детекторів в системах світлофорного авторегулювання / В. Е. Трушевський // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 29-31.

4. Ершов А. В. Конвективный и лучистый теплообмен при плавлении проволоки в струе дуговой плазмы / А. В. Ершов, Е. А. Зеленина // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 37-42.

5. Крисан Ю. О. Модернізація лабораторного стенда дослідження асинхронного електропривода / Ю. О. Крисан // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 49-54.

6. Яримбаш Д. С. Повышение энергоэффективности электротехнического комплекса графитации при модернизации боковых шинных пакетов мощных печей графитации / Д. С. Яримбаш, С. Т. Яримбаш

// Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 132/2012. Серія: Механіка, енергетика, екологія. 2012. С. 93–100

7. Сивокобыленко В. Ф. Совершенствование пусковых органов бавр в системах электроснабжения с двигательной нагрузкой / В. Ф. Сивокобыленко, С. В. Деркачев // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 61-67.

8. Килимник И.М. Повышение эффективности обработки информации при регистрации контролируемых параметров в системах автоматического управления / И.М. Килимник, Д.С. Яримбаш // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. 2007. – № 1. – С. 68 – 73

9. Ткаченко С. Н. Энергосистема будущего. Концепция smart grid. Специфика реализации на Украине / С. Н. Ткаченко // Электротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 68-73.

10. Ярымбаш Д.С. Повышение эффективности управления режимами электрического обогрева при прессовании заготовок подовых блоков / Д.С. Ярымбаш, А.В. Тютюнник, О.Л. Загрунный // Электротехника и электроэнергетика. – Запорожье: ЗНТУ, 2006. – № 2. – С. 56 – 60.

11. Немудрый И. Ю. Повышение эффективности преобразования энергии в ветроэлектрических установках с аэродинамической мультипликацией / И. Ю. Немудрый // Электротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 79-86.

12. Андриенко П.Д. Особенности моделирования температурного состояния технологической системы как объекта управления / П.Д. Андриенко, Д.С. Ярымбаш // Електромашинобудування та електрообладнання, 2006. №66 – С. 291–293.

16. Інформаційні ресурси

1. FEMM. Режим доступу: <http://www.femm.info/wiki/HomePage>

_____, 20__ рік