

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н - 3.04

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна _____

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра (циклова комісія) _____ фізики НВЧ _____

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Обчислювальні методи електродинаміки

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки _____ 6.040204 – Прикладна фізика _____

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність _____ 6.04020402 – Радіофізика і електроніка _____

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____

(назва спеціалізації)

інститут, факультет, відділення _____ Радіофізичний факультет _____

(назва інституту, факультету, відділення)

Харків – 2012

Робоча програма навчальної дисципліни **Обчислювальні методи електродинаміки** для студентів за напрямом підготовки 6.040204 – Прикладна фізика, спеціальністю 6.04020402 – Радіофізика і електроніка. „18” жовтня, 2012.- 8 с.

Розробники: Каліберда Мстислав Євгенович, викладач кафедри фізики НВЧ радіофізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики НВЧ радіофізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Протокол № 3 від “18” жовтня 2012 р.

Завідувач кафедрою фізики НВЧ

_____ (Звягінцев А. О.)
 _____ (підпис) (прізвище та ініціали)
 “ _____ ” _____ 2012 р.

Схвалено методичною комісією

Протокол № ____ від. “ _____ ” _____ 2012 р.

“ _____ ” _____ 2012 р. Голова _____ (Чорногор Л. Ф.)
 _____ (підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <u>01.04.03 Радіофізика</u> (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Напрямок підготовки <u>6.040204 – Прикладна фізика</u> (шифр і назва)		
Модулів – 1	Спеціальність (професійне спрямування): <u>6.04020402 Радіофізика і електроніка</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин - 108		6-й	-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 68 самостійної роботи студента - 40	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		34 год.	год.
		Практичні, семінарські	
		34 год.	год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
40 год.	год.		
Індивідуальні завдання:			
год.			
Вид контролю: залік			

Примітка.

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

для денної форми навчання - 1.7:1

для заочної форми навчання -

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета полягає у вивченні найбільш поширених та потужних чисельних методів розв'язання задач різного ступеню складності.

Завдання курсу – набуття практичних навичок використання вивчених методів до розв'язання практичних задач. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні ідеї, переваги та недоліки чисельних методів, теоретичні основи їх синтезу, властивості збіжності та стійкості.

вміти: обрати найбільш ефективний метод розв'язку задач, створити алгоритм реалізації методу, реалізувати метод на ЕОМ.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Чисельні методи розв'язання задач електродинаміки. Диференційні рівняння.

Тема 1. Класифікація методів розв'язання задач електродинаміки. Чисельні методи. Переваги та недоліки.

Тема 2. Метод сіток.

2.1. Загальний опис методу. Проблема стійкості.

2.2. Апроксимація першої похідної першого порядку.

2.3. Апроксимація похідної другого порядку.

2.4. Апроксимація похідної вищого порядку.

2.5. Метод сіток для одновимірних рівнянь та систем рівнянь. Апроксимація частинних похідних.

2.6. Граничні умови типу Дирихле та Неймана. Змішані граничні умови. Апроксимація першого та вищих порядків.

2.7. Умови випромінення на нескінченності.

2.8. Розв'язання еліптичних рівнянь.

2.9. Розв'язання параболічних рівнянь.

2.10. Розв'язання гіперболічних рівнянь. Системи рівнянь.

Тема 3. Метод Рунге-Кута.

3.1. Метод Ейлера. Схема першого порядку.

3.2. Схема другого порядку.

3.3. Схема вищого порядку.

3.4. Питання збіжності метода.

Тема 4. Метод скінчених елементів.

4.1. Опис методу.

4.2. Варіаційний принцип. Зведення диференційних рівнянь до інтегральних рівнянь.

4.3. Кусково лінійна інтерполяція та сплайн інтерполяція.

4.4. Зведення інтегральних рівнянь до системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Змістовий модуль 2. Чисельно-аналітичні методи розв'язання задач електродинаміки. Інтегральні рівняння.

Тема 1. Метод моментів.

1.1. Опис методу. Оснівні ідеї методу.

1.2. Загальна схема методу. Зведення неоднорідного операторного рівняння до системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

1.3. Вибір базисних функцій. Метод Гальоркіна.

1.4. Розв'язання інтегрального рівняння.

1.5. Приклад розв'язання електродинамічної задачі методом моментів. Розв'язання парних інтегральних рівнянь методом Гальоркіна.

Тема 2. Інтерполяційні методи розв'язання інтегральних рівнянь.

2.1. Загальна схема побудови методу.

2.2. Рівняння на відрізку та на системі відрізків.

2.3. Рівняння на всій вісі.

2.4. Інтегральне рівняння Фредгольма другого роду.

2.5. Приклади зведення електродинамічних задач до рівняння Фредгольма другого роду.

Тема 3. Сингулярні інтегральні рівняння.

3.1. Сингулярний інтеграл типу Коші.

3.2. Регуляризація рівнянь. Лишок функції.

3.3. Квадратурні формули для обчислення сингулярних інтегралів. Точки колокації

3.4. Одиначність розв'язку сингулярного інтегрального рівняння. Додаткові умови.

3.5. Сингулярне інтегральне рівняння першого роду.

3.6. Сингулярне інтегральне рівняння другого роду.

Тема 4. Розв'язання сингулярних інтегральних рівнянь.

3.1. Інтерполяційні методи. Загальна схема побудови методу.

3.2. Многочлени Якобі.

3.3. Рівняння на відрізку та системі відрізків.

3.4. Метод типу дискретних вихрів. Метод дискретних особливостей.

3.5. Зведення парних інтегральних рівнянь до сингулярних інтегральних рівнянь.

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. Чисельні методи розв'язання задач електродинаміки. Диференційні рівняння													
Тема 1. Класифікація методів розв'язання задач електродинаміки. Чисельні методи. Переваги та недоліки		2											
Тема 2. Метод сіток		8	12		10	10							
Тема 3. Метод Рунге-Кута		4	4										
Тема 4. Метод скінчених елементів		4	4			4							
Разом за змістовим модулем 1		18	20		10	14							
Змістовий модуль 2. Чисельно-аналітичні методи розв'язання задач електродинаміки. Інтегральні рівняння													
Тема 1. Метод моментів		6	4			8							
Тема 2. Інтерполяційні методи розв'язання інтегральних рівнянь		4	10										
Тема 3. Сингулярні інтегральні рівняння		4											
Тема 4. Розв'язання сингулярних		2				8							

інтегральних рівнянь											
Разом за змістовим модулем 2		16	14			16					
Усього годин		34	34			40					

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Метод сіток для одновимірних рівнянь та систем рівнянь. Апроксимація частинних похідних. Апроксимація граничних умов. Умови на нескінченності	12
2	Метод Рунге-Кута	4
3	Зведення інтегральних рівнянь до системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Отримання чисельного розв'язку	4
4	Зведення інтегрального рівняння до системи лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гальоркіна	4
5	Розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма другого роду на відрізку інтерполяційним методом	10
	Разом	34

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Метод сіток. Розв'язання параболічних рівнянь. Апроксимація похідної вищого порядку	10
2	Метод скінчених елементів. Зведення інтегральних рівнянь до системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Отримання чисельного розв'язку	4
3	Розв'язання парних інтегральних рівнянь методом Гальоркіна	8
4	Зведення парних інтегральних рівнянь до сингулярного інтегрального рівняння першого роду з додатковими умовами на системі відрізків. Отримання чисельного розв'язку методом дискретних особливостей	8
	Разом	30

9. Індивідуальні завдання (10 годин)

Розв'язання еліптичних рівнянь методом сіток.

Розв'язання гіперболічних рівнянь і систем першого порядку методом сіток

10. Методи навчання

Лекції, практичні заняття, самостійна робота.

11. Методи контролю

Контроль проводиться за результатами виконаних індивідуальних, тестових, та контрольних завдань, а також за результатами відвідуваності занять.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Приклад для заліку

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль № 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	100
2	20	10	10	20	20	3	15	

T1, T2 ... T8 – 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	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

Методичні вказівки до практичних занять, самостійних та індивідуальних завдань, підручник.

14. Рекомендована література

Базова

1. О.Зенкевич, К. Морган. Конечные элементы и аппроксимация. «Мир», М., 1986.

2. Катрич В. А., Майборода Д. В., Погарский С. А., Просвирнин С. Л. Численные методы в прикладной физике. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2008. – 156 с.

3. Колдаев В. Д. Численные методы и программирование. М: ИД Форум-Инфра-М, 2009. – 337 с.
4. Forsythe G. E., Wasow W. R. Finite-difference methods for partial differential equations. – Wiley, 1960. – 444 p.
5. Муха В. С. Вычислительные методы и компьютерная алгебра. – Минск, 2006. – 127 с.
6. Бахвалов Н. С. Численные методы. – М: Наука, 1975. – 632 с.
7. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы. – М: Наука, 1989. – 432 с.
8. Мухелишвили Н. И. Сингулярные интегральные уравнения. – М.: Наука, 1968. – 512 с.
9. Лифанов И. К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент (в математической физике, аэродинамике, теории упругости и дифракции волн). – М: ТОО “Янус”, 1995. – 520 с.
10. Литвиненко Л. Н., Просвирнин С. Л. Спектральные операторы рассеяния в задачах дифракции волн на плоских экранах. – Киев: Наукова думка, 1984. – 240 с.

Допоміжна

1. Крылов В. И., Шульгина Л. Т. Справочная книга по численному интегрированию. – М: Издательство иностранной литературы, 1966. – 371 с.
2. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. — М.: Физматлит, 1960. – Т. 2. – 680 с.
3. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн. «Наука», М., 1973.
4. Harrington R. F. Field computation by moment methods. – N-Y: MacMillian, 1968. – 150 p.
5. Гандель Ю. В. Метод дискретных особенностей в задачах электродинамики // Вопросы кибернетики. – 1986. – Вып. 124. – С. 166-183.
6. Гандель Ю. В., Еременко С. В., Полянская Т. С. Математические вопросы метода дискретных токов: Обоснование численного метода дискретных особенностей решения двумерных задач дифракции электромагнитных волн. Ч. 2. – Харьков: ХГУ, 1992. – 145 с.
7. Taflove A., Brodwin M. E. Numerical solution of steady-state electromagnetic scattering problems using the time-dependent Maxwell's equation // IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique. – 1975. – Vol. 23, No. 4. – P. 623–630.