

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра комп'ютерної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор

з науково-педагогічної роботи

_____ Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

“ _____ ” _____ 20__ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

МЕТОДИ НАБЛИЖЕНИХ РОЗРАХУНКІВ

спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Освітня
програма: «Комп'ютерна фізика»

факультет ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою ННІ КФЕ
30 червня 2020 року, протокол № 6-2/20

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

СТРЕЛЬНІКОВА О.О., д.т.н., професор кафедри комп'ютерної фізики ННІ КФЕ

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики.

Протокол від 25 червня 2020 року № 6/20

Завідувач кафедри комп'ютерної фізики

(підпис)

Костянтин НСМЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією ННІ комп'ютерної фізики та енергетики
назва факультету чи інституту, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від 30 червня 2020 року № 6/20

Голова методичної комісії ННІ КФЕ

(підпис)

Ольга ЛІСІНА
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Методи наближених розрахунків” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалаврів

спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали
 освітня програма: «Компютерна фізики»
 спеціалізація: фізика нетрадиційних енерготехнологій та фізичні аспекти екології; теплофізика, молекулярна фізика і енергоефективність; інформаційні технології обробки даних в енергетичних системах

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є

Метою викладання дисципліни є допомогти студентам засвоїти математичні методи наближених розрахунків, які дають можливість аналізувати і моделювати пристрої, процеси і явища з якими зустрінеться студент в майбутньої діяльності як спеціаліст.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є

Завдання викладання дисципліни полягає в тому, щоб на прикладах математичних понять і методах продемонструвати студентам сутність методів наближеного розрахунку і їх роль у здійсненні науково технічного прогресу. Необхідно навчити студентів прийомам дослідження і розв’язання прикладних задач фізики та механіки, виробити у студентів вміння аналізувати одержані результати, прищепити їм навички самостійного вивчення літератури з методів скінченних та граничних елементів і їх застосувань.

1.3. Кількість кредитів 4.

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / <u>за вибором</u>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
6-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
26 год.	год.
Індивідуальні завдання – 30 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:** базові положення і основні поняття методів наближених розрахунків, можливості їх застосування.

вміти: складати математичні моделі простіших фізичних та механічних процесів та використовувати методи чисельного розв'язання, проаналізувавши задачу, правильно обрати наближений метод її розв'язку. Запрограмувавши відповідний алгоритм, отримати числовий результат. Оцінити похибку, що виникла в результаті розв'язку і проінтерпретувати одержані результати.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1.

Чисельні методи алгебри

Тема 1. Розв'язок алгебраїчних та трансцендентних рівнянь

Теорія похибок Вступ.. Абсолютна та відносна похибки величин та функцій. Класифікація похибок.

Корені многочленів.

Теорема Безу. Схема Горнера. Символьний розв'язок рівнянь та їх систем

Розв'язок алгебраїчних та трансцендентних рівнянь

Відокремлювання коренів рівнянь; уточнення коренів рівнянь: методи половинного ділення, хорд, дотичних; ітерацій, програми пакета Mathcad.

Розв'язок систем лінійних та нелінійних алгебраїчних рівнянь, Програми пакета Mathcad, методи ітерацій, Ньютона. Методи простої ітерації, Зейделя, покоординатного спуску та найшвидшого градієнтного спуску.

Деякі методи лінійної алгебри.

Прямі методи розв'язання лінійних систем. Ітераційні методи. Погано обумовлені системи. Методи регуляризації

Проблема власних значень

Часткова проблема власних значень

Повна проблема власних значень

Тема 2. Наближення функцій

Інтерполяція

Інтерполяційні поліноми Лагранжа та Ньютона. Метод найменших квадратів. Програми пакета Mathcad.

Метод найменших квадратів.

Програми пакета Mathcad. Апроксимація сплайнами. Варіаційні та проєкційні методи апроксимації.

Апроксимація та сходимість

Тригонометричні многочлени. Наближення функцій рядами Фур'є. Реалізація задач на ПЕОМ

Розділ 2

Чисельні методи алгебри

Тема 1.

Чисельне диференціювання функції однієї та багатьох змінних

Похідні функції, що задана таблицею. Методи обчислення часткових похідних. Структура формул чисельного диференціювання. Похибка апроксимації похідних.

Тема 2

Чисельне інтегрування функції однієї та багатьох змінних

Наближене обчислення визначеного інтеграла
методи прямокутників, трапецій та парабол (метод Сімпсона).
Подвійні інтеграли
Наближене обчислення подвійних інтегралів. Використання пакету Mathcad.
Метод Гауса. Структура квадратурних формул. Похибки апроксимації інтегралів.
Поняття про методи чисельного інтегрування невластних та кратних інтегралів

Розділ 3

Чисельні методи диференціальних рівнянь

Тема 1.

Чисельний розв'язок задачі Коші для звичайного диференціального рівняння.

Апроксимація диференціального виразу, крайових умов та області.
Методи Тейлора, Адамса, Ейлера, Рунге-Кутта. Поняття про стійкість різницьових схем.. Явні та неявні різницьові схеми.
Коректність різницьових схем
Використання пакету Mathcad. Приклади з побудови різницьових схем
Числовий розв'язок рівнянь, які мають частинні похідні

Тема 2.

Метод сіток

Вирішення змішаної задачі гіперболічного типу та його реалізація на ПЕОМ.
Метод сіток для вирішення змішаної задачі еліптичного типу та його реалізація на ПЕОМ

Розділ 3

Чисельні методи диференціальних рівнянь

Тема 1. Числовий розв'язок задачі Коші для звичайного диференціального рівняння

Тема 16. Методи Тейлора, Адамса, Ейлера, Рунге-Кутта. Апроксимація диференціального виразу, крайових умов та області. Поняття про стійкість різницьових схем. Коректність різницьових схем. Явні та неявні різницьові схеми. Приклади з побудови різницьових схем	4	2	2									
Тема 2. Метод сіток												
Метод сіток для вирішення змішаної задачі гіперболічного типу та його реалізація на ПЕОМ Метод сіток для вирішення змішаної задачі еліптичного типу та його реалізація на ПЕОМ	4	2	2									
Усього годин за розділом 3	8	4	4									
Усього годин	64	32	32									

4. Тема семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено навчальним планом	

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Корені многочленів. Теорема Безу. Схема Горнера.	2
2	Методи половинного ділення, хорд, дотичних; ітерацій, програми пакета Mathcad.	2
3	Розв'язок систем лінійних та нелінійних алгебраїчних рівнянь, програми пакета Mathcad, методи ітерацій, Ньютона	2
4	Часткова проблема власних значень	2
5	Повна проблема власних значень	2
6	Апроксимація сплайнами. Варіаційні та проєкційні	2

	методи апроксимації	
7	Наближення функцій рядами Фур'є. Реалізація задач у пакеті Mathcad на ПЕОМ	2
8	Структура формул чисельного диференціювання. Похибка апроксимації похідних	2
9	Методи прямокутників, трапецій та парабол (метод Сімпсона)	3
10	Метод найменших квадратів як різновид методів зважених нев'язок	2
11	Наближене обчислення подвійних інтегралів.	2
12	Методи чисельного інтегрування невластних та кратних інтегралів	3
13	Методи Тейлора, Адамса, Ейлера	3
14	Метод сіток	3
	Разом	32

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено навчальним планом	

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розв'язок алгебраїчних та трансцендентних рівнянь: - відокремлювання коренів рівнянь; уточнення коренів рівнянь.	4
2	Методи простої ітерації, Зейделя, покоординатного спуску та найшвидшого градієнтного спуску	4
3	Погано обумовлені системи. Методи регуляризації	4
4	Інтерполяційний поліном Ньютона..	4
5	Тригонометричні многочлени..	4
6	Методи обчислення часткових похідних	6
	Разом	26

9. Індивідуальні завдання

1. Як знайти власні числа куба матриці ?
2. Знайти три перших наближення до кореня функції $x^3 - 3x + 1$ на відрізку $[0, 1]$, використавши метод ітерацій
3. Знайти перші два наближення до розв'язку системи рівнянь

$$\begin{cases} x + y - 1 = 0 \\ x^3 - y^2 + 1/8 = 0 \end{cases}$$

взяв як початкову точку $x=0$; $y=0$ за допомогою методів

- а) метода ітерацій
- б) метода Ньютона

Відповідь $x=0.5$; $y=0.5$

4. Абсолютна похибка добутку

5. Метод Ньютона для розв'язання одного нелінійного рівняння

6. Як знайти найбільше та найменше власні числа матриці, оберненої до даної?

7. Знайти два перших наближення до кореня $x^3 - 3x + 1$ на відрізку $[0, 1]$, використавши метод Ньютона

8. Знайти перші два наближення к розв'язку системи рівнянь

$$\begin{cases} x - y + 1 = 0 \\ x^3 - y^2 + 1 = 0 \end{cases}$$

взяв як початкову точку $x=0.5$; $y=0.5$ за допомогою методів

- а) метода ітерацій б) метода Ньютона

Відповідь $x=0$; $y=1$

9. Метод ітерацій

Застосувати метод

к функції $3x - 14 + e^x - e^{-x} = 0$ на відрізку $[1; 3]$, записати першу ітерацію

10. Умови збіжності метода ітерацій для одного нелінійного рівняння

11. Як знайти власні числа куба матриці ?

12. Знайти два перших наближення до кореня функції $x^5 - 4x + 2$ на відрізку $[0, 1]$, використавши метод Ньютона

13. Знайти перші два наближення к розв'язку системи рівнянь

$$\begin{cases} x^3 - y + 2 = 0 \\ x^4 - y = 0 \end{cases}$$

взяв як початкову точку $x=0$; $y=0$ за допомогою методів

- а) метода ітерацій б) метода Ньютона

Відповідь $x=1$; $y=1$.

14. Довести, що многочлен третьої степені має хоча б один дійсний корінь

15. Метод половинного ділення. Яка точність буде досягнута через 10 ітерацій, якщо початковий інтервал має одиничну довжину?

16. Як знайти власні числа матриці, оберненої до даної?

17. Знайти три перших наближення до кореня функції $x^5 - 4x + 2$ на відрізку $[0, 1]$, використавши метод ітерацій

18. Знайти перші два наближення к розв'язку системи рівнянь

$$\begin{cases} x^2 + 5y - 9 = 0 \\ x^3 + y - 9 = 0 \end{cases}$$

взяв як початкову точку $x=1$; $y=0$ за допомогою методів

- а) метода ітерацій б) метода Ньютона

Відповідь $x=2$; $y=1$

8. Методи контролю

На заняттях – опитування, розв’язання задач, поточні контрольні роботи, захист домашніх завдань, модульний контроль і підсумкове оцінювання.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль та самостійна робота							Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1			Розділ 2		Розділ 3		60	40	100
T1	T2	T3	T1	T2	T1	T2			
5	10	5	10	10	10	10			

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Базова

1. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление для втузов. – М.: Наука, 1985, т. 1,2.
2. Демидович Б.П., Марон Н.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. – М.: Наука, 1967.
3. Шкіль М.І., Колесник Т.В. Вища математика. – К.: Вища школа, 1986.
4. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. – М.: ФМ, 1963.
5. Е.А. Волков. Численные методы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Наука, 1987.- 248с.
5. Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Кобельков Г.М. Численные методы: Учеб. пособие. - М.: Наука, 1987 – 600с.
6. Н.Н. Калиткин Численные методы. М.: Наука, 1978
7. И.А. Гулин, А.А. Самарский. Численные методы. М.: Наука, 1989.
8. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. В 2-х т. М., 1959, т.1.– 464 с. т.2 – 602 с.

Допоміжна

1. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В., Mathcad 7 в математике, физике и в Internet. - М.: Нолидж, 1999.
2. Плисс А.Н., Сливина Н.А. Mathcad: математический практикум. - М.: Финансы и статистика, 1999.

- 3.Д. Каханер, К. Моулер, С.Неш. Численные методы и программное обеспечение. – М.:Мир, 2001. – 575с.
- 4.В.А. Ильина, П.К. Силаев. Численные методы для физиков-теоретиков. – Москва-Ижевск:ИКИ, 2003. – т 1,2.
- 5.Л.П. Фельдман, А.І. Петренко, О.А. Дмитрієва. Чисельні методи в інформатиці. – К. :Видавнича група ВНУ, 2006. - 480 с.
- 6.Б.И. Волков. Математический практикум для физиков. М.: Изд-во МГУ, 1981. – 104 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Мережа Internet.
2. Бібліотека ХНУ ім. В.Н.Каразіна.
3. ХДНБ ім. В.Г. Короленка (Харків, пров. Короленка 18)
4. Харківський ЦНТЕІ (Харків, просп. Гагаріна, 4)