Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра комп'ютерної фізики

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА

"___" _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИ НАБЛИЖЕНИХ РОЗРАХУНКІВ

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітні програми	«Комп'ютерна фізика»
	«Прикладна фізика енергетичних систем»
	«Прикладна фізика нетрадиційної енергетики»
вид дисципліни	обов'язкова
ННІ	комп'ютерної фізики та енергетики

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики
28 серпня 2024 року, протокол № 8/24

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:
Стрельнікова Олена Олександрівна, д.т.н., професор кафедри комп'ютерної фізики

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики

Протокол від 28 серпня 2024 року № 8/24

Завідувач кафедри комп'ютерної фізики

_____ Костянтин НЄМЧЕНКО

Програму погоджено з гарантом освітньо – професійної програми комп'ютерна фізика

Гарант освітньо-професійної програми комп'ютерна фізика

_____ Світлана РОГОВА

Програму погоджено з гарантом освітньо – професійної програми прикладна фізика енергетичних систем

Гарант освітньо-професійної програми прикладна фізика енергетичних систем

_____ Денис ПРОТЕКТОР

Програму погоджено з гарантом освітньо – професійної програми прикладна фізика нетрадиційної енергетики

_____ Ілля МАРУЩЕНКО

Програму погоджено методичною комісією навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від 28 серпня 2024 року № 8/24

Голова методичної комісії Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Денис ПРОТЕКТОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Методи наближених розрахунків» складена відповідно до освітньо-професійних програм «Прикладна фізика енергетичних систем», «Комп'ютерна фізика», «Прикладна фізика нетрадиційної енергетики» підготовки першого (бакалаврського) рівня освіти

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

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 здійснені 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 / за вибором	
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	
56 год.	год.
В тому числі індивідуальні завдання – 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.

Програмні результати навчання.

ПРН1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач.

ПРН2. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.

ПРН7. Фундаментально розуміти та знати принципів наукової роботи та наукового методу, включаючи етичні та суспільні обмеження та можливості.

ПРН8. Вміти розроблювати гіпотези та запропоновувати способи їх перевірки за допомогою відповідних аналітичних, експериментальних та чисельних інструментів

ПРН9. Професійно повідомляти про наукові проблеми, результати та невизначеності, усно та в письмовій формі.

ПРН11. Вміти працювати незалежно, але також у тісній співпраці з іншими, щоб вчасно виконати дослідницький проект

ПРН12. Критично розуміти наукові методи, мати краще розуміння наукового процесу як такого, а також розуміти перспективи майбутньої роботи.

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 регулярізації
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 проекційні методи апроксимації.
Апроксимація та сходимість

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

Розділ 2 Числові методи аналізу

Тема 1. Числове диференціювання функції однієї та багатьох змінних

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

Тема 2 Числове 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 невласних та кратних інтегралів

Розділ 3 Числові методи диференційних рівнянь

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

Апроксимація диференціального виразу, крайових умов та області.
Методи Тейлора, Адамса, Ейлера, Рунге-Кутта. Поняття про стійкість різницевих схем..
Явні та неявні різницеві схеми.
Коректність різницевих схем
Використання пакету Mathcad. Приклади з побудови різницевих 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

3 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
Розділ 1												
Числові методи алгебри Тема 1 Розв'язок алгебраїчних та трансцендентних рівнянь												
Вступ. Теорія похибок. Абсолютна та відносна похибки величин та функцій. Класифікація похибок.	4	2	2									

Корені многочленів. Теорема Безу. Схема Горнера. Символьний розв'язок рівнянь та їх систем	4	2	2									
Розв'язок алгебраїчних та трансцендентних рівнянь: - відокремлювання коренів рівнянь; уточнення коренів рівнянь: методи половинного ділення, хорд, дотичних; іте-рацій, програми пакета Mathcad.	4	2	2									
Розв'язок систем лінійних та нелінійних алгебраїчних рівнянь, програми пакета Mathcad, методи ітерацій, Ньютона. Методи простої ітерації, Зейделя, покоординатного спуску та найшвидшого градієнтного спуску	4	2	2									
Деякі методи лінійної алгебри. Прямі методи розв'язання лінійних систем. Ітераційні методи. Погано обумовлені системи. Методи регулярізації	4	2	2									
Тема 2. Проблема власних значень												
Часткова проблема власних значень	4	2	2									
Повна проблема власних значень.	4	2	2									
Тема 3. Наближення функцій												
Інтерполяційні поліноми Лагранжа та Ньютона. Метод найменших квадратів. Програми пакета Mathcad	4	2	2									
Метод найменших квадратів. Програми пакета Mathcad. Апроксимація сплайнами. Варіаційні та проекційні методи апроксимації	4	2	2									
Тригонометричні многочлени. Наближення функцій рядами Фур'є. Реалізація задач у пакеті Mathcad на ПЕОМ	4	2	2									
Разом за розділом 1	40	20	20									
Розділ 2. Чисельні методи аналізу **Тема 1. Числове диференціювання функції однієї та багатьох змінних**												
Похідні функції однієї змінної, що задана таблицею	4	2	2									
Методи обчислення часткових похідних. Структура формул чисельного диференціювання. Похибка апроксимації похідних	4	2	2									
Тема 2												
Чисельне інтегрування функції однієї та багатьох змінних												

Наближене обчислення визначеного інтеграла: методи прямокутників, трапецій та парабол (метод Сімпсона)	4	2	2									
Метод Гауса. Структура квадратурних формул. Похибки апроксимації інтегралів. Поняття про методи числового інтегрування невласних та кратних інтегралів	4	2	2									
Разом за Розділом 2	16	8	8									
Розділ 3 **Чисельні методи диференційних 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 різницевих схем. Коректність різницевих схем. Явні та неявні різницеві схеми. Приклади з побудови різницевих 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. Теми 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 проекційні методи апроксимації	2
7	Наближення функцій рядами Фур'є. Реалізація задач у пакеті	2

	Mathcad на ПЕОМ	
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 невласних 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
1	Не передбачено навчальним планом	2

7. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Розробити алгоритм та програмний код методу наближеного обчислення подвійних інтегралів з сингулярним ядром та застосувати його для обчислення інтегралу $\iint_S (x+ky)/\sqrt{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2}\,dS$, k- номер варіанту	7
2	Розробити алгоритм та програмний код для числового розв'язання диференціального рівняння на основі методу Адамса та застосувати його для розв'язання рівняння $\frac{d^2T}{dy^2} = -k(1-y)^2$, при $T(0)=0;\ \ T(1)=5;$ k- номер варіанту	7
3	Розробити програмний код та знайти наближено корінь функції $x^3 - kx + 1$, використавши метод ітерацій, k- номер варіанту	7
4	Розробити програмний код та знайти наближений розв'язок системи рівнянь методом Ньютона, k- номер варіанту $\begin{cases} x^2 + 5y - 9 = 0 \\ x^3 + ky - 9 = 0 \end{cases}$	7
5	Розробити програмний код та зайти перші два наближення к розв'язку системи рівнянь методом ітерацій, k- номер варіанту $\begin{cases} x - ky + 1 = 0 \\ x^3 - y^2 + 1 = 0 \end{cases}$,	7
6	Розробити програмний код та знайти наближення для функції $x^3 - kx^2 + 7x$ методом колокаций на відрізку [0, 2], взяв три точки коллокації (0, 1, 2). За базисні елементи взяти 1, x, x^2, k- номер варіанту	7
7	Розробити програмний код та знайти наближений розв'язок задачі Коші $f(x, y, y') = 0;\ \ y(x_0) = y_0$, взявши три члени в апроксимаційному розкладенні $y' = \ln(x + y) + kxy^2;\ \ y(0) = 1$ k- номер варіанту	7

8	Розробити програмний код для обчислення максимальних та мінімальних значень для k -того ступеню матриці, k- номер варіанту	7
Разом		**56**

8. Індивідуальні завдання

Не передбачено календарним планом

9. Методи навчання

Лекції, практичні заняття в спеціалізованих комп'ютерних залах, де кожний студент отримує можливість навчатись безпосередньо на індивідуальному робочому місці, обладнаному персональним комп'ютером

10. Методи контролю

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

11. Схема нарахування балів

Поточний контроль							Самостійна робота								Контрольна робота	Екзамен	Сума
Розділ 1			Розділ 2		Розділ 3		Завдання								15	40	100
Т1	Т2	Т3	Т1	Т2	Т1	Т2	1	2	3	4	5	6	7	8			
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			

Мінімальна кількість балів для допуску студента до підсумкового іспиту становить – 20 балів.

Критерії оцінювання

Поточний контроль , робота в аудиторії (за кожну тему):

Відсутність помилок в розрахунках	1 бал
Правильність відповіді	1 бал
Знання цілей завдання	1 бал

Самостійна робота

За кожну задачу 1-8 такі критерії (3 бала)

Наявність відповіді	1 бал
Коректність викладок	1 бал
Коректність програмного коду	1 бал

Контрольна робота

(15 балів)

Правильність відповіді	5 балів
Коректність викладок	3 бала
Коректність програмного коду	5 балів
Відсутність помилок в розрахунках	2 бала

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

12. Рекомендована література

Основна література

1. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної. Конспект лекцій. (І курс І семестр) / В. О. Гайдей, Л. Б. Федорова, І. В. Алєксєєва, О. О. Диховичний. — К: НТУУ «КПІ», 2013. — 104 с..
2. Алексєєва І. В. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної. Практикум / І. В. Алєксєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федеорова. — К.: НТУУ «КПІ», 2012. — 176 с.
3.Шкіль М.І., Колесник Т.В. Вища математика. – К.:Вища школа, 1986.
4. Рубіш В.В. Конспект лекцій з курсу "Вища математика": Частина І. – Ужгород: ДВНЗ УжНУ, 2015. – 96 с.
5.Н.С. Задачин В. М. З-15 Чисельні методи : навчальний посібник / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.
6.Числові методи: навч. посібник / О.І. Ярошенко, М.В. Григорків. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2018. – 172 с.
7. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О, Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А., Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с.
8. Гончаров О. А. Чисельні методи розв’язання прикладних задач : навч. посіб. / О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 142 с
9. Попов В. В. Методи обчислень: конспект лекцій / В. В. Попов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 303 с

Допоміжна література

1. Гаєв Є.О., Нестеренко Б.М. Г 134 Універсальний математичний пакет MATLAB і типові задачі обчислювальної математики. Навчальний посібник.– К.: НАУ, 2004. – 176 с.
2. Методи обчислень: Практикум на ЕОМ: Навч. посібник / Бурківська В.Л., Войцехівський С.О. та ін. – К.: Вища шк., 1995. – 303 с.
3. Колесницький, О. К. К60 Чисельні методи : навчальний посібник / О. К. Колесницький, І. Р. Арсенюк, В. І. Месюра. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 130 с
4. Мотигін В. В. Чисельні методи в інженерних дослідженнях / Мотигін В. В., Роптанов В. І., Дудатьєв А. В. – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 102 с.
5.Л.П. Фельдман, А.І. Петренко, О.А. Дмитрієва. Чисельні методи в інформатиці. – К. :Видавнича група BHV, 2006. - 480 с.
6. Квєтний Р. Н. Методи комп’ютерних обчислень : навч. посібник / Р. Н. Квєтний. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 148 с

Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Бібліотека ХНУ ім. В.Н.Каразіна.
2. ХДНБ ім. В.Г. Короленка (Харків, пров. Короленка 18)
3. Харківський ЦНТЕІ (Харків, просп. Гагаріна, 4)
4. Сайт персональних навчальних систем ХНЕУ ім. С. Кузнеця. – http://www.ikt.hneu.edu.ua/.
5. The Comprehensive R Archive Network [Electronic resource]. – Access mode : http://cran.r-project.org
6. R Site Search [Electronic resource]. – Access mode : http://finzi.psych. upenn.edu/nmz.html
7. http://www.shareware.com/top/Source-Code-table.html - SHAREWARE.COM -