ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНИХ ПРОБЛЕМ МЕХАНІКИ І МАТЕМАТИКИ
ІМ. Я.С. ПІДСТРИГАЧА НАН УКРАЇНИ

Відділ числових методів математичної фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІППММ ім. Я. С. Підстригача
НАН України, академік НАН України
_____ Роман КУШНІР
Протокол від «29» серпня 2024 року №9

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТРИТОЧКОВІ РІЗНИЦЕВІ СХЕМИ ВИСОКОГО ПОРЯДКУ ТОЧНОСТІ ДЛЯ ЗВИЧАЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДРУГОГО ПОРЯДКУ

/код і назва навчальної дисципліни/

III рівень, доктор філософії

/рівень вищої освіти/

вид дисципліни за вибором
(обов'язкова / за вибором)

мова викладання українська

галузь знань 11 Математика та статистика
/шифр і назва/

спеціальність 113 Прикладна математика
/шифр і назва /

Львів – 2024 рік

Робоча програма з навчальної дисципліни **"Триточкові різницеві схеми високого порядку точності для нелінійних звичайних диференціальних рівнянь другого порядку"**
для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

Розробник:

Пров. н. с., д.ф.-м.н., проф. Мирослав КУТНІВ

"24" 06 2024 р.

1. Структура навчальної дисципліни

Найменування показників	Всього годин
Кількість кредитів/год.	4
Усього годин аудиторної роботи, у т.ч.:	60
• лекційні заняття, год.	30
• семінарські заняття, год.	30
• практичні заняття, год.	-
• лабораторні заняття, год.	-
Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:	60
Екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є сформувати у молодих науковців системні знання з сучасних чисельних методів розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь, уміння проводити обчислювальний експеримент за допомогою сучасної комп'ютерної техніки, уміння застосовувати чисельні методи при математичному моделюванні складних науково-технічних задач.

2.2. Завдання навчальної дисципліни

1. Допомогти молодим науковцям вивчити чисельні методи розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
2. Привити навики застосування сучасних обчислювальних алгоритмів до розв'язування конкретних задач за допомогою комп'ютерів.
3. Показати, що знання чисельних методів відіграє важливу роль при дослідженні складних процесів, які допускають математичний опис.

У результаті вивчення дисципліни аспіранти повинні бути здатним продемонструвати такі результати навчання:

1. Знати сучасні чисельні розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
2. Уміти вибирати ефективний метод чисельного розв'язування задачі.
3. Уміти застосувати цей метод до прикладної задачі.
4. Уміти оцінити точність одержаного результату.
5. Уміти реалізувати вибраний чисельний метод на комп'ютері.
6. Уміти проводити аналіз отриманих результатів.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у аспірантів компетентностей:

загальних:

1) знання сучасних методів проведення досліджень в галузі математичного і комп'ютерного моделювання складних систем та явищ і в суміжних галузях науки.

2) критичний аналіз, оцінка і синтез нових та складних ідей.

3) уміння ефективно спілкуватися з широкою науковою спільнотою та громадкістю в питаннях прикладної математики.

4) наполегливість у досягненні мети;

5) здатність саморозвиватися і самовдосконалюватися протягом життя, відповідальність за навчання інших;

6) соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень;

7) ініціювання оригінальних дослідницько-інноваційних комплексних проектів;

8) лідерство та здатність до автономної так і командної роботи під час реалізації проектів.

фахових:

1) знання про тенденції розвитку і найбільш важливі нові розробки в області математичного та комп'ютерного моделювання складних систем, а також суміжних областей;
2) знання і розуміння сучасних наукових теорій і методів, вміння їх ефективно застосовувати для синтезу та аналізу складних систем та явищ;
3) знання про тенденції розвитку і найбільш важливі нові розробки в області математичного та комп'ютерного моделювання складних систем, а також суміжних областей;
4) знання про тенденції розвитку і найбільш важливі нові розробки в області математичного та комп'ютерного моделювання складних систем, а також суміжних областей;
5) знання і розуміння сучасних наукових теорій і методів, вміння їх ефективно застосовувати для синтезу та аналізу складних систем та явищ;
6) здатність ефективно застосовувати аналітичні методи аналізу та математичного моделювання складних систем, виконувати комп'ютерні експерименти при проведенні наукових досліджень;
7) здатність інтегрувати знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні науково-прикладних задач та проведенні досліджень;
8) здатність розробляти та реалізовувати проекти, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислювати наявні чи створювати нові знання, а також розв'язувати складні задачі в області математичного та комп'ютерного моделювання;

Результати навчання даної дисципліни деталізують такі **програмні результати навчання:**

– здатність продемонструвати знання сучасних чисельних методів розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь;

– здатність продемонструвати поглиблені знання у вибраній спеціалізації;

– здатність продемонструвати розуміння впливу технічних рішень в суспільному, економічному і соціальному контексті;

– здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел;

– застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу елементів та систем, характерних обраній спеціалізації;

– моделювати і досліджувати явища та процеси в складних системах;

– самостійно планувати та виконувати дослідження, оцінювати отримані результати;

– застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навики програмування для розв'язання задач математичного моделювання складних систем та явищ;

– ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди;

– поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціалізації з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів;

– самостійно виконувати наукові дослідження та застосовувати дослідницькі навички за професійною тематикою;

– застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти, підчас розв'язання задач обраної спеціалізації та проведення досліджень;

– самостійно змоделювати систему (явище) та їх елементи з урахуванням усіх аспектів поставленої задачі;

– аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованої задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення;

– оцінити доцільність та можливість застосування нових методів і технологій в задачах математичного та комп'ютерного моделювання.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Лекційні заняття

№ п/п	Назви тем	К-сть годин
1	2	3
1.	Вступ. Чисельне розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР). Крайові задачі для ЗДР. Методи стрільби, скінчених різниць та скінчених елементів розв'язування крайових задач.	4
2.	Компактні різницеві схеми високого порядку точності для ЗДР	2
3.	Точна та усічені триточкові різницеві схеми високого порядку точності для лінійних ЗДР другого порядку. Постановка крайової задачі для лінійних ЗДР 2-го порядку. Функція Гріна крайової задачі. Поняття точної триточкової різницевої схеми. Алгоритмічна реалізація точної триточкової різницевої схеми через відсічені триточкові різницеві схеми високого порядку точності.	3
3.	Точна та усічені триточкові різницеві схеми для нелінійних звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. Постановка крайової задачі для нелінійних ЗДР 2-го порядку. Існування та єдиність її розв'язку нелінійної крайової задачі: Метод лінеаризації та принцип стискаючих відображень, метод монотонних операторів.	3
4.	Існування точної триточкової різницевої схеми: метод лінеаризації та принцип стискаючих відображень, метод монотонних операторів. Точні різницеві крайові умови третього роду.	2
5.	Алгоритмічна реалізація ТТРС. Усічені триточкові різницеві схеми. Існування та єдиність розв'язку ТРС. Точність усічених ТРС (метод лінеаризації та принцип стискаючих відображень). Приклади розв'язування нелінійних крайових задач.	2

6.	Точна двоточкова різницева схема для систем нелінійних звичайних диференціальних рівнянь першого порядку та її алгоритмічна реалізація через двоточкові різницеві схеми високого порядку точності.	3
7.	Триточкові різницеві схеми високого порядку точності для систем нелінійних звичайних диференціальних рівнянь другого порядку.	3
8.	Триточкові різницеві схеми високого порядку точності для нелінійних звичайних диференціальних рівнянь другого порядку на півосі.	4
9.	Задача Штурма-Ліувілля. Точна та триточкові різницеві схеми високого порядку точності розв'язування задачі Штурма-Ліувілля.	4
	Усього годин	30

3.2. Самостійна робота

№ з/п	**Найменування робіт**	**Кількість годин**
1.	Ідивідуальне науково-дослідне завдання	40
2.	Підготовка до заліку та іспиту	20
	Усього годин	60

4. Оцінювання результатів засвоєння дисципліни

4.1. Урахування контрольно-моніторингових завдань

№	вид завдання	відсоток
1	Виконання індивідуального науково-дослідного завдання	50%
2	Екзамен	50%

4.2. Загальна шкала оцінювання

При оцінюванні використовуються критерії згідно з Положенням про рейтингове оцінювання досягнень здобувачів вищої освіти в Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України від 9.11.2016 http://iapmm.lviv.ua/aspirant/polozhennya_ro_K.pdf

Література

1. Кутнів М.В., Пізюр Я.В. Чисельні методи. Львів, Растр-7, 2024. -288 с.
2. S. Fučik and A. Kufner, Nonlinear Differential Equations,Elsevier, Amsterdam ,1980.
3. E. Hairer, S. P, Nersett, and G. Wanner, Solving Ordinary Differential Equations I. Nonstiff Problems, Springer, Berlin, 1987.
4. Gavrilyuk I.P., Hermann M., Makarov V.L., Kutniv M. V. Exact and Truncated Difference Schemes for Boundary Value ODEs, International Series of Numerical Mathematics, 159. – Basel: Springer AG, 2011. – 247 p.

5. М. В. Кутнів, М. Круль. Нова алгоритмічна реалізація точних триточкових різницевих схем для систем нелінійних звичайних диференціальних рівнянь другого порядку, Укр. мат. журн., 2022, т. 74, № 2, С. 204-219.
6. А. В. Куninець, М. В. Кутнів, Н. В. Хоменко. Алгоритмічна реалізація точної триточкової різницевої схеми для задачі Штурма – Ліувілля, Мат. методи та фіз.-мех. поля, 2020, Т. 63, № 1, С. 37–51.
7. А. В. Куninець, М. В. Кутнів, Н. В. Хоменко. Триточкові різницеві схеми високого порядку точності для задачі Штурма – Ліувілля, Мат. методи та фіз.-мех. поля, 2020, Т. 63, № 4, С. 54–62.