

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Механіко-математичний факультет

Кафедра теоретичної та прикладної механіки



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Харитонов О.М.

«серпень» 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹

Різницеві методи розв'язання нелінійних крайових задач

для магістрів

галузь знань **11 математика та статистика**
спеціальність **111 математика**
освітня програма **математика**
дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2021/2022**
Семестр **3**
Кількість кредитів ECTS **3**
Мова викладання, навчання
та оцінювання **українська**
Форма заключного контролю **екзамен**

Викладачі: Маципура Володимир Тимофійович, доктор фізико-математичних наук, професор

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2021

¹ Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

Розробники Маципура Володимир Тимофійович, доктор фізико-математичних наук,
професор



Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «31» 08 2021 року № 1

Голова науково-методичної комісії OK професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

«31» 08 2021 року

1. Мета дисципліни – оволодіння сучасними методами, теоретичними положеннями та основними застосуваннями теорії різницевих рівнянь для нелінійних диференціальних рівнянь.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Знати:* основні поняття теорії комплексної змінної, лінійної алгебри і теорії диференціальних рівнянь; мати уявлення про основні рівняння математичної фізики.
2. *Вміти:* розв'язувати алгебраїчні рівняння.
3. *Володіти елементарними навичками:* написання програм для ЕОМ і роботі з комп'ютером.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Курс складається з двох змістових модулів. *Перший* присвячений різницевим методам розв'язання нелінійних крайових задач та крайових задач з нелінійними крайовими умовами. Розглядаються основні поняття теорії різницевих методів, методи зведення нелінійних крайових задач до систем нелінійних рівнянь та до задач Коші для нелінійних диференціальних рівнянь, з подальшим їх розв'язанням. *Другий* модуль присвячений питанням побудови чисельних методів для розв'язання нелінійних еволюційних рівнянь, зокрема рівнянням Больцмана, Кортевега-де Фріза та інших.

4. Завдання (навчальні цілі):

Ознайомлення з основними поняттями різницевих методів, зокрема таких як сіткові функції, сіткові норми, явні та неявні різницеві схеми, способи побудови різницевих схем для нелінійних крайових задач, способи дискретизації крайових умов, апроксимації різницевих схем та дослідження їх стійкості; основні методи розв'язання нелінійних крайових задач за допомогою різницевих методів; методи розв'язання нелінійних еволюційних рівнянь сучасної математичної фізики. Формування здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми, котрі пов'язані з крайовими нелінійними задачами, Таке застосування теорій та методів математики характеризується наявністю знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень в теорії розв'язання крайових нелінійних рівнянь, відповідно до освітнього рівня «Магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація.)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумков ій оцінці з дисциплін и
Код	Результат навчання (Формуються розробником)			
РН 1.1	Знати, як будувати рівномірні та нерівномірні сітки, знаходити різницеві апроксимації для диференціальних операторів, визначати похибки апроксимації на сітці.	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	18%
РН 1.2	Знати, як досліджувати стійкість різницевих схем, будувати різницеві схеми для нелінійних крайових задач..			17%
РН 1.3	Вміти будувати різницеві схеми для крайових задач з нелінійними крайовими умовами.			7%
РН 2.1	Вміти використовувати метод прогонки для відповідних систем лінійних алгебраїчних рівнянь, знаходити розв'язки для нелінійних крайових задач з розривними розв'язками.	<i>Практичне та лаборатор не заняття, самостійн а робота</i>	<i>Модульна Контрольна робота (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях іспит, виконання завдань винесених на самостійну роботу</i>	28%
РН 2.2	Вміти за допомогою ЕОМ будувати різницеві схеми (явні та неявні) для рівняння Кортевега-де Фріза, нелінійних кінетичних рівнянь Больцмана.			20%
РН 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	<i>Лекція, практичне та лаборатор не заняття, самостійн а робота</i>	<i>активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді</i>	5%
РН 3.2.	Вироблення навиків командної роботи	<i>Лекція, практичне та лабораторне заняття, самостійна робота</i>	<i>активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді</i>	5%

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН3.2 – 15 балів/6 балів;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2 – 5 балів/3 бали
3. Модульна контрольна робота: РН1.1, РН1.2, РН2.1 – 20 балів/11 балів;
5. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН3.2, – 20 балів/7 балів;

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2;
- форма проведення і види завдань: письмова робота та усна співбесіда. Завдання включає 2 теоретичні питання і задачу.

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає присутність на лекції та практичному занятті, уважне прослуховування лекційного матеріалу, відповіді на питання, що задаються лектором під час лекції, задання питань лектору з метою роз'яснення матеріалу, участь в дискурсах, що ініціюються лектором, чи слухачами на протязі лекції, коментування матеріалу лекції та оцінка якості донесення матеріалу лектором.

Самостійна робота передбачає виконання завдань, що надаються лектором, пошук та робота з додатковою літературою по заданій темі, читання наукової та науково-популярної літератури.

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Студенти, які набрали впродовж семестру та за рахунок додаткових етапів оцінювання сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – **20** балів, до складання іспиту не допускаються.

Форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 3 завдань, перші два з яких є теоретичними і задача. Теоретичні завдання оцінюються від 0 до 7 балів кожне, практичні завдання оцінюються від 0 до 10 балів кожне. Додатково від 0 до 6 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1: на 5-му тижні семестру.
2. Модульна контрольна робота 2: на 9-му тижні семестру
2. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1 на 8-му тижні, за РН2.2 на 11-му тижні семестру.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ п/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні роботи	Самостійна робота
1	Принципи побудови різницевих схем	4	2	20
2	Методи розв'язання нелінійних крайових задач	6	2	10
3	Різницеві схеми розв'язання рівняння Кортевега-деФріза (КдФ)	4	2	10
4	Нелінійні кінетичні рівняння	6	2	20
	Всього	20	8	60

Загальний обсяг 90 год., у тому числі:

Лекцій – 20 год.

Лабораторні заняття – 8 год.

Консультацій – 2 год.

Самостійної роботи – 60 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Самарський А.А. Введение в теорию разностных схем/ А.А. Самарський. – М.:Наука, 1971. – 553 с.
2. Попов В.В. Методи обчислень/ В.В. Попов. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2012. – 303 с.
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы/ Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М: Наука, 1987. – 636 с.

Додаткові:

3. Березин Ю.А. О численных решениях уравнения Кортевега-де Фриза/ Ю.А. Березин// Численные методы механики сплошной среды. Новосибирск. – 1973. – т.4, е2, с.20-31.
4. Cercignani C. Gerasimenko V.I., Petrina D. Ya. Many-particle dynamics and kinetic equations / C. Cercignani, V.I. Gerasimenko, D.Ya. Petrina. – Dordrecht: Kluwer Acad. Publ, 1997. – 252 p.
5. Аристов В.В., Черемисин В.В. Прямое численное решение кинетического уравнения Больцмана/ В.В. Аристов, Ф.Г, Черемисин. – ВЦ РАН, 1992.– 192 с.
6. Peraud J.Ph., Landon C.D., Hadjiconstantinou N.G. Monte Carlo methods for solving the Boltzman transport equation/ J. M. Peraud, C. D. Landon, & Nicolas G. Hadjiconstantinou. – Cambridge pub., 2014. – 60 p.