

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

„ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор Одеського державного
екологічного університету

Степаненко С.М.

„14” квітня 2020 р.

*Затверджено на засіданні Приймальної
комісії ОДЕКУ 04 лютого 2020 року,
протокол № 4*

Наказ № 92-ОД від 13.04.2020 року

ПРОГРАМА

**ПРОВЕДЕННЯ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ
ДО АСПРАНТУРИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
113–ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА**

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 11 «МАТЕМАТИКА ТА СТАТИСТИКА»

Розробники програми:

Гарант освітньо-наукової програми

Д.ф.-м.наук, професор

Хецеліус О.Ю.

Зав. кафедри вищої та прикладної математики

Д.ф.-м.наук, професор

Глушков О.В.

1. Вступ до прикладної математики. Етапи розв'язку прикладних задач за допомогою обчислювальних методів. Джерела виникнення помилок. Загальна помилка розв'язку задач за допомогою обчислювальними методами. Правила наближених обчислень при додаванні, вирахуванні, множенні та діленні наближених чисел. Помилка при обчисленні функції однієї та багатьох змінних. Програми контролю.

2. Інтерполяція функцій. Задача інтерполяції. Загальні формули параболічної інтерполяції. Інтерполяційний багаточлен Лагранжа. Кінцеві різниці і їхні властивості. Зв'язок кінцевих різниць із похідними. Перша та друга інтерполяційні формули Ньютона. Ромбовидні діаграми. Порівняльний аналіз інтерполяційних багаточленів. Інтерполяція з оптимальним вибором вузлів. Зворотна інтерполяція. Інтерполяція функцій декількох змінних. Зворотні різниці та інтерполяція раціональними дробами. Метод найменших квадратів. Наближення функцій багаточленами по методу найменших квадратів на дискретній множині точок. Чисельний гармонічний аналіз та тригонометрична інтерполяція. Економізація степеневих рядів. Елементи загальної теорії сплайнів. Сплайн - інтерполяції.

3. Обчислювальні методи розв'язку лінійних та нелінійних рівнянь. Постановка задачі. Відділення коренів рівняння. Умови відділення коренів. Графічний метод відділення коренів рівняння. Чисельне розв'язання алгебраїчних рівнянь. Ітераційні методи. Метод перебору. Методи розв'язку нелінійних рівнянь: метод половинного розподілу, метод хорд, метод дотичних (Ньютона), метод хорд і дотичних, метод простої ітерації. Оцінка помилки. Спеціальні методи розв'язання алгебраїчних рівнянь. Алгоритм розділених різниць, метод Греффе- Лобачевського.

4. Обчислювальні методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Визначення, позначення, загальні відомості. Методи виключення. Обернення матриць. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь і обернення матриць за допомогою розбивання на комірочки. Метод Гаусса розв'язку систем лінійних рівнянь. Модифікація методу Гаусса з вибором головного елемента. Застосування методу Гаусса до обчислення визначника матриці та до обчислення оберненої матриці. Ітераційні методи. Застосування методу

простої ітерації до розв'язку систем лінійних рівнянь. Метод Зейделя розв'язку систем. Градієнтні методи. Метод най шорішого спуску. Метод Ньютона та теорема Канторовича . Метод взаємних градієнтів. Обчислювальні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь.

5. Обчислювальні методи знаходження власних значень та власних векторів матриці. Власні значення і власні вектори матриці. Характеристичне рівняння. Ітераційний метод. Метод Данилевського знаходження коефіцієнтів характеристичного рівняння. Метод скалярних добутків знаходження максимального власного значення симетричної матриці. Метод теорії збурень в задачах знаходження власних значень та власних векторів.

6. Чисельне диференціювання та інтегрування. Апроксимація похідних. Помилка чисельного диференціювання. Використання інтерполяційних формул. Частинні похідні. Чисельне інтегрування. Постановка задачі. Найпростіші квадратурні формули. Інтерполяційне квадратурне правило. Квадратурні формули Ньютона-Котеса, оцінка помилок, правила трапецій Сімпсона, Уеддля. Квадратурні формули Гауса, Чебишева, Лагера, Ерміта. Побудова та порівняння квадратурних формул. Обчислення кратних інтегралів. Інші методи чисельного інтегрування .

7. Обчислювальні методи розв'язку звичайних диференціальних рівнянь. Задача Коші для диференціального рівняння першого порядку. Однокрокові методи розв'язання задачі Коші. Метод Ейлера, метод Рунге-Кутта розв'язку задачі Коші для диференціального рівняння першого порядку. Багатокрокові методи розв'язання задачі Коші. Застосування методів до розв'язку систем диференціальних рівнянь першого порядку. Задача Коші для диференціального рівняння другого порядку. Метод Рунге-Кутта для рівняння другого порядку. Інтерполяційно-ітераційна схема. Метод кінцевих різниць. Одержання кінцево-різницевої формул.

8. Обчислювальні методи в лінійних крайових задачах та задачах про власні значення для диференціальних рівнянь. Ермітово спряжені та спряжені крайові задачі. Ермітові оператори та теорема Фредгольма про альтернативу. Власні

значення та власні функції ермітової задачі про власні значення. Повні ортонормовані множини власних функцій. Одномірна задача Штурма-Ліувілля про власні значення. Задача Штурма-Ліувілля для рівнянь з частинними похідними другого порядку. Чисельне розв'язання задач про власні значення методом теорії збурень. Оптимізація вибору базисів функцій нульового наближення та оцінка поправок другого та вищих порядків теорії збурень. Калібровочно-інваріантні схеми. Елементи теорії сплайнів в лінійних крайових задачах. Сплайн - інтерполяції. Операторна теорія збурень. Стационарна та нестационарна задача Штарка.

9. Обчислювальні методи розв'язку крайових задач для рівнянь математичної фізики.

Початкові і граничні (крайові) умови. Характеристики лінійних рівнянь з частинними похідними другого порядку на площині як лінії слабких розривів. Класифікація рівнянь з частинними похідними другого порядку. Рішення хвильового рівняння на прямій по методу Даламбера. Власні значення, власні частоти, власні функції і їхні властивості. Загальна схема поділу змінних для рівнянь гіперболічного типу простої структури. Рішення рівнянь теплопровідності по методу Фур'є. Приклади рішення рівняння Лапласа по методу Фур'є. Метод кінцевих різниць і елементів. Метод кінцевих різниць розв'язку крайової задачі для рівняння коливання струни. Метод кінцевих різниць розв'язку крайової задачі теплопровідності. Метод кінцевих різниць розв'язку задачі Дирихле для рівняння Лапласа.

10. Обчислювальні методи розв'язку крайових задач для рівнянь математичної фізики. Варіаційне числення. Метод Гальоркіна і варіаційний метод у кінцево-елементному формулюванні Чисельні методи, що використовуються у розв'язанні задач теплообміну. Метод Гальоркіна і варіаційний метод з використанням глобальних базисних функцій. Метод центрального інтегрування. Метод найменших квадратів. Метод коллокацій Одномірні елементи вищих порядків. Інтегральний метод — окремий випадок методу моментів. Метод теорії збурень у розв'язанні рівнянь з частинними похідними другого порядку. Оптимізація нульового наближення теорії збурень та чисельна оцінка поправок вищих порядків. Калібровочно-

інваріантні схеми. Нелінійні двохкрапкові крайові задачі. Атомодельне рівняння Блазиуса. Сплайни - апроксимації і співвідношення більш високого порядку. Метод кінцевих елементів. Чисельні методи в задачах моделювання процесів теплообміну, конвекції, випромінювання, переносу енергії і маси. Двовимірний потік випромінювання. Спільна дія теплопровідності, конвекції і випромінювання. Ламінарні режими природної і змішаної конвекції плинину в прикордонному шарі у межах рівнянь параболічного типу. Чисельне моделювання подовжньої дифузії та розв'язання відповідних рівнянь еліптичного типу.

11. Чисельні методи, використовувані в задачах моделювання турбулентності, регулярної та стохастичної динаміка та хосу. Чисельні моделі для опису основних властивостей турбулентних плиннів. Визначальні рівняння. Моделі турбулентності нульового і першого порядків. Моделі турбулентності другого порядку. Теорії замикання більш високого порядку. Чисельні рішення рівнянь які описують регулярну і стохастичну динаміку одно- та багато-вимірних систем. Чисельні методи у фрактальній геометрії. Властивості фрактальних множин. Чисельні алгоритми обчислення спектру фрактальнихрозмірностей. Метод вейвлет-розкладання та обчислення спектру фрактальнихрозмірностей. Чисельні методи моделювання явищ класичного та квантового хаосу.

12. Методи Монте-Карло. Чисельні алгоритми. Методи зменшення дисперсії оцінки. Метод значимої вибірки. Методи генерації випадкових чисел. Перевірка випадковості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бахвалов Н.С. Численныеметоды. - М.: Наука, 1977.
2. Березин И.С., Жидков Н.П. Методывычислений М.: Наука,1972.
3. Турчак Л.И. Основычисленныхметодов М.: Наука,1987.

4. Заварыкин В.М., Житомирский В.Г., Лапчик М.П. Численные методы.- М.: Просвещение, 1990.
5. Копченова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах. -М: Наука, 1972
6. Волков Е.А. Численные методы. - М.: Наука, 1982.
7. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.: Наука, 1980.
8. Глушков О.В., Хецеліус О.Ю., Свиначенко А.А., Лобода А.В., Обчислювальні методи динаміки суцільних середовищ. Одеса: Екологія.- 2007.
9. Хецеліус О.Ю., Прикладна математика.- Одеса: ТЕС.-2014.-102С.
10. Глушков О.В., Вітавецька Л.А., Хецеліус О.Ю., Лобода А.В., Флорко Т.О., «Математичне програмування» .-Одеса, ОДЕКУ, 2011.-98С.
11. Глушков О.В., Сербов М.Г., Хецеліус О.Ю., Дубровська Ю.В., Флорко Т.О., Прикладна математика.- Одеса: Екологія.-2007
12. Глушков О.В., Кругляк Ю.О., Чернякова Ю.Г., Лінійна алгебра.- Одеса:ТЕС, 2004.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Ковеня В.М., Яненко Н.Н. Метод расщепления в задачах газовой динамики.- Новосибирск: Наука, 1981.
2. Магомедов К.М., Холодов А.С., Сеточно-характеристические численные методы.-М.: Наука, 1988.
3. Белоцерковский О. М., Давыдов Ю. М. Метод крупных частиц в газовой динамике. М.: Наука, 1982.
4. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. М.: Наука, 1992.
5. Белоцерковский О.М., Опарин А.М. Численный эксперимент в турбулентности: от порядка к хаосу. М.: Наука, 2000.
6. Глушков А.В., Атом в электромагнитном поле: Численные модели.-

Киев:КНТ, 2006.

7. Варенцова С.А., Волков А.Г., Трофимов В.А. Консервативная разностная схема для задачи распространения фемтосекундного лазерного импульса в кубично-нелинейной среде // Журнал вычисл. матем. и матем. Физики.-2003.-Т. 43, №11.-С. 1709-1721.
8. Попов В.А. Решение уравнений Хартри-Фока для электронов в кристалле // Журнал вычисл. матем. и матем. Физики.-1998.-Т.38, №6.-С. 978- 991.
9. Белоцерковский О.М. Прямое численное моделирование свободной развитой турбулентности // Журнал вычисл. матем. и матем. Физ.-1985. Т.25, №12.-С.1856-1882.
10. Белоцерковский О. М., Гущин В.А., Коньшин В.Н. Метод расщепления для исследования течений стратифицированной жидкости со свободной поверхностью // Журнал вычисл. матем. и матем. Физики 1987.-27, № 4.- С.594-609.
11. Опарин А.М. Численное моделирование проблем, связанных с интенсивным развитием гидродинамических неустойчивостей // Новое в численном моделировании: алгоритмы, вычислительный эксперимент, результаты. М.: Наука, 2000.
12. Glushkov A.V., Khetselius O.Y., Brusentseva S.V., Zaichko P.A., Ternovsky V.B., Studying interaction dynamics of chaotic systems within a non-linear prediction method: application to neurophysiology // Advances in Neural Networks, Fuzzy Systems and Artificial Intelligence, Series: Recent Advances in Computer Engineering, Ed. J.Balicki.(Gdansk, WSEAS Pub.).-2014.-Vol.21.-P.69-75.
13. Glushkov A.V., Svinarenko A.A., Buyadzhi V.V., Zaichko P.A., Ternovsky V.B., Chaos-geometric attractor and quantum neural networks approach to simulation chaotic evolutionary dynamics during perception process // Advances in Neural Networks, Fuzzy Systems and Artificial Intelligence, Series: Recent Advances in Computer Engineering, Ed. J.Balicki.(Gdansk, WSEAS Pub.).-2014.-Vol.21.-P.143-150.