**Дисципліни з розвитку математичних компетенцій здобувачів II рівня ВО за спеціальністю «Інформаційні системи та технології» (кафедра МАІТ)**

## Теорія і практика чисельного експерименту

Theory and practice of numerical experiment

***Лектор: доц. Рачинська А.Л.***
*4 кредити*
*Семестр: I*

Метою курсу є вивчення теоретичних основ та практичних навиків застосування загальних законів та правил проведення математичних обчислень із використанням сучасної обчислювальної техніки та об'єктно-орієнтованих мов програмування. Розглядаються основні методи наближених обчислень та їх застосування до розв'язування типових задач прикладної математики, фізики, механіки та інших проектних проблем.

Мета проведення лекцій полягає у тому, щоб опанувати загальні правила розробки прикладного математичного забезпечення, методи тестування та вибору тестових завдань. Познайомитися із стійкими та нестійкими обчислювальними алгоритмами. Дослідити типи похибок, що виникають під час чисельного моделювання та проведення відповідних обчислень.

Мета проведення практичних занять це – оволодіння та поглиблене засвоєння прийомів використання сучасних мов програмування при розробці чисельних алгоритмів, а також оволодіння навичками розв'язування простіших обчислювальних задач науково-технічного характеру та змісту, розробки відповідних тестових завдань та проведення верифікаційних обчислень.

Завдання: освоєння навичок застосування мови C# для розробки програм науково-технічного призначення; реалізація довготривалих чисельних експериментів та обробка їх результатів у вигляді значних об'ємів числової інформації; застосування паралельних обчислень в чисельному експерименті.

**<u>Чисельне моделювання реагуючих потоків</u>**

Numerical simulation of reactive flow

***Лектор: проф. Волков В.Е.***
*4 кредити*
*Семестр: I*

Метою курсу є знайомство із чисельним експериментом в задачах руху середовищ, які є хімічно активними та реагуючими. Такі задачі виникають в газовій динаміці, фізиці плазми, астрофізиці, теорії горіння, газодинаміці лазерів, двигунах внутрішнього згоряння тощо.

Зазначені течі описуються складними системами нелінійних диференціальних рівнянь в частинних похідних, які враховують взаємодію потоків газу (суцільного середовища) та хімічних процесів.

Матеріал дисципліни умовно можна поділити на три частини.

В першій частині обговорюються основи чисельного моделювання, системи рівнянь, які застосовуються в проблемах руху реагуючих потоків газу, та загальні питання побудування обчислювальних алгоритмів та відповідних програмних компонентів (доданків).

В другій, основній частині курсу, безпосередньо наводиться розв’язок задачі про течію реагуючого середовища. Тут будуть представлені різноманітні обчислювальні метоли для інтегрування звичайних диференціальних рівнянь жорсткого типу, які описують кінетики хімічних реакцій, рівняння дифузії, рівняння конвекції та системи рівнянь газової динаміки для нев’язкого середовища. Наводиться цілий ряд кінцево-різницевих алгоритмів явного та неявного типу в ейлеревих та лагранжевих змінних.

В заключній частині курсу розглядається чисельне моделювання таких складних фізичних процесів, як турбулентність, випромінювання, рух багатофазних середовищ. Тут будуть розглянуті деякі результати обчислень таких задач, як відображення ударної хвилі, структура фронтів горіння, розповсюдження детонації та рух краплі рідини в потоці газу.

Завдання: студентам буде продемонстровані алгоритми обчислень, їх переваги та недоліки, можливі обмеження на застосування, затрати на безпосередні обчислення. Для певної кількості розглянутих задач їх розв’язки, які були отримані чисельним шляхом, будуть порівняні із відомими аналітичними розв’язками.

**<u>Методи обчислень в задачах теплообміну</u>**

Numerical heat transfer

***Лектор: доц. Косой М.Б.***
*4 кредити*
*Семестр: I*

Метою курсу є знайомство із задачами тепло- та масообміну, до яких відноситься теплопровідність, конвекція та випромінювання, кожен з яких визначається відповідними системами диференціальних рівнянь в частинних похідних або інтегро-диференціальних рівнянь. Ці процеси мають просторово-часовий характер, включаючи ефекти, які пов'язані із наявністю малих параметрів та не лінійністю. Найбільш складним є опис конвективного теплообміну, нестійких течій, перехідного та турбулентного рухів суцільного середовища на основі рівнянь Навьє-Стокса.

Матеріал курсу поділений наступним чином.

Спочатку досліджуються прості модельні рівняння теплопровідності та конвективної теплопровідності, потім розглядаються рівняння Прандтля, та наприкінці – двовимірні рівняння Навьє-Стокса.

На протязі всього курсу детально аналізуються та порівнюються найбільш ефективні та популярні методи, які застосовуються в задачах тепло- та масообміну: кінцевих різниць та кінцевих елементів. Розглядаються різні схеми цих методів: явні та неявні різницеві схеми різного порядку точності, методи контрольного об'єму, колокацій, різні варіанти методу кінцевих елементів (на основі методу Гальоркіна, методу найменших квадратів, варіаційних потоків). Крім цього, розглядаються методи розв'язування доточкових крайових задач, розкладання за параметром, пристрілки, а також інтегральні та асимптотичні методи, які застосовуються у задачах граничного шару.

Завдання: студентам, які зацікавляться застосуванням чисельних методів в задачах теплообміну, будуть продемонстровані програмні компоненти та їх реалізації на мови C# для розв'язування теоретичних або практичних задач даного напряму.

**<u>Чисельний експеримент в газовій динаміці</u>**

Methods of Computational Gasdynamics

***Лектор: проф. Волков В.Е.***
*4 кредити*
*Семестр: I*

Метою курсу є знайомство проблемою чисельного експерименту в газовій динаміці. Основна увага приділяється розробці та дослідженню популярного метода «крупних частинок». Наводиться аналіз численних стаціонарних та нестаціонарних задач аерогазодинаміки, які розв'язувалися із використанням цього методу.

Із застосуванням методу «крупних частинок» будуються певні алгоритми дослідження складних задач обтікання тіл різної геометричної форми в широкому діапазоні початкових умов – від чисто дозвукових до надзвукових режимів, включаючи перехід через швидкість звуку, навколозвукові та надзвукові течії, коли утворюється локальна надзвукова зона із внутрішніми ударними хвилями.

Розглядаються задачі обтікання кінцевих тіл із відривом потоку повітря, при наявності вдуву струменя газу в основний потік, внутрішні течі із складною конфігурацією стрибків ущільнення, задачі дифракції тощо

Додатково розглядаються особливості метода Харлоу частинок в клітинках та його модифікацій. Обчислювальні схеми методів порівнюються та наводяться програмні реалізації і результати тестових обчислень.

Досліджують питання апроксимації та утворення псевдо в'язкості, питання стійкості обчислювальних алгоритмів та схем. Демонструються переваги та недоліки метода «крупних частинок» на базі задачі про розпад довільного розриву (задача Рімана).

Завдання: студентам, які цікавляться які цікавляться застосуванням чисельних методів в задачах стаціонарної та нестаціонарної газової динаміки, будуть продемонстровані програмні компоненти та їх реалізації на мови C# для розв'язування практичних задач нестаціонарної газової динаміки.