

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Чисельне моделювання в аерогідромеханіці» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за напрямом 6.040202 Механіка.

Предметом навчальної дисципліни є чисельне моделювання механічних процесів при русі різноманітних апаратів у газовому середовищі або процесів, що виникають у внутрішніх течіях газів.

Міждисциплінарні зв'язки: математичний аналіз; аерогідромеханіка; основи чисельних методів; газова динаміка.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Змістовий модуль 1. Основні рівняння течій рідини та скінчено-різницеві методи розв'язання задач.

Змістовий модуль 2. Типові різницеві схеми для чисельного розв'язання рівнянь руху рідини та газу.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета курсу «Чисельне моделювання в аерогідромеханіці» полягає у вивченні методів побудови дискретних аналогів класичних задач теоретичної гідромеханіки. Скінчено-різницеві схеми є найбільш універсальними сучасними методами дискретизації процесів і об'єктів гідродинаміки, тому вони покладені в основу викладання дисципліни. На прикладах простіших моделей і класичних схем надається велика увага дослідженню головних властивостей схем.

1.2 Завдання вивчення дисципліни полягає в тому, щоб студент опанував типовими схемами дискретизації гідродинамічних задач, методами дослідження і розв'язання дискретних задач, побудовою обчислювальних алгоритмів та їх комп'ютерною реалізацією.

1.3 У результаті вивчення курсу «Чисельне моделювання в аерогідромеханіці» фахівець повинен **знати**:

- чисельні схеми для одновимірних лінійних і нелінійних модельних рівнянь гідрогазодинаміки, їх головні властивості;

- методи дослідження головних властивостей скінчено-різницевої схеми;

- методи розв'язання явних і неявних схем з урахування різних крайових умов.

Підготовлений фахівець повинен **вміти**:

- обирати скінчено-різницеву чисельну схему, достатню для наближеного розв'язання заданої гідродинамічної задачі;

- виконувати дослідження її основних властивостей та визначати умови використання схеми для успішного досягнення результату;

- розробляти обчислювальний алгоритм до розв'язання побудованої дискретної задачі;

- застосовувати типові методи обчислень на деяких етапах алгоритмізації задачі;

- використовувати сучасні програмні засоби обчислень і технологій програмування у інтегрованих середовищах розробки;

- володіти засобами обробки і інтерпретації чисельних результатів.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні рівняння течій рідини та скінчено-різницеві методи розв'язання задач.

Тема 1. Рівняння Ейлера та Нав'є-Стокса. Запис рівнянь в різних змінних. Рівняння потенційних течій. Дивергентні форми запису рівнянь та еквівалентні їм закони збереження маси, енергії та зміни кількості руху. Формулювання початкових та крайових умов при розв'язанні рівнянь.

Тема 2. Характеристики для рівнянь Ейлера. Запис рівнянь динаміки течії рідин та газів відносно приросту розв'язків за малий відрізок часу..

Тема 3. Розривні розв'язки рівнянь. Розривні розв'язки рівнянь Ейлера. Інтегральні відношення Ренкіна-Гюгоніо на поверхнях ударних хвиль. Метод встановлення розв'язків по часовій координаті для пошуку стаціонарних розв'язків.

Тема 4. Метод різниць. Основні поняття. Сітка і поняття сіткових рішень. Метод різниць для апроксимації диференціальних рівнянь і похідних. Запис балансових співвідношень для різницевого чарунків і апроксимація основних законів збереження. Апроксимація на класах функцій і на рішеннях. Збіжність різницевого рішення та їх стійкість. Зв'язок апроксимації, збіжності і стійкості для лінійних різницевого схем.

Тема 5. Умова стійкості різницевого рівнянь. Метод Неймана. Необхідна умова стійкості різницевого рівнянь для гіперболічних систем. Умова Куранта-Фридрикса-Леві. Метод диференціальних наближень для вивчення якості різницевого рівнянь. Диференційні та дисперсні помилки різницевого рішення. Дисипативні різницевого схеми. Монотонність різницевого рішення. Методи розрахунку ударних хвиль та других розривів.

Змістовий модуль 2. Типові різницевого схеми для чисельного розв'язання рівнянь руху рідини та газу.

Тема 6. Різницевого схеми для простішого рівняння переносу. Схема Лакса, явна схема «проти течії», схема Кранка-Нікольсона та її розвиток. Схема розпаду розриву. Метод С.К. Годунова.

Тема 7. Двошарові алгоритми другого порядку точності для розрахунку по часовій координаті. Схема Лакса-Вендрова. Схема Мак-Кормака. Метод допоміжної в'язкості в схемах другого порядку точності.

Тема 8. Неявні різницевого схеми. Методи розщеплення. Схеми «біжучого розрахунку». Схеми координатного розщеплення та методи скалярної, векторної прогонки для їх рішення. Різницевого схеми В.М. Ковені та М.М. Яненко. Різницевого схема розщеплення Біма-Уормінга.

Тема 9. Проблеми помилок різницевого схем. Співвідношення між схемною та фізичною в'язкістю для типових схем. Різницевого схема О.А. Самарського для компенсації сіткових дифузійних помилок.

Тема 10. Засоби зменшування дифузійних помилок різницевого схем. Побудова різницевого схем та бази аналітичних рішення рівнянь типу Нав'є-Стокса. Експоненціальні різницевого схеми. Схеми та алгоритми Бориса-Бука.

3. Рекомендована література

Базова література

1. Беляев Н.М., Хрущ В.К. Численный расчет сверхзвуковых течений газа. К, Вища школа, 1985
2. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
3. Роуч П. Вычислительная гидродинамика.– М.: Мир, 1980.– 616 с.
4. Андерсон Д., Таннехил Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен.– М.: Мир, 1990. – Т.1. – 392 с., Т.2.–336 с.
5. Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач. – М.: Мир, 1972. – 418 с.

Допоміжна література

1. Численное решение многомерных задач газовой динамики. С.К. Годунов, А.В. Забродин, М.Я. Иванов, А.Н. Крайко, Г.П. Прокопов. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва Наука, м., 1976.-400с.
2. Згуровский М.З., Скопецкий В.В. Хрущ В.К., Беляев Н.Н. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде. К.: Наукова думка, 1997
3. Приходько А.А. Компьютерные технологии в аэрогидродинамике и тепломассообмене. – Киев: Наукова думка, 2003. – 381с
4. Тимошенко В.И., Лиманский А.В. Технология решения на ЭВМ задач газовой динамики. – Киев: Наукова думка, 1985. – 232 с.

Методична література

1. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з курсу “Чисельне моделювання в аерогідромеханіці. – Дніпропетровськ, ДНУ, 2000. – 32С.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання – залік.

5. Засоби діагностики успішності навчання

1. Оцінка в балах виконання та захисту студентом лабораторних робіт.
2. Оцінка в балах виконання студентом розрахункового завдання.
3. Поточне тестування студентів та виконання ними завдань.
4. Співбесіди та аналіз помилок у розрахунковому завданні та лабораторних роботах.