

Методи математичного моделювання суцільних середовищ

(назва навчальної дисципліни)

ПРОГРАМА
вибіркової навчальної дисципліни

підготовки бакалавра

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму 06040202 «механіка»

(шифр і назва напряму)

спеціальності _____

(шифр і назва спеціальності)

(Шифр за ОПІ _____)

Харків

2012 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н.КАРАЗІНА
(повне найменування вищого навчального закладу)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Пацегон Микола Федорович, докт.фіз.-мат.-наук, професор, професор
кафедри теоретичної та прикладної механіки

Програма затверджена Вченою радою механіко-математичного факультету

Протокол № 5 від “20” квітня 2012 року.

“ 20 ” квітня 2012 р. Голова Вченої ради _____ (Жолткевич Г.М.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни “**Методи математичного моделювання суцільних середовищ**” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **бакалаврів** напряму підготовки «**механіка**» спеціальності 6.04020201 «**теоретична та прикладна механіка**».

Предметом спеціального курсу є методи побудови моделей суцільних середовищ, які базуються на основі гіпотез локальної та частково локальної рівноваги з використанням методів нерівноважної термодинаміки Онзагера. Вводяться визначальні параметри мікрополярної гідродинаміки та гідродинаміки середовищ, які намагнічуються. Формулюються початково-крайові задачі для вказаних середовищ та вивчаються їх принципові розв’язки.

Міждисциплінарні зв’язки: математичний аналіз, геометрія, диференціальні рівняння, фізика, механіка суцільних середовищ, теоретична гідромеханіка, рівняння математичної фізики.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Модуль 1. Кінематика та динаміка середовищ з ускладненими властивостями.

Модуль 2. Методи побудови локально рівноважних моделей суцільних середовищ. Моделювання середовищ з внутрішнім моментом кількості руху (мікрополярного середовища).

Модуль 3. Моделювання суцільних середовищ в електромагнітних полях

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою спеціального курсу є надання студентам знань з фундаментальних дисциплін, розвиток здібностей самостійного наукового мислення, уміння орієнтуватися в складних проблемах сучасної механіки та прикладної математики, застосування придбаних знань для творчої роботи в галузі природничих наук.

Спеціальний курс доповнює базовий курс механіки суцільних середовищ, основу знань сучасного фахівця в області теоретичної та прикладної його науковий кругозір, сприяє формуванню загального науково-технічного рівня.

1.2. Основні завдання полягають у вивченні методів побудови моделей суцільних середовищ, які базуються на основі гіпотез локальної та частково локальної рівноваги з використанням методів нерівноважної термодинаміки Онзагера та застосування їх для отримання рівнянь мікрополяної гідродинаміки та гідродинаміки середовищ, які намагнічуються; у формулюванні початково-крайових задач для вказаних середовищ та знанні їх принципів розв'язків.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати :

- основні поняття механіки суцільних середовищ, які є базовими для математичного моделювання та дослідження математичними (асимптотичними, чисельними тощо) методами моделей середовищ з ускладненими властивостями;
- основні закони термомеханіки суцільних середовищ, які складають основу побудови локально-рівноважних моделей (моделі ізотропних мікрополяних рідин та газів, пружних, пластичних та пружно-пластичних ізотропних тіл);
- основні методи моделювання суцільних середовищ в електромагнітних полях;

вміти :

- застосовувати теоретичні знання при розв'язанні конкретних науково-технічних проблем, дослідженні сучасних задач механіки середовищ з ускладненими властивостями.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **108 годин/ 3 кредити ECTS**.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Кінематика та динаміка середовищ з ускладненими властивостями.

Основні закони термодинаміки. Визначальні параметри моделі суцільного середовища. Неперервні, циклічні, рівноважні, зворотні, незворотні процеси. I, II,

III закони термодинаміки, нульове начало термодинаміки. Гомогенні та мікрогетерогенні середовища. Закон руху мікроелемента. Тензори мікродеформації Ерінгена. Мікрополяри середовища та їх приклади (рідкі кристали, ферорідини, композитні матеріали). Внутрішній кінетичний момент середовища. Основні закони збереження в механіці суцільних середовищ. Рівняння балансу в механіці суцільних середовищ. Гіпотеза локальності. Узагальнене рівняння Коші для простих матеріалів. Закон зміни кількості руху. Тензор напружень Коші. Закон зміни внутрішнього моменту кількості руху. Тензор моментних напружень Коші. Симетрія та антисиметрія тензора напружень. Повна енергія мікрополярного середовища. Потужність поверхневих, об'ємних сил, поверхневих та об'ємних моментів. Притік тепла у систему при контактній та об'ємній взаємодіях. Рівняння енергії, теорема живих сил. Рівняння зміни внутрішньої енергії.

Змістовий модуль 2. Методи побудови локально рівноважних моделей суцільних середовищ. Моделювання середовищ з внутрішнім моментом кількості руху (мікрополярного середовища).

Повна система законів збереження в інтегральній формі. Диференціальні рівняння руху в змінних Ейлера . Диференціальні рівняння в формі законів збереження. Вектори густини потоку маси та енергії. Тензори густини потоку імпульсу та моменту імпульсу. Умови на поверхнях сильного розриву (умови динамічної сумісності). Рівняння мікрополярної гідродинаміки ізотропних середовищ. Термодинамічні рівняння стану середовищ з врахуванням внутрішнього моменту кількості руху. Теорема живих сил в мікрополярній гідродинаміці. Внутрішнє виробництво ентропії. Терма Кюрі. Замикаючі (матеріальні) рівняння в наближенні лінійної теорії Онзагера. Коефіцієнти дифузійної та обертальної теплопровідностей. Обертальна в'язкість. Обмеження на феноменологічні коефіцієнти, які впливають із другого закону термодинаміки. Замкнена система рівнянь мікрополярної гідродинаміки у випадку ізотермічних течій. Граничні умови. Рівняння мікрополярної гідродинаміки у безрозмірному вигляді. Критерії подібності течій. Вплив моментних напружень на найпростіші течії мікрополярної рідини. Поняття ефективної в'язкості рідини.

Змістовий модуль 3. МОДЕЛЮВАННЯ СУЦІЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛЯХ

Намагніченість та поляризація речовини. Рівняння Максвелла. Формули Мінковського перетворення електромагнітних величин. Наближення квазістаціонарної феррогідродинаміки. Тотожність Гіббса для середовищ, які намагнічуються. Рівняння термодинамічного стану для ізотропних магнітних середовищ. Закони намагнічування. Рівняння балансу магнітної енергії в одиниці

маси суцільного середовища. Об'ємна густина магнітної енергії, джоулева дисипація. Тензор напружень в магнітному середовищі, вектор густини потоку енергії та рівняння балансу ентропії. Замикаючі рівняння для магнітного середовища. Повна система рівнянь середовищ, які намагнічуються. Наближення основної системи рівнянь (непровідне магнітне середовище, ідеальне магнітне середовище, ідеальне немагнітне середовище). Рівняння магнітної гідродинаміки. Магнітогідродинамічне описання плазми. Умови для електродинамічних та гідродинамічних величин на поверхнях сильного розриву. Магнітні рідини. Описання магнітних рідин з рівноважною намагніченістю (наближення вільного магнітного диполя) та мікрополярих магнітних рідин (наближення в замороженого магнітного диполя).

3. Рекомендована література

Базова

1. Петров Н., Бранков Й. Современные проблемы термодинамики. М., Мир, 285 с.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. СПб.: Лань, 2004. Т.1, 2, кол-во страниц: 492, 568.
3. Можен Ж. Механика электромагнитных сплошных сред. М., Мир, 1991, 560 с.
4. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. Изд-во Моск.ун-та, 1971, 245 с.
5. Тарапов И.Е. Механика сплошной среды, часть 2. Харьков, Золотые страницы, 2002, 514 с.
6. Блум Э.Я., Михайлов Ю.А., Озолс Р.Я. Тепло- и массообмен в магнитном поле. Рига, Зинатне, 1980, 353 с.

Допоміжна

1. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М., Наука, 1983, 319 с.
2. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. М., Мир, 1980, 344 с.
3. Ахиезер А.И., Барьяхтар В.Г., Пелетминский С.В. Спиновые волны. М., Наука, 1967, 368 с.
4. Новацкий В. Электромагнитные эффекты в твердых телах: Пер. с польск.- М., Мир, 1986, 157 с.
5. Бердичевский В.Л. Вариационные принципы механики сплошной среды. М., Наука, 1983, 447 с.
6. Демущкий В.П. Моделі некласичних середовищ: Навч. посібник для вузів. Х., Б.в., 1994, 72 с.
7. Пацегон Н.Ф. Волновые процессы в намагничивающихся средах с постоянной и изменяющейся микроструктурой. Дис. д-ра физ.мат. н., Х.: 1999, 337 с.

8.G.A.Maugin. The thermomechanics of nonlinear irreversible behaviors. World Scientific.:1999, 375 p.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання - іспит.

5. Засоби діагностики успішності навчання - поточне опитування, модульні контрольні роботи, індивідуальні завдання, доповіді на спеціальному семінарі, виконання курсових робіт.