Затверджено

рішенням Вченої ради

Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка

НАН України

21 лютого 2023оку, протокол № 1

Директор Інституту механіки

ім. С.П.Тимошенка НАН України

академік НАН України

Володимир НАЗАРЕНКО

**ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ**

В АСПІРАНТУРУ ДЛЯ ЗДОБУТТЯ

НАУКОВОГО СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ «ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА» В

ІНСТИТУТІ МЕХАНІКИ ІМ. С.П. ТИМОШЕНКА НАН УКРАЇНИ

**Теоретична механіка**

**Принцип можливих переміщень. Рівняння Лагранжа першого та другого роду. Канонічні рівняння.**

Принцип можливих переміщень. Принцип Даламбера-Лагранжа. Диференціальні рівняння руху матеріальної системи в узагальнених координатах (рівняння Ферерса). Диференціальні рівняння Лагранжа першого та другого роду. Вирази кінетичної енергії в узагальнених координатах. Випадок руху матеріальної системи в консервативному силовому полі. Функція Лагранжа. Узагальнений інтеграл енергії. Функція Гамільтона . Канонічні рівняння руху матеріальної системи.

**Варіаційні принципи.**

Принцип Даламбера-Лагранжа як варіаційний принцип механіки. Принцип найменшого примусу Гауса. Принцип Остроградського-Гамільтона. Вивід диференціальних рівнянь руху матеріальної системи на підставі принципу Остроградського-Гамільтона. Принцип Ейлера-Лагранжа. Оптико-механічна аналогія.

**Методи інтегрування рівнянь динаміки.**

Циклічні координати. Перетворення Рауса. Канонічні перетворення. Рівняння та теореми Остроградського-Гамільтона-Якобі. Теорема Пуасона.

Теорія коливань та стійкості руху.

Положення стійкої рівноваги. Теорема Лагранжа-Дирихле. Малі коливання системи біля положення стійкої рівноваги. Інтегрування диференціальних рівнянь малих коливань. Теореми Ляпунова про стійкість та асимптотичну нестійкість. Теорема Четаєва про стійкість.Нормальні координати. Головні коливання. Вплив сил спротиву на вільні коливання. Функція розсіювання енергії. Вимушені коливання матеріальної системи з однією та *n* ступенями свободи. Поздовжні та поперечні коливання стрижнів.

**Елементи теорії нелінійних коливань.**

Вільні коливання нелінійних консервативних систем з одним ступенем свободи. Дисипативні нелінійні системи. Вимушені коливання нелінійної системи з одним ступенем свободи. Параметричні коливання. Автоколивальні системи. Поняття про граничний цикл. Рівняння Ван-дер-Поля та його дослідження. Метод фазової площини. Метод Льєнара побудови фазових траєкторій. Метод малого параметра Пуанкаре. Асимптотичний метод Крилова-Боголюбова. Метод усереднення М.М.Боголюбова.

**Розповсюдження методів динаміки дискретних систем**

**на механіку суцільних середовищ**

Перехід від дискретної системи до неперервної. Рівняння Лагранжа для не-

перервних систем. Канонічні рівняння Гамільтона. Закони збереження та дужки Пуассона. Опис за допомогою варіаційних принципів.

**Динаміка твердого тіла**

Диференціальні рівняння руху вільного твердого тіла. Рух твердого тіла нав­коло нерухомої точки. Перші інтеграли. Випадок Ейлера-Пуансо, Лагран­жа-Пуассона. Елементи теорії скінченного повороту твердого тіла. Вектор Род­рига, параметри Родрига-Гамільтона. Наближена теорія гіроскопічних явищ.

**Рекомендована література.**

1. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики.- М.: Наука, 1977.
2. Бухгольц Н.Н.. Основной курс теоретической механики. – М.: Наука,1965.
3. Лурье А.И. Аналитическая механика.- М.: ГИФМЛ, 1965.
4. Харкевич А.А.. Автоколебания. – М.: Либроком, 2009.
5. Андронов А.А., Вит А.А., Хайкин С.З. Теория колебаний. – М.: Наука,1981.
6. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. – М.: Физматгиз, 1963.
7. Бабаков И.Ю. Теория колебаний. – М.: Наука, 1965.
8. Малкин И.Г. Некоторые задачи теории нелинейных колебаний.- М.: Едиториал УРСС, 2004.
9. Павловський М.А. Теоретична механіка. – К.: Техніка, 2002.
10. Поляхов Н.Н., Зегжда С.А., Юшков М.П. Теоретическая механика. –М.: Высшая школа, 2000.
11. Арнольд В.И. Математические методы классической механики.- М.: Едиториал УРСС, 2003.
12. Самойленко А.М. Элементы теории многочастотных колебаний: инвариантные торы. - М.: Наука. 1987.
13. Г.Гольдстейн. Классическая механика. – М.: Гостехиздат, 1957.
14. Дж.У.Лич. Классическая механика. – М.: Изд-во иностр. лит., 1961.
15. Булгаков Б.В.. Прикладная теория гироскопов. – М.: Гос. изд-во технико- теоретич. лит-ры, 1955.

**Механіка деформівного твердого тіла**

**Вступ.**

Предмет механіки деформівного твердого тіла. Основні гіпотези та принципи. Проблеми теорії пружності, теорії пластичності, повзучості та їх значення для техніки.

**Теорія деформацій.**

Вектор переміщень. Відносні переміщення (деформацїі). Співвідношення Коші між компонентами переміщень і деформацій. Перетворення компонент деформацій при повороті осей. Тензор деформацій. Поверхня деформацій, головні осі, інваріанти тензора деформацій. Інтенсивність деформацій зсуву. Рівняння сумісності деформацій. Поняття про скінченну деформацію.

**Теорія напружень.**

Поверхневі та об’ємні сили. Внутрішні напруження. Вектор напружень. Нормальні та дотичні напруження. Тензор напружень. Компоненти напружень на похилій площадці. Умови парності дотичних напружень. Інваріанти тензора напружень. Октаедричні напруження. Максимальні дотичні напруження. Інтенсивність напружень. Диференціальні рівняння руху (рівноваги).

**Фізичні рівняння механіки деформівного твердого тіла.**

Зв’язок компонентів напружень з компонентами деформацій для лінійно пружного тіла – узагальнений закон Гука. Пружний потенціал. Випадок ізотропного тіла. Гіпотеза Дюамеля-Неймана при неізотермічному деформуванні. Поняття про рівняння стану для пружно-пластичного напруженого стану та в’язко-пружного деформування. Теорія малих пружно-пластичних деформацій, найпростіші моделі та в’язко-пружних тіл (середовища Фойгта, Максвела, Кельвіна).

**Постановка задач теорії пружності.**

Рівняння теорії пружності в переміщеннях (рівняння Ламе). Постановка задач теорії пружності в напруженнях (рівняння Бельтрамі). Граничні умови. Принцип Сен-Венана.

**Загальні теореми теорії пружності.**

Потенціальна енергія пружного тіла. Теорема про мінімум пружної енергії. Принцип Кастільяно. Теорема взаємності робіт Бетті.

Плоскі задачі теорії пружності та задачі згину тонких пластинок.

Плоска деформація та узагальнений плоский напружений стан. Функція напружень Ері. Представлення розв’язку через комплексні потенціали Колосова - Мусхелішвілі. Розв’язок плоских задач для однозв’язних областей методом конформних відображень. Розв’язок найпростіших задач про дію зосередженої сили на півплощину, задача Ламе для порожнистого циліндра. Гіпотези Кірхгофа в задачах згину тонких пластинок. Рівняння згину тонких пластинок, формулювання граничних умов. Розв’язок Нав’є для шарнірно-закріпленої прямокутної пластинки.

**Методи розв’язку тривимірних задач теорії пружності.**

Загальні форми представлення розв’язків. Розв’язок Гальоркіна та Папковича-Нейбера. Явний вигляд розв’язку осесиметричних задач для довгого циліндра та сфери. Задача Ламе для порожнистої сфери. Поняття про наближені варіаційні та чисельні методи розв’язку задач теорії пружності. Метод Рітца і метод Бубнова-Гальоркіна.

**Розповсюдження пружних хвиль і теорія стаціонарних**

**коливань пружного тіла.**

Хвильові рівняння для скалярного та векторного потенціалів. Кінетичні та динамічні умови на поверхні розриву. Два типи хвиль в необмеженому тілі. Плоскі хвилі. Циліндричні та сферичні хвилі. Поверхневі хвилі Релея. Вільні коливання пружного тіла. Власні частоти і нормальні форми коливань. Частоти і нормальні форми поздовжніх коливань стержня.

**Рекомендована література .**

1. Тимошенко С.П., Гудьер Д. Теория упру гости. – М.: Наука, 1979.
2. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М.: Наука, 1966.
3. Новацкий В. Теория упругости. – М.: Мир, 1975.
4. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості: Підручник. – Київ: Вища школа, 2002.
5. Победря Б.Е., Георгиевский Д.В. Основы механики сплошной среды. Курс лекций. – М.: Физматлит, 2006.
6. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. – М.: Наука, 1979.
7. Соколовский В.В. Теория пластичности. – М.: Высшая школа, 1969.
8. Божидарнік В.В., Андрейків О.Є., Сулим Г.Т. Механіка руйнування, міцність і довговічність неперервно армованих композитів. Луцьк: Надстир’я. – 2007.
9. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. – М.: Изд-во МГУ, 1971.
10. Новожилов В.В. Теория упругости. –М.: Судпромгиз, 1960.
11. Кристенсен Р. Введение в механику композитов. – М.: Мир, 1982.
12. Гудрамович В.С. Теория ползучести и ее приложения к расчету элементов тонкостенных конструкций. – К.: Наук. думка, 2005.
13. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. – М.: Машиностроение, 1985.