



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Теоретичні основи моделювання фізичних процесів

Шифр та назва спеціальності
113 – Прикладна математика

Інститут
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної
фізики та математики

Освітня програма
Комп'ютерне та математичне модулювання

Кафедра
Математичне моделювання та інтелектуальні
обчислення в інженерії (161)

Рівень освіти
Бакалавр

Тип дисципліни
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр
5

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Львов Геннадій Іванович

Gennadiy.Lvovl@khipi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор

Сфера наукових інтересів:

- дослідження нелінійних задач динаміки і міцності структур;
- чисельні методи розв'язання задач теорії пружності, пластичності і вібрації;
- чисельні методи гомогенізації композитів.

Scopus: Scopus Author ID: 6506190655

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0297-9227>

ResearcherID: U-8774-2017

Детальніше про викладача на сайті кафедри

Загальна інформація

Анотація

«Теоретичні основи моделювання фізичних процесів» є однією з фундаментальних дисциплін в підготовці бакалавра з прикладної математики. Частина перша включає теорію пружності, друга частина присвячена теорії пластин та оболонок. Прикладне значення цих предметів обумовлено тим, що більшість катастроф, які відбуваються, пов'язані з недостатньою міцністю конструкцій, коли їх окремі елементи припиняють під дією навантаження виконувати свої функції та втрачають свою міцність. Знання подібних явищ і вміння їм протистояти є обов'язковим для спеціалістів, які проводять прикладні дослідження в різних галузях механіки твердого деформованого тіла.

Мета та цілі дисципліни

Метою програми є оволодіння студентами здатністю розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної математики у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачає застосування математичних теорій, методів, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення.

Формат занять

Навчання включає лекції, практичні заняття, виконання обов'язкових домашніх завдань та курсового проекту. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ФК01 Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.

ФК02. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.

ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

ФК09. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

ФКС1. Здатність створювати математичні моделі реальних об'єктів та процесів, розробляти методи вирішення поставлених задач і проводити оцінку адекватності результатів

Результати навчання

РН01. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.

РН03. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.

РН06 Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдиності їх розв'язку.

РН07 Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.

РН13 Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.

РНС1. Вміти створювати математичні моделі реальних об'єктів та процесів, розробляти методи вирішення поставлених задач і проводити оцінку адекватності результатів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Математичний аналіз, Лінійна алгебра, Диференціальні рівняння (основні поняття), Програмування, Теоретична механіка

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Навчальний процес включає: лекції з використанням комп'ютерно-інформаційних засобів; практичні заняття, самостійна робота. При викладанні лекційного курсу використовуються методи проблемного навчання шляхом застосування таких форм навчання, як тематичні та проблемні лекції. Метою таких лекцій є розвиток у студентів логічного та самостійного розуміння матеріалу.

Самостійна робота студентів включає: підготовку до практичних занять, вивчення рекомендованої наукової літератури, написання звітів з лабораторних робіт. Завдання

самостійної роботи студентів вважаються виконаними, якщо вони: подані в установлений термін і повністю виконані та не мають логічних і розрахункових помилок.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Вступ

Предмет теорії пружності. Місце серед дисциплін механіки деформуючого тіла. Практичне значення методів теорії пружності. Коротка історична довідка.

Основні гіпотези і принципи теорії пружності. Модель ідеально пружного тіла.

Тема 1. Теорія напруженого стану.

- 1.1. Зовнішні об'ємні і поверхневі сили.
- 1.2. Внутрішні напруження. Метод перетинів. Повне, нормальне і дотичне напруження на довільній площадці.
- 1.3. Координатні напруження. Зв'язок напружень на похилих площадках з координатними напруженнями.
- 1.4. Диференціальні рівняння рівноваги. Закон парності дотичних напружень. Статичні крайові умови.

Тема 2. Дослідження напруженого стану в точці.

- 2.1. Еліпсоїд Ляме. Поверхня напружень Коші. Головні площадки і головні напруження.
- 2.2. Визначення положення головних площадок і величин головних напружень. Інваріанти напруженого стану.
- 2.3. Формули перетворення координатних напружень при повороті системи координат.
- 2.4. Визначення максимальних дотичних напружень.

Тема 3. Геометрична теорія деформацій. 3.1. Лагранжевий і Ейлеровий опис суцільного середовища. Матеріальні координати.

- 3.2. Вектор переміщення і його проєкції. Компоненти малої деформації.
- 3.3. Тензор відносного переміщення і тензор деформації. Головні напрямки тензора деформацій.
- 3.4. Зв'язок переміщень з деформаціями. Формули Коші.
- 3.5. Об'ємна деформація. Вектор повороту.
- 3.6. Умови спільності деформацій.

Тема 4. Фізичні співвідношення теорії пружності.

- 4.1 Термодинаміка пружного деформування. Формули Гріна.
- 4.2 Узагальнений закон Гука. Види симетрії пружних властивостей. Закон Гука для ортотропного тіла.
- 4.3 Закон Гука для ізотропного тіла в прямій і зворотній формі.
- 4.4 Пружні постійні. Обмеження на чисельні значення пружних постійних.

Тема 5. Повна система рівнянь теорії пружності; крайові умови.

- 5.2. Основні задачі теорії пружності. Прямий і зворотний методи рішення. Напівзворотний метод Сен-Венана.
- 5.3. Рішення задач теорії пружності в переміщеннях і напругах. Рівняння Ляме і Бельтрамі-Мітчелла.
- 5.4. Загальні властивості рішень задач теорії пружності при відсутності об'ємних сил.
- 5.5. Теорема про єдиність рішення задачі теорії пружності. Плоска задача теорії пружності.

Тема 6. Плоска задача теорії пружності. 6.1. Плоска деформація і плоский напружений стан. Функція напруг Ері. Основне бігармонічне рівняння плоскої задачі.

- 8.2. Рішення плоскої задачі в алгебраїчних поліномах. Рішення плоскої задачі у формі Риб'єра і Файлона.
- 6.3. Плоска задача теорії пружності в полярних координатах.

- 6.3 Осеесиметричні плоскі задачі. Задача Ламе. Циліндри під тиском.
- 6.4 Розрахунок обернених дисків
- 6.4 Концентрація напруг у пластині з малим отвором при однобічному розтяганні (задача Кірша).

Тема 7. Варіаційні постановки і методи рішення задач теорії пружності.

- 7.1 Варіаційні принципи і функціонали. Варіаційний принцип Лагранжа. Принцип мінімум додаткової роботи, функціонал Кастильяно.
- 7.2 Прямі варіаційні методи. Методи Рітца, Бубнова-Гальоркіна

Теми практичних занять

Тема 1. Зв'язок напружень на похилих площадках з координатними напруженнями

Тема 2. Статичні крайові умови необхідності.

Тема 3. Визначення положення головних площадок і величин головних напружень.

Тема 4. Прямий і зворотний методи рішення задач теорії пружності.

Тема 5. Задача Ламе. Циліндри під тиском.

Тема 6. Розрахунок обернених дисків

Тема 7. Розрахунок складених дисків

Теми лабораторних робіт

Заповнюється за наявності в плані лабораторних занять.

Самостійна робота

Виконання самостійних робіт, поточних контрольних та модульних робіт. Виконання ІДЗ.

Література та навчальні матеріали

«Основна література»

1. Механіка матеріалів: навчальний посібник / Чаусов М. Г., Пилипенко А. П., Куценко А. Г., Бондар М. М. – Ніжин : ТОВ «Видавництво «АспектПоліграф»», 2018. – 560 с.
2. Божидарник ВВ., Сулим Г.Т. Елементи теорії пружності.- Львів: Світ, 1994. – 560 с.
3. J.R. BARBER. Elasticity. Kluwer Academic Publishers. 2002.
4. Дудик М.В., Діхтяренко Ю.В. Сучасні методи теорії пружності (курс лекцій): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. – Умань: ПП «Жовтий», 2015. – 108 с.
5. A.I. Lurie. Theory of elasticity. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2005
6. А. Є. Бабенко, М. І. Бобир, С. Л. Бойко [та ін.]. Теорія пружності. – Київ : Основа, 2009. – 244с.
<https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/15853/1/N-book.pdf>

«Додаткова література»

- 1.Г. І. Львов. АНАЛІЗ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ У ТОЧЦІ НАВАНТАЖЕНОГО ТІЛА. Методичні вказівки до індивідуальних домашніх завдань з курсу « Теоретичні основи структурного аналізу» Харків. НТУ «ХПІ» 2022
2. Д.В. Риндюк. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 69 с.
(https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41557/1/Mat-model-tepl-protsesiv-v-enerhetyysi-ta-promyslovosti_KonspLek-Ch1.pdf)

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Для оцінювання успішності студента використовується система накопичення балів.

Максимальна кількість балів за:

- Самостійна робота 5 балів,
- Поточна контрольна робота 10 балів.
- Модульна контрольна робота 15 балів
- ІДЗ 20 балів

В якості альтернативи системі накопичувальних балів можна скласти усний іспит

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Олексій Водка

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Геннадій Львов