



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie układów dyskretnych i ciągłych [S2MiBM2>MUDiC2]

Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa maszyn

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

Inżynieria wirtualna projektowania

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

2,00

Koordynatorzy

dr hab. inż. Grażyna Sypniewska-Kamińska
grazyna.sypniewska-kaminska@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

1. Podstawowa wiedza z mechaniki, wytrzymałości materiałów i matematyki zgodna z podstawą programową dla studiów pierwszego stopnia. 2. Umiejętność rozwiązywania elementarnych problemów z mechaniki i wytrzymałości materiałów w zakresie zgodnym z podstawą programową pierwszego stopnia studiów. 3. Umiejętność samodzielnego studiowania i kształcenia swoich umiejętności z wykorzystaniem wskazanej literatury, źródeł internetowych oraz wszelkich innych dostępnych możliwości. 4. Rozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji i kształcenia umiejętności.

Cel przedmiotu

1. Poznanie i zrozumienie podstawowych pojęć, praw i równań teorii sprężystości. 2. Umiejętność zastosowania poznanej wiedzy do modelowania zagadnień inżynierskich, krytycznej analizy wyników symulacji numerycznych i wnioskowania.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student potrafi zdefiniować i objaśnić podstawowe pojęcia, prawa i równania teorii sprężystości.
2. Zna zasady tworzenia modeli matematycznych zagadnień równowagi i ruchu podstawowych

elementów konstrukcyjnych.

Umiejętności:

1. Student potrafi przeprowadzić analizę stanu naprężenia oraz stanu odkształcenia zarówno w zakresie odkształceń skończonych jak i odkształceń nieskończone małych.
2. Umie formułować zagadnienia początkowo-brzegowe teorii sprężystości właściwe dla typowych zastosowań inżynierii mechanicznej.
3. Umie przeprowadzić krytyczną analizę wyników symulacji numerycznych.
4. Rozumie powszechnie stosowany w mechanice ciała stałego zapis wskaźnikowy i potrafi się nimi posługiwać przy elementarnych obliczeniach.

Kompetencje społeczne:

1. Student rozumie znaczenie wiedzy we współczesnym świecie. Rozumie wynikającą z szybkiego rozwoju nauki potrzebę uczenia się przez całe życie.
2. Potrafi organizować procesy uczenia się i samokształcenia.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykłady: Egzamin pisemny, na który składają się część teoretyczna (30% całkowitej liczby punktów) oraz część praktyczna polegająca na modelowaniu zagadnień równowagi i ruchu ciągłych układów mechanicznych oraz na analizie stanu naprężenia i stanu odkształcenia (70 % całkowitej liczby punktów). Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie przynajmniej 50% przewidzianej liczby punktów; skala ocen jest liniowa.

Laboratoria: ocena opracowań przygotowanych przez studentów na podstawie zadań realizowanych na zajęciach. Wymagany elementami opracowania są: skrypt programu Mathematica utworzony podczas zajęć, analiza i dyskusja otrzymanych wyników.

Ocenie podlegają wiedza niezbędna do realizacji zadania projektowego oraz umiejętności rozwiązania problemu. Ocena w skali punktowej. Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie przynajmniej 50% całkowitej liczby punktów; skala ocen jest liniowa.

Zaliczenie w przypadku uzyskania min. 50,1% poprawnych odpowiedzi. Do 50,0% - ndst, od 50,1% do 60,0% - dst, od 60,1% do 70,0% - dst+, od 70,1 do 80 - db, od 80,1% do 90,0% - db+, od 90,1% - bdb.

Treści programowe

Wykłady:

Continuum materialne.

Tensorowe wielkości fizyczne stosowane w mechanice układów ciągłych.

Elementy rachunku tensorowego. Podstawowe zasady zapisu wskaźnikowego.

Transformacja i obrót układu współrzędnych – transformacja współrzędnych wektorów i tensorów.

Modelowanie sił działających na ciało stałe.

Analiza stanu naprężenia.

Kinematyka układów ciągłych.

Deformacja ciał i jej miary tensorowe.

Odkształcenie ciał i tensorowe miary odkształcenia.

Anizotropia. Związki konstytutywne liniowej teorii sprężystości.

Równania ruchu układów ciągłych.

Zagadnienia początkowo-brzegowe liniowej teorii sprężystości.

Płaski stan naprężenia i płaski stan odkształcenia.

Laboratorium komputerowe:

Transformacja współrzędnych tensorów przy obrocie układu współrzędnych - transformacje ortogonalne.

Analiza trójwymiarowego stanu naprężenia z wyznaczaniem wartości i wektorów własnych.

Analiza trójwymiarowego stanu odkształcenia z wyznaczaniem wartości własnych.

Formułowanie i rozwiązywanie wybranych zagadnień początkowo-brzegowych mechaniki układów ciągłych.

Tematyka zajęć

Wykłady:

Parametry i położenie układów ciągłych jako funkcje czasu i zmiennych przestrzennych. Continuum materialne jako model ciała odkształcalnego.

Skalarne, wektorowe i tensorowe wielkości fizyczne. Wybrane własności tensorów drugiego rzędu i działania na tensorach drugiego rzędu.

Zapis absolutny, analityczny i wskaźnikowy w mechanice układów ciągłych. Podstawowe zasady zapisu wskaźnikowego i umowa sumacyjna Einsteina.

Translacja układu współrzędnych. Obrót układu współrzędnych, Transformacja wersorów, współrzędnych wektorów i tensorów przy obrocie układu współrzędnych. Macierz obrotu.

Siły skupione i ciągłe. Gęstość sił objętościowych i powierzchniowych. Wektor naprężenia Cauchy'ego. Wektor naprężenia Pioli-Kirchoffa. Modelowanie sił działających na ciało stałe.

Stan naprężenia w punkcie. Tensor naprężenia Cauchy'ego. Związki Cauchy'ego - związki między współrzędnymi tensora naprężenia i współrzędnymi wektora naprężenia. Składowa styczna i normalna wektora naprężenia.

Naprężenia główne i kierunki główne tensora naprężenia. Wyznaczanie naprężeń głównych i kierunków głównych tensora naprężenia. Niezmienniki tensora naprężenia Cauchy'ego. Rozwiązywanie zadań z zakresu analizy stanu naprężenia.

Maksymalne naprężenia styczne i płaszczyzny, na których występują. Zagadnienie wyznaczania maksymalnych naprężeń stycznych jako problem optymalizacyjny.

Wprowadzenie do kinematyki ciał odkształcalnych. Konfiguracja ciała i konfiguracja wyróżniona. Opis Lagrange'a (materialny) i Eulera (przestrzenny). Funkcja ruchu i jej własności. Prędkość i przyspieszenie cząstek ciała w opisie materialnym i przestrzennym. Wektor przemieszczenia.

Deformacja ciała. Gradient deformacji. Gradient wektora przemieszczenia. Odkształcenie ciała. Odkształcenie objętościowe i postaciowe. Miary lokalnego odkształcenia. Tensor odkształcenia Greena. Interpretacja składowych tensora odkształcenia Greena. Analiza stanu odkształcenia. Tensor nieskończenie małych odkształceń. Aksjator i dewiator. Analiza stanu odkształcenia. Osie główne tensora Greena i tensora nieskończenie małych odkształceń.

Anizotropia, symetria materiałowa i izotropia właściwości mechanicznych układów ciągłych. Uogólnione prawo Hooke'a dla ciała anizotropowego. Prawo Hooke'a dla ciała izotropowego. Stałe Lamé i stałe inżynierskie.

Pochodna materialna. Prawo ciągłości masy. Prawo ruchu dla ciała odkształcalnego.

Zagadnienia dynamiczne liniowej teorii sprężystości. Równania przemieszczeniowe. Warunki początkowe. Warunki brzegowe I, II i III rodzaju. Mieszane warunki brzegowe. Warunki symetrii.

Płaski stan odkształcenia i płaski stan naprężenia.

Drgania struny. Drgania podłużne i skrętne pręta. Drgania giętne belek.

Laboratorium komputerowe:

Tensory. Macierz obrotu. Transformacja współrzędnych tensorów i wektorów przy obrocie układu współrzędnych – transformacje ortogonalne.

Analiza trójwymiarowego stanu naprężenia. Związki Cauchy. Wyznaczanie wartości i wektorów własnych stanu naprężenia.

Kinematyka układu ciągłego. Materialne i przestrzenne pole prędkości.

Tensory gradientu deformacji i gradientu wektora przemieszczenia. Analiza trójwymiarowego stanu odkształcenia. Wyznaczanie wartości własnych i kierunków własnych.

Formułowanie i rozwiązywanie wybranych zagadnień początkowo-brzegowych mechaniki układów ciągłych.

Metody dydaktyczne

Wykłady: wykład wspomagany prezentacjami multimedialnymi, formułowanie problemów, rozwiązywanie zadań, dyskusja.

Laboratorium komputerowe: rozwiązywanie zagadnień szczegółowych dotyczących transformacji współrzędnych, analizy stanu naprężenia i odkształcenia z zastosowaniem narzędzi programu Mathematica służących do obliczeń symbolicznych i numerycznych. Tworzenie modeli matematycznych dla zagadnień równowagi i ruchu wybranych ciągłych układów mechanicznych (struna, pręt, belki), rozwiązywanie równań modelu z zastosowaniem funkcji programu Mathematica, prezentacja wyników w formie graficznej, analiza otrzymanych wyników.

Na platformie eKursy dostępny jest kurs on-line wspomagający i uzupełniający proces dydaktyczny realizowany na wykładach i laboratoriach.

Literatura

Podstawowa:

1. Sprężystość, Mechanika techniczna t. IV, red. M. Sokołowski, PWN.
2. T. Chmielewski, S. Imielowski, Wybrane zagadnienia teorii sprężystości i plastyczności, OWPW, 2018.

Uzupełniająca:

1. W. Nowacki, Teoria sprężystości, PWN.
2. G. E. Mase, Theory and problems of continuum mechanics, McGraw Hil, 1970.
3. F. M. Capaldi, Constitutive Modeling of Structural and Biological Materials, Cambridge University Press, 2012.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	32	1,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	18	0,50