



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ IPPT PAN

Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Wstęp do modelowania zagadnień fizycznych				
	w j. angielskim	Introduction to Modelling of Multiphysics Problems				
Rodzaj zajęć	wykłady					
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż Tomasz G. Zieliński, profesor IPPT PAN			Prowadzący zajęcia	dr hab. inż Tomasz G. Zieliński, profesor IPPT PAN	
Jednostka realizująca	ZTI	Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria mechaniczna, Fizyka techniczna			
Poziom kształcenia	studia doktoranckie	Semestr studiów	zimowy (lub letni)			
Język zajęć	angielski (ew. polski; materiały do wykładów wyłącznie w jęz. angielskim)					
Forma zaliczenia	egzamin	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	32	Sumaryczna liczba ECTS	4	
Typ		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	0	0	0	0
	łącznie w semestrze	32	0	0	0	0

1. Wymagania wstępne

Znajomość matematyki w zakresie wyższych studiów technicznych, w tym m.in.: rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe zwyczajne, podstawy równań różniczkowych cząstkowych, elementarne metody numeryczne. Podstawy mechaniki ogólnej i fizyki, w tym fale.

2. Cele przedmiotu

Wykłady poświęcone są matematycznemu modelowaniu podstawowych problemów fizyki i inżynierii, ze szczególnym uwzględnieniem istniejących lub możliwych sprzężeń między różnymi efektami i zjawiskami fizycznymi. Kurs składa się z kilku wykładów wprowadzających, dotyczących niezbędnych narzędzi matematycznych oraz metod numerycznych, po których następuje seria wykładów tematycznych, omawiających różne problemy fizyczne, w tym zagadnienia sprzężone. Pokazana jest konstrukcja oraz implementacja modeli matematycznych i numerycznych dla omawianych problemów. Podczas kursu studenci powinni nauczyć się, jak budować takie modele od podstaw, a także jak modyfikować lub łączyć (sprzęgać) istniejące modele. Istotnym celem kursu jest również dostarczenie praktycznej wiedzy na temat korzystania z zaawansowanego środowiska numerycznego *COMSOL Multiphysics*, zaprojektowanego w celu rozwiązywania tego typu zagadnień.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

Wykłady teoretyczne (główne zagadnienia):

- Użyteczne techniki matematyczne (podstawy rachunku tensorowego, twierdzenia całkowe, itp.)
- Wprowadzenie do teorii równań różniczkowych cząstkowych
- Metody residuów ważonych
- Metody Ritza i Galerkina



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

- Wprowadzenie do Metody Elementów Skończonych
- Zagadnienia przepływu ciepła
- Podstawy liniowej teorii sprężystości
- Podstawy piezoelektryczności
- Teoria przepływu płynu idealnego
- Podstawy aerodynamiki
- Dynamika przepływów lepkich
- Fale w płynach
- Podstawy modelowania wielo-skalowego
- Podstawy akustyki
- Powierzchniowe fale akustyczne
- Fale akustyczne w ośrodkach anizotropowych i piezoelektrycznych

Wykłady demonstracyjne dotyczące wykorzystania środowiska obliczeniowego *COMSOL Multiphysics*:

- Wprowadzenie do programu *COMSOL Multiphysics*
- Przepływ ciepła
- Implementacja modeli wykorzystując *COMSOL PDE Interfaces*
- Sprężystość i termo-sprężystość
- Piezoelektryczność
- Obliczeniowa dynamika płynów (CFD)
- Interakcja płyn-struktura (FSI)
- Akustyka i wibroakustyka
- Przepływy w ośrodkach porowatych
- Powierzchniowe fale akustyczne i piezoelektryczne

Laboratorium

[nie dotyczy]

4. Efekty uczenia się

Numer efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zgodnie z 8. PRK	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
1	Absolwent zdobywa niezbędną wiedzę na temat podstaw matematycznych metody elementów skończonych.	P8S_WG	egzamin
2	Absolwent zdobywa podstawową wiedzę z zakresu fizyki matematycznej i modelowania za pomocą metody elementów skończonych.	P8S_WG	egzamin
3	Absolwent wie jak transferować nabytą wiedzę do sfery zastosowań przemysłowych i upowszechniać wyniki swoich badań.	P8S_WK	ocena aktywności w trakcie zajęć
Umiejętności			



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

1	Absolwent potrafi konstruować modele problemów fizycznych w ich silnych i słabych sformułowaniach.	P8S_UW	egzamin
2	Absolwent potrafi implementować i rozwiązywać różne problemy fizyczne, w tym zagadnienia sprzężone, stosując metodę elementów skończonych.	P8S_UW	egzamin
3	Absolwent jest przygotowany do zastosowania nabytej wiedzy z zakresu modelowania metodą elementów skończonych sprzężonych problemów fizycznych i inżynierskich w obszarze swoich badań naukowych.	P8S_UW	ocena aktywności w trakcie zajęć i wynik egzaminu
4	Absolwent potrafi transferować nabytą wiedzę do sfery zastosowań przemysłowych i upowszechniać wyniki swoich badań.	P8S_UW	ocena aktywności w trakcie zajęć
Kompetencje społeczne			
1	Absolwent jest gotów do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P8S_KO	ocena aktywności w trakcie zajęć
2	Absolwent jest gotów do krytycznej oceny dorobku reprezentowanej dyscypliny naukowej, w tym własnego wkładu w rozwój tej dyscypliny.	P8S_KK	ocena aktywności w trakcie zajęć

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

ocena aktywności podczas zajęć
wyniki egzaminu

6. Literatura

Literatura podstawowa:

[1] T.G. Zieliński, "Introduction to Modelling of Multiphysics Problem – Lecture Notes"

<http://bluebox.ippt.pan.pl/~tzielins/index.php?im=1&id=lectures.html>

Literatura uzupełniająca:

[1] S.J. Farlow, "Partial Differential Equations for Scientists and Engineers"

[2] J.N. Reddy, "An Introduction to the Finite Element Method"

[3] D.J. Acheson, "Elementary Fluid Dynamics"

[4] D.T. Blackstock, "Fundamentals of Physical Acoustics"

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z wykładowcą wynikające z planu	32
2	Godziny kontaktowe z wykładowcą w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	16
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	25



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	35
Sumaryczny nakład pracy studenta		108
Liczba punktów ECTS		4

** 1 ECTS pracy = 25÷30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS ≈ 60 godzin; 4 ECTS ≈ 110 godzin)