



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ IPPT PAN

Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Kurs wprowadzający z automatyzacji metody elementów skończonych				
	w j. angielskim	An introductory course on automation of finite element method				
Rodzaj zajęć	Wykład specjalnościowy					
Kierownik przedmiotu	Prof. Tomasz Szolc, Ph.D., D.Sc., Mech. Eng.		Prowadzący zajęcia	dr Mohsen Rezaee Hajidehi		
Jednostka realizująca	ZMM	Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria mechaniczna			
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów	Semestr studiów	Zimowy lub letni			
Język zajęć	Angielski					
Forma zaliczenia	Egzamin lub projekt	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	36	Sumaryczna liczba ECTS	3	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	0	0	0	0
	łącznie w semestrze	36	0	0	0	0

1. Wymagania wstępne

Uczestnicy powinni posiadać podstawową wiedzę z zakresu metody elementów skończonych oraz mechaniki ośrodków ciągłych. Znajomość matematyki, w tym algebry macierzy i równań różniczkowych, jest niezbędna. Znajomość metod numerycznych i programowania będzie dodatkowym atutem, ponieważ kurs obejmuje wykorzystanie techniki automatycznego różniczkowania (AD) w metodzie elementów skończonych. Doświadczenie w obliczeniach symbolicznych jest mile widziane.

2. Cele przedmiotu

Zaawansowane techniki modelowania, stosowane do rozwiązywania nowatorskich zagadnień naukowych oraz złożonych problemów przemysłowych, wymagają wykorzystania zaawansowanych symulacji numerycznych. Nowe formułacje obliczeniowe oraz nieliniowe modele materiałowe często wiążą się z występowaniem silnych nieliniowości, co sprawia, że ich numeryczne opracowanie jest wyjątkowo trudne. Jednym z najbardziej wymagających i podatnych na błędy etapów w opracowywaniu kodu metody elementów skończonych (MES) jest ręczne wyprowadzanie macierzy i wektorów elementów skończonych. Zautomatyzowane modelowanie obliczeniowe, możliwe dzięki obliczeniom symbolicznym i technice automatycznego różniczkowania, stanowi wydajne rozwiązanie umożliwiające generowanie dokładnych i szybkich kodów MES dla problemów liniowych i nieliniowych.

Celem tego kursu jest zapoznanie studentów z automatyzacją modelowania obliczeniowego w metodzie elementów skończonych. Uczestnicy zostaną wprowadzeni w podstawowe koncepcje łączące kodowanie symboliczno-numeryczne, ze szczególnym uwzględnieniem korzyści płynących z tego podejścia w przypadku nieliniowości materiałowych i geometrycznych. Studenci nauczą się korzystać z narzędzia AceGen do symbolicznego generowania kodów MES oraz AceFEM do rozwiązywania problemów brzegowych – oba narzędzia są zintegrowane z programem Wolfram Mathematica. Kurs obejmuje również krótkie wprowadzenie do metody elementów skończonych jako podstawy teoretycznej dla omawianych zagadnień

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład
1. Wprowadzenie do metody elementów skończonych 2. Programowanie symboliczno-numeryczne: wprowadzenie do AceGen 3. Automatyzacja modeli metody elementów skończonych w AceGen <ul style="list-style-type: none"> • Formułowanie standardowych modeli materiałowych (sprężystość liniowa i nieliniowa) • Rozwiązywanie problemów brzegowych: wprowadzenie do AceFEM • Efektywne kodowanie i debugowanie • Formułowanie problemów multi-fizycznych w AceGen • Plastyczność obliczeniowa: problemy globalno-lokalne • Bardziej złożone warunki brzegowe: problemy kontaktowe • Technologia elementów skończonych: bardziej zaawansowane elementy • Zastosowanie narzędzi Ace w rozwiązywaniu złożonych problemów badawczych
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	Student zdobędzie wiedzę na temat metody elementów skończonych w mechanice ciał stałych.	P8S_WG	Egzamin/ aktywności w trakcie zajęć
2	Student zdobędzie podstawową wiedzę na temat techniki automatycznego różniczkowania oraz jej zastosowania w formułacjach metody elementów skończonych.	P8S_WG	Egzamin/ aktywności w trakcie zajęć/projekt
3	Student zdobędzie umiejętność rozwiązywania rzeczywistych problemów naukowych i przemysłowych poprzez ich formułowanie i rozwiązywanie jako problemów brzegowych.	P8S_WK	Egzamin/ aktywności w trakcie zajęć/projekt
Umiejętności			
1	Student będzie potrafił rozwiązywać równania różniczkowe z wykorzystaniem metody Galerkin.	P8S_UW	Aktywności w trakcie zajęć
2	Student będzie potrafił formułować rzeczywiste problemy mechaniczne jako problemy brzegowe i rozwiązywać je za pomocą metody elementów skończonych.	P8S_UW	Egzamin/ aktywności w trakcie zajęć
3	Student będzie potrafił zastosować narzędzie automatycznego różniczkowania w systemie AceGen do usprawnienia procedury wyprowadzania kodów metody elementów skończonych oraz korzystać z systemu AceFEM do efektywnego rozwiązywania problemów brzegowych.	P8S_UW	Egzamin/projekt
Komunikowanie się			



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

1	Studenci będą potrafili korzystać z zaawansowanych modeli materiałowych do rozwiązywania własnych problemów badawczych.	P8S_UU	Egzamin/projekt
2			
3			
Kompetencje społeczne			
1	Student zapozna się z najnowszymi osiągnięciami w technologii elementów skończonych, umożliwiającymi rozwiązywanie złożonych problemów mechanicznych.	P8S_KK	Aktywności w trakcie zajęć
2	Student będzie gotowy do krytycznej oceny osiągnięć reprezentowanej dyscypliny naukowej, w tym własnego wkładu w rozwój tej dyscypliny.	P8S_KK	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 w trakcie zajęć, wynik egzaminu, ocena projektu

6. Literatura

Literatura podstawowa:

- [1] J. Korelc and P. Wriggers, Automation of Finite Element Methods, 2016.
- [2] O. C. Zienkiewicz et al., The finite element method: its basis and fundamentals, 2005.
- [3] AceGen documentation (symbtech.fgg.uni-lj.si)

Literatura uzupełniająca:

- [1] J. C. Simo and T. J. R. Hughes, Computational Inelasticity, 1998.
- [2] ...

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

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z wykładowcą wynikające z planu	36
2	Godziny kontaktowe z wykładowcą w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	20
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	24
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	20
Sumaryczny nakład pracy studenta		100
Liczba punktów ECTS		3

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