



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ IPPT PAN

Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych				
	w j. angielskim	Numerical methods for solving ordinary and partial differential equations				
Rodzaj zajęć	Wykład specjalnościowy					
Kierownik przedmiotu	Dr hab. Wasyl Kowalczuk			Prowadzący zajęcia	Dr hab. Wasyl Kowalczuk Dr Barbara Gołubowska	
Jednostka realizująca	ZTOCiN		Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria mechaniczna		
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów		Semestr studiów	Zimowy lub letni		
Język zajęć	Angielski					
Forma zaliczenia	Egzamin		Sumaryczna liczba godzin w semestrze	60	Sumaryczna liczba ECTS	4
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytorijne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	2	0	0	0
	łącznie w semestrze	30	30	0	0	0

1. Wymagania wstępne

Pełne zrozumienie materiału prezentowanego na tym kursie wymaga od studentów przynajmniej podstawowej wiedzy na temat głównych typów równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi rodzajami metod numerycznych stosowanych do otrzymywania przybliżonych rozwiązań różnych problemów fizycznych opisywanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi i cząstkowymi. W trakcie kursu omówione zostaną główne jedno- i wieloetapowe metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych (np. metody Eulera i zmodyfikowane metody Eulera, metody Runge-Kutty drugiego, czwartego i wyższego rzędów, całkowanie leapfrog, integratory wykładnicze itp.), a także techniki numeryczne rozwiązywania wszelkiego rodzaju równań różniczkowych cząstkowych (np. metody różnic skończonych, metody elementów skończonych i objętości skończonych, metody spektralne, metody bezsiatkowe, metody wielosiatkowe itp.).

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

Główne zagadnienia:

1. Wprowadzenie z przykładami całkowania numerycznego równań różniczkowych.
2. Numeryczne metody rozwiązywania problemów początkowych pierwszego rzędu: liniowe wieloetapowe, Runge'a-Kutty, metody alternatywne, metody jawne i niejawne, analiza zbieżności i stabilności metod numerycznych.
3. Numeryczne metody rozwiązywania problemów brzegowych 1D drugiego rzędu: metody różnic skończonych, warunki brzegowe typu Dirichleta i mieszane, metody strzałów, liniowe i nieliniowe problemy brzegowe.
4. Różnice w przód dla parabolicznych równań różniczkowych cząstkowych: przewodzenie ciepła z dwupunktowym problemem brzegowym i zadanym początkowym rozkładem temperatury, metody różnic niejawnych i wstecznych, metoda Cranka-Nicolsona, analiza stabilności.

5. Różnice skończone dla eliptycznych równań różniczkowych cząstkowych: równanie Laplace'a w kwadracie jednostkowym, metody Galerkina i Ritza dla wielowymiarowego równania Poissona z jednorodnymi warunkami brzegowymi, metody elementów skończonych w mechanice konstrukcji. 6. Różnice skończone dla hiperbolicznych równań różniczkowych cząstkowych: równanie falowe 1D, postać zachowawcza strumienia, prawa zachowania, metody Laxa-Friedrichsa i Laxa-Wendroffa, metoda leapfrog, metoda różnicowania pod wiatr, problem modelu nieliniowego – równanie nielepkie Burgersa. 7. Inne metody równań różniczkowych cząstkowych zależnych od czasu: metoda liniowa, metody spektralne itp.
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 podstawową wiedzę z zakresu głównych typów metod numerycznych rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.	P8S_WG	egzamin
2	Absolwent potrafi zastosować zdobytą wiedzę do rozwiązywania problemów praktycznych, zwłaszcza z zakresu inżynierii mechanicznej.	P8S_WK	ocena aktywności w trakcie ćwiczeń audytoryjnych
Umiejętności			
1	Absolwent potrafi rozwiązywać praktyczne problemy z zakresu inżynierii mechanicznej wymagające znalezienia numerycznego rozwiązania różnych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.	P8S_UW	ocena aktywności w trakcie ćwiczeń audytoryjnych oraz egzaminu
2	Absolwent potrafi zastosować zdobytą wiedzę bezpośrednio w obszarze swoich badań naukowych, a także upowszechnić uzyskane wyniki w środowisku naukowym.	P8S_UW	ocena aktywności w trakcie ćwiczeń audytoryjnych
Komunikowanie się			
1	Absolwent potrafi inicjować debatę i uczestniczyć w dyskursie naukowym oraz przytaczać właściwe argumenty w dyskusjach naukowych i debatach publicznych o różnorodnej tematyce.	P8S_UK	ocena aktywności w trakcie ćwiczeń audytoryjnych
Kompetencje społeczne			
1	Absolwent jest gotów do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P8S_KO	ocena aktywności w trakcie ćwiczeń audytoryjnych
2	Absolwent jest gotów krytycznie ocenić dorobek w ramach reprezentowanej dyscypliny naukowej, w tym swój własny wkład w rozwój tej dyscypliny.	P8S_KK	ocena aktywności w trakcie ćwiczeń audytoryjnych

* 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



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

5. Kryteria oceny

Ocena aktywności podczas ćwiczeń audytoryjnych, wynik egzaminu końcowego.

6. Literatura

Literatura podstawowa:

- [1] J. C. Butcher. *Numerical methods for ordinary differential equations*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 2008.
[2] R. J. LeVeque. *Finite difference methods for ordinary and partial differential equations*. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, PA, 2007.

Literatura uzupełniająca:

- [1] S. C. Brenner, L. R. Scott. *The mathematical theory of finite element methods*, Vol. 15, *Texts in Applied Mathematics*. Springer, New York, 2008.
[2] C. Johnson. *Numerical solution of partial differential equations by the finite element method*. Dover Publications Inc., Mineola, NY, 2009.

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

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	Godziny kontaktowe z wykładowcą wynikające z planu	60
2	Godziny kontaktowe z wykładowcą w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	15
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	30
4	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		120
Liczba punktów ECTS		4

** 1 ECTS pracy = $25 \div 30$ godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS \approx 60 godzin; 4 ECTS \approx 110 godzin)