

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Metoda elementów skończonych		Kod 1010342621010347415
Kierunek studiów Matematyka	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) (brak)	Rok / Semestr 1 / 2
Ścieżka obieralności/specjalność Modelowanie w naukach stosowanych	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Stopień studiów: II stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	
Godziny Wykłady: 30 Ćwiczenia: - Laboratoria: 30 Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 5
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (brak)		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) (brak)
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki ścisłe nauki matematyczne		Podział ECTS (liczba i %) 5 100% 5 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:		
<p>Marcin Stasiak email: marcin.stasiak@put.poznan.pl tel. 061 665 2816 Elektryczny ul. Piotrowo 3A, 60-965 Poznań</p>		
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Analiza matematyczna, algebra liniowa, równania różniczkowe oraz metody numeryczne.
2	Umiejętności:	Umiejętność zaimplementowania algorytmu danego w postaci pseudokodu w środowisku MatLab.
3	Kompetencje społeczne	Precyzyjne formułowanie pytań, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania.
Cel przedmiotu:		
Przedmiot ma na celu opanowanie przez studenta podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu rozwiązywania zagadnień brzegowych oraz brzegowo-początkowych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Dodatkowo student po odbyciu kursu powinien znać podstawy matematyczne metody elementów skończonych oparte na analizie funkcjonalnej.		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		
<p>1. Zna sposoby zastosowania metod matematycznych, w tym metod numerycznych, w wybranych dziedzinach nauk ścisłych, technicznych i ekonomicznych - [K_W09]</p> <p>2. Zna metody numeryczne do przybliżonego rozwiązywania zagadnień matematycznych (np. równań różniczkowych) sformułowanych w innych dziedzinach nauki - [K_W10]</p> <p>3. Zna dobrze co najmniej jeden pakiet oprogramowania, służący do obliczeń symbolicznych i jeden pakiet do statystycznej obróbki danych - [K_W12]</p>		
Umiejętności:		
<p>1. Posługuje się językiem oraz metodami analizy funkcjonalnej w zagadnieniach analizy matematycznej i jej zastosowaniach, w szczególności wykorzystuje własności klasycznych przestrzeni Banacha i Hilberta - [K_U09]</p> <p>2. Potrafi stosować metody algebraiczne (ze szczególnym uwzględnieniem algebry liniowej) w rozwiązywaniu problemów z różnych działów matematyki i zadań praktycznych - [K_U10]</p> <p>3. Potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki - [K_U16]</p>		
Kompetencje społeczne:		

1. Potrafi pracować zespołowo; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter - [K_K03]
2. Potrafi formułować opinie na temat podstawowych zagadnień matematycznych - [K_K07]

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Zadania do samodzielnego rozwiązania przez studenta.

Końcowe zaliczenie wykładu sprawdzające poziom wiedzy przyswojonej przez studenta.

Treści programowe

1. Równania różniczkowe zwyczajne oraz cząstkowe, klasyfikacja równań cząstkowych, zagadnienie początkowe i brzegowe oraz początkowo-brzegowe
2. Funkcje ortogonalne, bazy ortogonalne i ortonormalne, problem Sturm-Liouville'a, wartości i funkcje własne, ortogonalizacja Grama-Schmidta, szeregi Fouriera i ich zastosowanie w równaniach różniczkowych cząstkowych
3. Wstęp do elementów skończonych
 - przestrzeń liniowa, stosowane przestrzenie funkcyjne, normy tych przestrzeni, funkcje bazowe
 - przestrzeń $P_1(I)$, $V_h(I)$
 - interpolacja i aproksymacja w przestrzeni $V_h(I)$
 - projekcja L_2 w przestrzeni $V_h(I)$
 - ścisła definicja elementu skończonego oraz parkietu
 - całkowanie numeryczne
4. Metoda elementów skończonych w zagadnieniach jednowymiarowych (zagadnienia stacjonarne i niestacjonarne)
 - zagadnienia brzegowe liniowych równań różniczkowych zwyczajnych rzędu II niejednorodnych
 - algorytm postępowania w typowym zagadnieniu (dyskretyzacja, wyznaczenie równań dla elementów, sklejanie macierzy elementów, wprowadzenie warunków brzegowych, rozwiązanie numeryczne)
 - jednowymiarowe elementy liniowe i kwadratowe
 - lokalna transformacja układu współrzędnych
 - algorytm generowania i sklejania macierzy elementów
 - własności macierzy sztywności
5. Metoda elementów skończonych w zagadnieniach jednowymiarowych (zagadnienia niestacjonarne)
 - sformułowania dla jednowymiarowego jednorodnego równania dyfuzji oraz jednowymiarowego jednorodnego równania falowego
 - aproksymacja pochodnej po czasie schematami różnicowymi
 - generowanie półciągłej siatki czasoprzestrzennej
6. Metoda elementów skończonych w zagadnieniach dwuwymiarowych (zagadnienia stacjonarne)
 - generowanie siatek dwuwymiarowych
 - elementy trójkątne
 - elementy czworokątne
 - wielomiany Lagrange'a i Serendipa
7. Matematyczne podstawy metody elementów skończonych, twierdzenie Riesz, twierdzenie Laxa-Milgrama

Literatura podstawowa:

1. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Olek C. Zienkiewicz, Robert L. Taylor, J.Z. Zhu, Elsevier 2005
2. Wprowadzenie do Metody Elementów Skończonych, Adam Grabarski, Iwona Wróbel, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2008
3. Metody Numeryczne Zagadnienia Początkowo-Brzegowe, Radosław Grzymkowski, Adam Kapusta, Iwona Nowak, Damian Słota, Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 2009
4. Zbiór Zadań z Metod Matematycznych Fizyki, W. Władimirow, PWN Warszawa 1979
5. Analiza numeryczna zagadnień fizyki matematycznej, Gurij Iwanowicz Marczuk, PWN Warszawa 1983
6. Fundamentals of the Finite Element Method for Heat and Mass Transfer, Perumal Nithiarasu, Roland W. Lewis, Kankanhalli N. Seetharamu, John Wiley & Sons USA 2004
7. Extended Finite Element Method: Theory and Applications, Amir R. Khoei, John Wiley & Sons USA 2015
8. The Finite Element Method in Heat Transfer and Fluid Dynamics, J. N. Reddy, D.K. Gartling, CRC Press 2010

Literatura uzupełniająca:

1. An Introduction to Partial Differential Equations with MATLAB, Matthew P. Coleman, CRC Press 2013
2. Numerical Methods and Modelling for Chemical Engineers, Mark E. Davis, John Wiley & Sons Canada 1984
3. A modern introduction to differential equations, Henry Ricardo, Elsevier Canada 2009
4. Beginning Partial Differential Equations, Peter V. O'Neil, Wiley-Interscience 2008

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta		
Czynność	Czas (godz.)	
1. Udział w zajęciach wykładowych	30	
2. Udział w zajęciach laboratoryjnych	30	
3. udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń laboratoryjnych / projektu	20	
4. dokończenie (w ramach pracy własnej) sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych: napisanie programu / programów, uruchomienie i weryfikacja (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)	10	
5. przygotowanie do sprawdzianów / kolokwium	10	
6. przygotowanie do zaliczenia wykładów	2	
7. udział w kolokwium zaliczeniowym		
Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	112	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	80	3
Zajęcia o charakterze praktycznym	30	1