

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Computational Mathematics of Evolutionary Equations, PG_00171117						
Kierunek studiów	Modelowanie matematyczne i analiza danych (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2024 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2025/2026		
Poziom kształcenia	II stopnia		Grupa zajęć				
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	2		Język wykładowy		angielski		
Semestr studiów	4		Liczba punktów ECTS		6.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		egzamin		
Jednostka prowadząca	Rektor -> Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki -> Instytut Matematyki						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. Karolina Kropielnicka				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	30.0	0.0	0.0	60
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	60		10.0		80.0	150
Cel przedmiotu	Celem zajęć jest pokazanie, w jaki sposób za pomocą algorytmów i komputerów można aproksymować rozwiązania równań ewolucyjnych modelujących zjawiska w biologii, medycynie, chemii i fizyce.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[MMiADMU2_W04] zna i rozumie teoretyczne podstawy metod obliczeniowych oraz technik informatycznych służących do rozwiązywania problemów z wybranej dziedziny matematyki	Student zna i rozumie teoretyczne podstawy metod numerycznych wykorzystywanych do rozwiązywania równań ewolucyjnych oraz potrafi powiązać je z odpowiednimi technikami informatycznymi wspierającymi ich implementację.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MMiADMU2_K02] jest gotów do precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	Student potrafi precyzyjnie formułować pytania dotyczące zagadnień matematycznych i obliczeniowych, które pozwalają mu pogłębić zrozumienie tematu oraz odnaleźć ewentualne braki w rozumowaniu.	[SK4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MMiADMU2_K04] jest gotów do rozumienia i docenienia znaczenia uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępowania etycznego	Student jest gotów do działania zgodnie z zasadami uczciwości intelektualnej podczas analizowania literatury, tworzenia algorytmów oraz prezentowania wyników obliczeń, a także szanuje prawa autorskie i wkład innych osób.	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja
	[MMiADMU2_K05] jest gotów do samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych	Student jest gotów do samodzielnego poszukiwania i analizy informacji w literaturze naukowej, w tym w języku angielskim, w celu poszerzania wiedzy z zakresu metod numerycznych i równań ewolucyjnych.	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja
	[MMiADMU2_U11] potrafi ocenić, na podstawowym poziomie, przydatność metod matematycznych i narzędzi informatycznych	Student potrafi ocenić przydatność wybranych metod numerycznych i narzędzi programistycznych (np. Pythona) do rozwiązywania równań ewolucyjnych i interpretacji ich wyników.	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja
	[MMiADMU2_K01] jest gotów do uznania ograniczenia własnej wiedzy i jest gotów do dalszego kształcenia	Student jest świadomy ograniczeń własnej wiedzy w zakresie metod numerycznych i obliczeniowych oraz jest gotów do dalszego samodzielnego kształcenia i rozwijania kompetencji w tej dziedzinie.	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja
	[MMiADMU2_U07] potrafi określić swoje zainteresowania i je rozwijać; w szczególności jest w stanie nawiązać kontakt ze specjalistami w swojej dziedzinie, np. rozumieć ich wykłady przeznaczone dla młodych matematyków	Student potrafi rozpoznać i rozwijać własne zainteresowania w zakresie matematyki obliczeniowej, a dzięki uczestnictwu w wykładzie prowadzonym w języku angielskim jest przygotowany do nawiązywania kontaktu ze specjalistami oraz do aktywnego uczestnictwa w zajęciach i wykładach o profilu badawczym.	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja

Treści przedmiotu	1. Wprowadzenie do równań ewolucyjnych: • Przykłady zjawisk modelowanych równaniami ewolucyjnymi (fala, dyfuzja, Schrödingera). 2. Wstęp do matematyki obliczeniowej równań ewolucyjnych: • Dyskretyzacja czasoprzestrzenna: pojęcie siatki, krok czasowy i przestrzenny. • Kryteria jakości algorytmów: dokładność, stabilność, zbieżność, efektywność. 3. Dyskretyzacja czasowa: • Metody jawne i niejawne (Euler, Crank-Nicolson, Runge-Kutta). • Stabilność i sztywność równań (A-stabilność, L-stabilność). 4. Dyskretyzacja przestrzenna: • Metody różnic skończonych (FDM). • Metody elementów skończonych (FEM). • Metody spektralne podstawy i zastosowania. 5. Rozwiązywanie równań ewolucyjnych: • Połączenie dyskretyzacji czasowej i przestrzennej. • Schematy dla równań parabolicznych, hiperbolicznych i Schrödingera. 6. Analiza numeryczna algorytmów: • Źródła błędów: obcięcie, zaokrąglenie. • Warunek Couranta-Friedrichsa-Lewyego (CFL). • Konserwacja wielkości fizycznych (np. energii) w algorytmach. 7. Implementacja i wizualizacja: • Implementacja w Pythonie (NumPy, Matplotlib, SciPy). • Wizualizacja rozwiązań przebiegi czasowe, profile przestrzenne. 8. Zagadnienia wybrane i projekty studenckie: • Rozwiązania do problemów rzeczywistych (np. fala na granicy, rozchodzenie się ciepła). • Projekty z wykorzystaniem rzeczywistych modeli fizycznych lub biologicznych.
-------------------	---

Wymagania wstępne i dodatkowe	Wymagania wstępne: • Podstawowa znajomość analizy matematycznej (pochodne, całki, podstawowe równania różniczkowe). • Znajomość podstaw algebry liniowej (układy równań liniowych, macierze, przestrzenie liniowe). • Umiejętność programowania w Pythonie na poziomie podstawowym (zmienne, pętle, funkcje, praca z bibliotekami numerycznymi np. NumPy). • Umiejętność komunikowania się w języku angielskim na poziomie umożliwiającym udział w wykładach i ćwiczeniach prowadzonych w tym języku. Wymagania dodatkowe (zalecane): • Odbyte zajęcia z przedmiotu <i>Foundations of Computational Mathematics</i> (nieobowiązkowe, ale pomocne). • Znajomość podstawowych metod numerycznych (np. metody Eulera, interpolacja, całkowanie numeryczne). • Zainteresowanie zastosowaniami matematyki w naukach przyrodniczych i inżynierii.		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	egzamin	51.0%	100.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	1. Peter Deufhard, Folkmar Bornemann, Scientific computing with ordinary differential equations, Springer, 2002. 2. Peter Deufhard, Martin Weiser, Adaptive numerical solution of pdes, DeGruyter, 2012. 3. Ernst Hairer, Gerhard Wanner, Solving ordinary differential equations II, 2nd edition, Springer, 1996. 4. A. Iserles, A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations, CUP, 2009.	
	Uzupełniająca lista lektur	1. Ben Leimkuhler, Sebastian Reich, Simulating Hamiltonian dynamics, CUP, 2004. 2. C. Lubich, From Quantum to Classical Molecular Dynamics: Reduced Models and Numerical Analysis, EMS, 2008.	
	Adresy eZasobów		
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	• Różnice między metodami jawnymi a niejawnymi w dyskretyzacji czasowej. • Stabilność metod numerycznych pojęcie A-stabilności i jej znaczenie. • Dyskretyzacja przestrzenna: porównanie metod różnic skończonych, elementów skończonych i spektralnych.		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.