AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Metody Numeryczne dla Równań Różniczkowych Zwyczajnych ()
Rok akademicki:	2019/2020
Kod:	AMAT-2-035-MF-s
Punkty ECTS:	4
Wydział:	Matematyki Stosowanej
Kierunek:	Matematyka
Specjalność:	Matematyka finansowa
Poziom studiów:	Studia II stopnia
Forma studiów:	Stacjonarne
Język wykładowy:	Polski
Profil:	Ogólnoakademicki (A)
Semestr:	0
Strona www:	—
Prowadzący moduł:	dr hab. Przybyłowicz Paweł (pprzybyl@agh.edu.pl)

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Modele matematyczne i ich własności numeryczne kilku zagadnień technicznych i fizycznych, algorytmy ich rozwiązania i przeprowadzenia symulacji komputerowych tych zagadnień.

Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna metody numeryczne stosowane do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych	MAT2A_W11, MAT2A_W10	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna
M_W002	Zna przykłady modeli matematycznych kilku zagadnień technicznych i fizycznych, algorytmy ich rozwiązania i przeprowadzenia symulacji komputerowych tych zagadnień	MAT2A_W07	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna
M_W003	Zna matematyczne podstawy teorii algorytmów i konstrukcji schematów rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych	MAT2A_W11, MAT2A_W06	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Potrafi konstruować schematy różnicowe rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych	MAT2A_U20	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna

M_U002	Rozumie matematyczne podstawy analizy algorytmów, metod i procesów obliczeniowych	MAT2A_U19	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna
M_U003	Swobodnie posługuje się narzędziami analizy w tym elementami analizy zespolonej, rachunku różniczkowego i całkowego, orientuje się w klasycznych metodach rozwiązywania równań różniczkowych	MAT2A_U06, MAT2A_U05	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Potrafi precyzyjnie formułować pytania, zna ograniczenia własnej wiedzy, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, Internecie także w językach obcych	MAT2A_K01, MAT2A_K06, MAT2A_K02	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna

Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

	Forma zajęć dydaktycznych										
Suma	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
60	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna metody numeryczne stosowane do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Zna przykłady modeli matematycznych kilku zagadnień technicznych i fizycznych, algorytmy ich rozwiązania i przeprowadzenia symulacji komputerowych tych zagadnień	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W003	Zna matematyczne podstawy teorii algorytmów i konstrukcji schematów rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi konstruować schematy różnicowe rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Rozumie matematyczne podstawy analizy algorytmów, metod i procesów obliczeniowych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Swobodnie posługuje się narzędziami analizy w tym elementami analizy zespolonej, rachunku różniczkowego i całkowego, orientuje się w klasycznych metodach rozwiązywania równań różniczkowych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Potrafi precyzyjnie formułować pytania, zna ograniczenia własnej wiedzy, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, Internecie także w językach obcych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	60 godz
Przygotowanie do zajęć	42 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	109 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

Pozostałe informacje

Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

<u>Podstawowe definicje i twierdzenia z teorii równań różniczkowych zwyczajnych</u>

Definicje i twierdzenia przydatne w dalszej części wykładu: istnienie, jednoznaczność i ciągła zależność rozwiązań. Analityczne rozwiązywanie wybranych typów równań, w tym układów równań liniowych i równań wyższych rzędów. Punkty stacjonarne i ich stabilność.

Zasady konstruowania schematów różnicowych
Metody Taylora. Ogólna postać schematu Rungego-Kutty, Wyprowadzenie metody typu jawnego. Macierz Butchera.

Rząd metody jednokrokowej
Rząd metody jednokrokowej, błąd lokalny i jego oszacowanie. Twierdzenie o zgodności schematu. Zbieżność schematu jednokrokowego – definicja zbieżności i dwa twierdzenia o zbieżności.

Pojęcie zero-stabilności schematu jednokrokowego
Twierdzenie o zero-stabilności i zgodności schematu. Absolutna stabilność, przykłady wyznaczania obszarów absolutnej stabilności schematu.

Definicja równania różnicowego i jego rozwiązania
Bazy rozwiązań równania jednorodnego, funkcja generująca oraz metoda przewidywania dla równania niejednorodnego.

Schematy wielokrokowe
Definicja i przykłady schematów wielokrokowych, wyznaczanie współczynników dla tych metod. Wyznaczanie rzędu. Definicja stabilności i twierdzenie o stabilności schematu wielokrokowego.

Rząd schematu wielokrokowego
Twierdzenie o rzędzie liniowego schematu wielokrokowego – (pierwsza bariera stabilności Dalquista).

Twierdzenie o zbieżności schematu wielokrokowego
Pojęcie własności root condition i twierdzenie o zbieżności schematu wielokrokowego. Twierdzenie o współczynnikach schematu symetrycznego.

Zbieżności liniowego schematu wielokrokowego
Dowód twierdzenia o zbieżności liniowego schematu wielokrokowego. Pojęcie sztywności problemu różniczkowego.

Sztywność układu równań różniczkowych
Przykłady, wskaźnik sztywności, schematy A-stabilne. Analiza stabilności schematu BDF (metody różnic wstecznych). Szkic dowodu twierdzenia o stabilności schematu BDF.

Stabilności metody różnicowej
Twierdzenie o stabilności metody różnicowej dla problemu brzegowego.

Metoda wariacyjna Ritza-Rayleigha
Metoda wariacyjna Ritza-Rayleigha, konstrukcja baz przestrzeni rozwiązań.

Metody zmiennokrokowe
Ogólne metody zmiennokrokowe, zasady konstrukcji i przykłady zastosowań tych metod.

Metody strzału i różnicowa dla problemu brzegowego

Ćwiczenia audytoryjne

Program ćwiczeń jest zgodny z programem wykładów
Rozwiązywanie zadań ilustrujący treści przekazywanych na kolejnych wykładach.

Metody i techniki kształcenia:
Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.
Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:
Nie określono

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:
Wykład:
– Obecność obowiązkowa: Tak
– Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z syllabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.
Ćwiczenia audytoryjne:
– Obecność obowiązkowa: Tak
– Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Sposób obliczania oceny końcowej
ocena z zaliczenia

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:
Student powinien zgłosić się do prowadzącego w celu ustalenia indywidualnego sposobu nadrobienia zaległości.

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów
Nie podano wymagań wstępnych lub dodatkowych.

Zalecana literatura i pomoce naukowe
1. A. Palczewski, *Równania różniczkowe zwyczajne*, WNT 1999.
2. J.C. Butcher, *Numerical methods for ordinary differential equations*, Wiley 2003.
3. C.H. Edwards, D.E. Penney, *Differential equations and linear algebra*, Prentice Hall 2001
4. D. Dubin, *Numerical and analytical methods for scientists and engineers using Mathematica*, Wiley 2003.
5. E. Hairer, S. Norsett, G. Wanner, *Solving ordinary differential equations I*, Springer, 2000

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu
1. Kacewicz B., Przybyłowicz P. (2008) „Optimal adaptive solution of initial-value problems with unknown singularities” , Journal of Complexity 24, 455–476.

2. Kacewicz B., Przybyłowicz P. (2014), „Optimal solution of a class of non-autonomous initial-value problems with unknown singularities”, Journal of Computational and Applied Mathematics 261, 364-377,

3. Kacewicz B., Przybyłowicz P. (2014), „Optimal adaptive solution of piecewise regular systems of IVPs with unknown switching hypersurface”, Applied Mathematics and Computation 228, 116-127

4. Kacewicz B., Przybyłowicz P. (2015), „Complexity of the derivative-free solution of systems of IVPs with unknown singularity hypersurface", Journal of Complexity 31, 75-97

Informacje dodatkowe

Brak