

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Równania różniczkowe zwyczajne z zastosowaniami**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Ordinary Differential Equations with Applications**

Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**

Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu:

Grupa kursów: **TAK**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|----------------|------------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 45 | 30 | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 75 | 75 | | | |
| Forma zaliczenia | egzamin | | | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | X | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 3 | 3 | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | 3 | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 2,1 | 1,3 | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowitego funkcji jednej i wielu zmiennych.
2. Znajomość podstawowych faktów z topologii przestrzeni metrycznych, w szczególności znajomość sformułowania i dowodu twierdzenia Banacha o punkcie stałym.
3. Znajomość podstawowych faktów z teorii macierzy.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Prezentacja podstawowych pojęć z zakresu równań różniczkowych.
 C2 Wyrobienie umiejętności szukania rozwiązań podstawowych klas równań różniczkowych zwyczajnych .
 C3 Zaprezentowanie zastosowań nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych opisywanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi w różnych dziedzinach nauki i praktyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student

PEU_W01 zna podstawowe pojęcia równań różniczkowych zwyczajnych,
 PEU_W02 zna twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań dla równań różniczkowych zwyczajnych,
 PEU_W03 zna podstawowe wzory na rozwiązania wybranych klas równań różniczkowych.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi rozwiązywać podstawowe rodzaje równań różniczkowych zwyczajnych,
 PEU_U02 potrafi podać interpretację geometryczną układów równań różniczkowych zwyczajnych,
 PEU_U03 potrafi podać zastosowania równań różniczkowych zwyczajnych do typowych zagadnień praktycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu,
 PEU_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu,

PEU_K03 potrafi być osobą odpowiedzialną i zdobywać wiedzę w sposób uczciwy,
 PEU_K04 przestrzega obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim,
 PEU_K05 potrafi współpracować ze specjalistami z innych dziedzin nauki oraz praktykami przy konstrukcji i analizie modeli opisywanych przy pomocy równań różniczkowych zwyczajnych.

| TREŚCI PROGRAMOWE | | |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
| Wy1 | Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego. Zagadnienie początkowe. Równania różniczkowe zwyczajne liniowe rzędu pierwszego. | 3 |
| Wy2 | Równania różniczkowe zwyczajne o zmiennych rozdzielonych. | 3 |
| Wy3 | Twierdzenie Picarda-Lindelöfa o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania zagadnienia początkowego dla równania pierwszego rzędu. Podstawowe idee dowodu twierdzenia Picarda-Lindelöfa (przykład zastosowania twierdzenia Banacha o punkcie stałym). | 3 |
| Wy4 | Równania różniczkowe zupełne. Całki równań różniczkowych. | 3 |
| Wy5 | Układy równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne wyższych rzędów. Istnienie i jednoznaczność rozwiązań (bez dowodu) | 3 |
| Wy6 | Układy równań różniczkowych zwyczajnych liniowych pierwszego rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne liniowe wyższych rzędów. Wzór na uzmiennianie stałych. | 3 |
| Wy7 | Układy równań różniczkowych zwyczajnych liniowych o stałych współczynnikach. Równania różniczkowe zwyczajne liniowe wyższych rzędów o stałych współczynnikach. | 3 |
| Wy8 | Metoda współczynników nieoznaczonych. Zastosowanie transformacji Laplace'a do rozwiązywania równań różniczkowych liniowych o stałych współczynnikach. | 3 |
| Wy9 | Studium przypadku: równanie oscylatora harmonicznego, wymuszonego, z tłumieniem. | 2 |
| Wy10 | Stabilność i stabilność asymptotyczna autonomicznych układów równań różniczkowych zwyczajnych. Metoda linearyzacji. Funkcje Lapunowa. | 3 |
| Wy11 | Układy dwóch równań różniczkowych autonomicznych. Izokliny. Klasyfikacja punktów stacjonarnych dla liniowych układów takich równań. | 3 |
| Wy12 | Studium przypadku: równanie wahadła $\ddot{x} + \sin \sin x = 0$, jako przykład układu hamiltonowskiego. Zasada zachowania energii. | 3 |
| Wy13 | Studium przypadku: układy Lotki-Volterra różnych typów: drapieżcy-ofiary (całka pierwsza dla takiego układu) i konkurencyjne (izokliny dla takich układów). | 3 |
| Wy14 | Cykle graniczne. Twierdzenie Poincarégo-Bendixsona (ilustracja geometryczna). Informacja o zastosowaniach (na przykład, do równania Liénarda). | 3 |
| Wy15 | Bifurkacje, w szczególności bifurkacja Hopfa. Informacja o chaosie i atryktorach dziwnych. | 4 |
| Suma godzin | | 45 |

| TREŚCI PROGRAMOWE | | |
|--------------------------------|--|----------------------|
| Forma zajęć - ćwiczenia | | Liczba godzin |
| Ćw1- Ćw15 | Zadania rachunkowe i problemowe ilustrujące tematy poruszane na wykładzie. | 30 |
| Suma godzin | | 30 |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | |
|--|--|
| N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna | |
| N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna | |
| N3 Konsultacje | |
| N4 Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|---|---|---|
| F1 | PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01, PEU_K02 | odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia |
| F2 | PEU_W01-PEU_W03 PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01-PEU_K05 | egzamin |
| $P = 0,4 * F1 + 0,6 * F2$ | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Palczewski, Równania różniczkowe zwyczajne. Teoria i metody numeryczne z wykorzystaniem komputerowego systemu obliczeń symbolicznych, WNT, Warszawa, 2004.
- [2] W. A. Arnold, Równania różniczkowe zwyczajne, PWN, Warszawa, 1975.
- [3] D. W. Jordan and P. Smith, Nonlinear Ordinary Differential Equations. An Introduction for Scientists and Engineers, fourth edition, Oxford University Press, 2007.
- [4] G. Teschl, Ordinary Differential Equations and Dynamical Systems, American Mathematical Society, Providence, 2012.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [5] J. H. Hubbard and B. H. West, Differential Equations. A Dynamical Systems Approach, Part I, Springer, New York, 1991.
- [6] M. Gewert i Z. Skoczylas, Równania różniczkowe zwyczajne. Teoria, przykłady, zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław, 2006, i późniejsze.
- [7] D. W. Jordan and P. Smith, Nonlinear Ordinary Differential Equations. Problems and Solutions. A Sourcebook for Scientists and Engineers, Oxford University Press, 2007.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Janusz Mierczyński (Janusz.Mierczynski@pwr.edu.pl)