



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Modele matematyczne procesów i przemian		
			w j. angielskim	Nonlinear Mathematical Models		
Rodzaj zajęć	specjalnościowe					
Kierownik przedmiotu	Prof. Dr hab. Stanisław Janeczko (Wydział MINI PW)		Prowadzący zajęcia	Prof. Dr hab. Stanisław Janeczko (Wydział MINI PW)		
Jednostka realizująca	Centrum Studiów Zaawansowanych PW	Dyscyplina/y naukowa/e	Nauki fizyczne, nauki chemiczne, matematyka, inżynieria mechaniczna, inżynieria chemiczna, inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy 2026			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia	Zal.	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	3	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	49	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	II stopnia Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2		2		
	łącznie w semestrze	20		10		

1. Wymagania wstępne

Podstawowe kursy fizyki, analizy i algebry z geometrią

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest wprowadzenie do modelowania matematycznego procesów i przemian w naukach przyrodniczych i technicznych.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

1. Prezentacja metod i teorii, przedstawienie głównych idei, metody badawcze, dziedziny zastosowań, kierunki rozwoju.
2. Pojęcia wstępne teorii osobliwości i teorii bifurkacji. Punkty krytyczne odwzorowań i funkcji. Skończona determinowalność funkcji i odwzorowań. Kryteria algebraiczne rozpoznawania lokalnych postaci normalnych.
3. Wprowadzenie do metod matematycznych strukturalnej stabilności. Stabilność lokalna, stabilność globalna.
4. Elementarne modele teorii osobliwości. Rozpoznawanie powierzchni stacjonarnych, homeostaza, procesy metaboliczne.
5. Struktura zbiorów przemian strukturalnych. Twierdzenia klasyfikacyjne.
6. Geometria powierzchni katastroficznych. Metodyka budowy modelu. Analiza graficzna katastrof elementarnych.
7. Zastosowania metod geometrii symplektycznej i topologii różniczkowej.
8. Podstawy teorii bifurkacji. Bifurkacje zbiorów i powierzchni. Metody analityczne.
9. Przemiany strukturalne jako katastrofy. Przejścia fazowe i zjawiska krytyczne w układach złożonych.
10. Osobliwości układów promieni i kaustyk. Ewolucja czoła fali.



11. Katastrofy w układach mechanicznych, wyboczenie, bifurkacje w zjawiskach nieliniowych.
12. Przewidywanie przemian. Elementy symptomatologii. Modele w naukach przyrodniczych. Dynamika przemian politycznych i społecznych. Modele katastroficzne w administracji, kryzysy instytucji.
8. Przykładowe modele katastroficzne w medycynie i biologii, model pracy serca, działanie neuronu.

Ćwiczenia projektowe

Sformułowanie projektów badawczych dotyczących zjawisk nieliniowych z zastosowaniem aplikacji graficznych.

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu podstaw analizy rzeczywistej w tym badania punktów krytycznych funkcji i odwzorowań i rozwijania funkcji na szeregi	SD_W2	ocena projektu
W02	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych własności przestrzeni topologicznych w szczególności topologii Whitney'a	SD_W3	ocena projektu
W03	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie modelowania matematycznego zjawisk nieliniowych.	SD_W3	ocena projektu
Umiejętności			
U01	Potrafi klasyfikować punkty osobliwe funkcji i odwzorowań i wyznaczać ich wielomianowe postaci normalne	SD_U1	ocena projektu
U02	Potrafi stosować twierdzenie R. Thoma o transversalności i klasyfikacji elementarnych zbiorów bifurkacyjnych	SD_U1	ocena projektu
U03	Potrafi konstruować modele zjawisk nieliniowych z przejściami strukturalnymi	SD_U4	ocena projektu
U04	Potrafi rozpoznawać elementy strukturalnie stabilne w zjawiskach przyrodniczych i społecznych	SD_U2	ocena projektu
Kompetencje społeczne			
K01	Docenia i potrafi stosować metody stabilności strukturalnej (topologicznej) do opisu i rozumienia zjawisk.	SD_K1	ocena aktywności w trakcie zajęć/ ocena prezentacji
K02	Rozumie znaczenie metod interdyscyplinarnych w nauce i potrzebę samokształcenia	SD_K1, SD_K2	ocena aktywności w trakcie zajęć/ ocena prezentacji

* 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



5. Kryteria oceny

Zaliczenie przedmiotu bazować będzie na wykonaniu projektu z tematyki zajęć obejmującej całokształt zajęć. Formą zaliczenia przedmiotu jest ocena; 2/3 oceny – merytoryczna zawartość projektu, 1/3 oceny – prezentacja projektu. Liczba możliwych nieobecności umożliwiających zaliczenie przedmiotu – dwie, ponad tę liczbę brak możliwości zaliczenia przedmiotu.

6. Literatura

Literatura podstawowa:

- [1] S. Janeczko, Teoria osobliwości, CAS Lecture Notes nr 12, Warszawa
- [2] T. Poston, I. Stewart, Catastrophe Theory and its Applications, Pitman, London 1978
- [3] V. Guillemin, S. Sternberg, Symplectic Techniques in Physics, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1984.

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

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	10
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	20
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	20
Sumaryczny nakład pracy studenta		80
Liczba punktów ECTS		3

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1