

**KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ**

Kod przedmiotu	4606-PS-0000J-C016	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Wprowadzenie do teorii osobliwości		
			w j. angielskim	Introduction to Singularity Theory		
Rodzaj zajęć	specjalnościowy					
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	matematyka			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	Letni 2024			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	3	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	100	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	2			
	łącznie w semestrze	15	15			

**1. Wymagania wstępne**

Podstawowe kursy fizyki, analizy i algebry z geometrią kwantową

**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**

- Gradientowe pola wektorowe, potencjały zależne od parametrów
- Pojęcia wstępne teorii osobliwości, punkty krytyczne funkcji i odwzorowań, zdegenerowane punkty krytyczne. Przestrzenie  $k$ -jetów.
  - Klasyfikacja zdegenerowanych punktów krytycznych funkcji.
  - Transwersalność, twierdzenie Thoma o transwersalności.
  - Grupy równoważności, stabilność strukturalna.
- CSZ sylabus 2021/2022 | 3
- Siedem elementarnych katastrof Rene Thoma, powierzchnie stacjonarne, homeostaza, procesy metaboliczne.
  - Metody teorii eliminacji, rugowniki i wyróżniki.
  - Twierdzenie H. Whitneya o stabilnych odwzorowaniach płaszczyzny w płaszczyznę.
  - Wizualizacja graficzna powierzchni katastroficznych i zbiorów katastrof. Metamorfozy, ewolucje zbiorów katastrof. Graficzna analiza funkcji generujących i dynamiki powolnej w przestrzeni parametrów kontrolnych.
  - Dynamika na powierzchniach katastroficznych i jej zastosowania w ekonomii
  - Katastrofy jako przemiany strukturalne, przejścia fazowe i zjawiska krytyczne. Teoria osobliwości w socjologii, modele funkcjonowania struktur społecznych.

12. Stabilne osobliwości w optyce. Klasyfikacja kaustyk optycznych i osobliwości układów promieni.  
 13. Katastrofy w układach mechanicznych, maszyna Zeemana, wyboczenie, bifurkacje w zjawiskach nieliniowych. Wizualizacja modeli strukturalnych.  
 14. Modelowanie łańcuchów czworościennych, klasyfikacja form geometrycznych białek

**Ćwiczenia audytoryjne**

Projekt, prezentacja, obliczenia stabilnych gradientowych stabilnych pól gradientowych, wyznaczanie powierzchni stanów stacjonarnych

**4. Efekty uczenia się**

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
<b>Wiedza</b>			
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
<b>Umiejętności</b>			
U01	Potrafi charakteryzować podstawowe teorie struktury i pochodzenia obserwowanego świata	SD_U1	ocena projektu
U02	Potrafi stosować twierdzenie R. Thoma o transwersalności i klasyfikacji elementarnych zbiorów bifurkacyjnych	SD_U1	ocena projektu
U03	Potrafi stosować twierdzenie R. Thoma o transwersalności i klasyfikacji elementarnych zbiorów bifurkacyjnych	SD_U4	ocena projektu
U04	Potrafi rozpoznawać elementy strukturalnie stabilne w zjawiskach przyrodniczych i społecznych	SD_U2	ocena projektu
<b>Kompetencje społeczne</b>			
K01	Rozumie konieczność dalszego samokształcenia	SD_K1	ocena aktywności w trakcie zajęć
K02	Rozumie znaczenie metod interdyscyplinarnych w nauce	SD_K1, SD_2	ocena aktywności w trakcie zajęć

\* 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 całość zajęć. Formą zaliczenia przedmiotu jest ocena; 2/3 oceny – merytoryczna zawartość projektu, 1/3 oceny – prezentacja projektu. Liczba możliwych nieobecności umożliwiających zaliczenie przedmiotu – trzy, ponad tę liczbę brak możliwości zaliczenia przedmiotu.

**6. Literatura**

Literatura podstawowa:

1. E. Ott, Chaos w układach dynamicznych, PWN
2. A. Nowak, W. Borkowski, K. Winkowska-Nowak, Układy złożone w naukach społecznych, PWN
3. F. Haake, S. Gnutzmann. M. Kuś, Quantum Signatures of Chaos, Sprin

**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.	5
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
<b>Sumaryczny nakład pracy studenta</b>		<b>75</b>
<b>Liczba punktów ECTS</b>		<b>3</b>

\*\* 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