



Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej

Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, tel./fax +48 22 234 6003 (6002), www.csz.pw.edu.pl



Uczelniana Oferta Studiów Zaawansowanych CAS University Educational Offer

SYLABUS 2021/2022

Nazwa przedmiotu (jęz. polski i angielski) Subject (in Polish and English)	Wprowadzenie do teorii osobliwości (WTO) Introduction to Singularity Theory
Liczba punktów ECTS Number of ECTS points	Proponowana liczba punktów: 3 ECTS Proposed number of points: 3 ECTS

Osoby prowadzące Lecturer	Tytuł naukowy Title	Imię i nazwisko Name and surname	Katedra / Instytut/ Centrum/ Inne Chair / Institute/ Center/ Other
	Prof. Dr hab.	Stanisław Janeczko	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych PW
Osoba odpowiedzialna za przedmiot Person responsible	Prof. Dr hab.	Stanisław Janeczko	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych PW

Semestr studiów Semester	<i>Zimowy 2021/ Winter 2021</i>
Typ przedmiotu (możliwości wyboru) obowiązkowy O fakultatywny F Type of the subject (to be chosen) obligatory O facultative F	F
Wymagania wstępne Prerequisites	Podstawowe kursy fizyki, analizy i algebry z geometrią kwantowej Fundamentals of mathematics and physics as studied in technical universities. Basic courses of analysis, algebra and geometry

Poziom przedmiotu Podstawowy P Średniozaawansowany Ś Zaawansowany Z Level Basic P Intermediate Ś Advanced Z	Z
Charakter zajęć , liczba godzin w semestrze, liczba godzin w tygodniu. 1) podać rodzaj prowadzonych zajęć dla danego przedmiotu: wykłady (W); ćwiczenia (Ć); laboratorium (L); projekt (P) 2) podać liczbę godzin w tygodniu np. W - 2; Ć - 2; L - 3; P - 0 3) podać liczbę godzin w semestrze np. W - 30; Ć - 30; L - 45; P - 0	<i>W – 2 godz. w tygodniu, łącznie: 30 godzin</i>
Nature of activities	W – 2 hours per week, 30 hours per semester
Sugerowana liczba godzin pracy własnej Suggested number of hours of own work	45 godzin obejmuje : 30 godzin przygotowywanie się słuchacza do wykładów, 15 – przygotowywanie się słuchacza do egzaminu. <i>45 hours : 30 hours to prepare for lectures, 15 hours for students to prepare for an exam (project) .</i>
Całkowita liczba godzin: Total number of hours:	75 godzin/75 hours
Aspekty międzynarodowe (jeśli są) International aspects (if any)	
Język wykładowy Language of instruction	Angielski/ English
Cel przedmiotu Course objective	Celem przedmiotu jest wprowadzenie do modelowania matematycznych procesów i przemian w naukach przyrodniczych i technicznych. The aim of the course is an introduction to mathematical language accessible to modelling of processes in exact and natural sciences.
Treść przedmiotu 1. Gradientowe pola wektorowe, potencjały zależne od parametrów 2. Pojęcia wstępne teorii osobliwości, punkty krytyczne funkcji i odwzorowań, zdegenerowane punkty krytyczne. Przestrzenie k-jetów. 3. Klasyfikacja zdegenerowanych punktów krytycznych funkcji. 4. Transwersalność, twierdzenie Thoma o transwersalności. 5. Grupy równoważności, stabilność strukturalna.	

6. Siedem elementarnych katastrof Rene Thoma, powierzchnie stacjonarne, homeostaza, procesy metaboliczne.
7. Metody teorii eliminacji, rugowniki i wyróżniki.
8. Twierdzenie H. Whitneya o stabilnych odwzorowaniach płaszczyzny w płaszczyznę.
9. Wizualizacja graficzna powierzchni katastroficznych i zbiorów katastrof. Metamorfozy, ewolucje zbiorów katastrof. Graficzna analiza funkcji generujących i dynamiki powolnej w przestrzeni parametrów kontrolnych.
10. Dynamika na powierzchniach katastroficznych i jej zastosowania w ekonomii
11. 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.

Course contents

1. Gradient vector fields, parametric potentials
2. Introductory notions of singularity theory, critical points of functions and mappings, degenerated critical points. Spaces of k-jets.
3. Klassification of degenerated critical points of smooth functions. Critical points and critical values of mappings.
4. Transversality. Thom's theorem on transversality. Genericity.
5. Equivalency groups, stability and structural stability.
6. Versal and universal unfolding of singularity. Elementary catastrophes of Rene Thom. Methods of elimination theory, discriminants and resultants.
7. Morfogenetic fields, homeostasis and methabolic processes.
8. H. Whitney's theorem on stable mappings of the plane into the plane.
9. Visualization of catastrophe sets. Methamorphoses and evolutions of catastrophes. Grafical analysis of generating functions and slow dynamics in control parameters.
10. Applications of singularity theory to physics, medicine, social sciences and general modeling.

Spis zalecanych lektur/Books to study

LP.	Autor, Tytuł, Wydawnictwo,
1.	E. Ott, <i>Chaos w układach dynamicznych</i> , PWN
2.	A. Nowak, W. Borkowski, K. Winkowska-Nowak, <i>Układy złożone w naukach społecznych</i> , PWN
3.	F. Haake, S. Gnutzmann. M. Kuś, <i>Quantum Signatures of Chaos</i> , Springer
4.	

Metody oceny (ocena, egz. pisemny, egz. ustny, projekt)	Projekt, prezentacja
Evaluation methods	project

Uwagi dodatkowe	Zajęcia odbędą się, jeżeli zapisze się co najmniej 15 osób. Przedmiot może być zaliczony finalnie jedynie oceną.
Additional remarks	Classes will be held if there are at least 15 students enrolled. The course can only be passed with a final grade.

Tabela 1. Efekty kształcenia

Numer (symbol)	Efekty kształcenia słuchacza, który zaliczył przedmiot, potrafi	Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu
WIEDZA		
PIERWSZE WIELKIE LITERY TYTUŁU WYKŁADU_W1	Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu podstaw analizy rzeczywistej w tym badania punktów krytycznych funkcji i odwzorowań i rozwijania funkcji na szeregi	Egzamin
PIERWSZE WIELKIE LITERY TYTUŁU WYKŁADU_W2	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych własności przestrzeni topologicznych w szczególności topologii Whitney'a	Egzamin
PIERWSZE WIELKIE LITERY TYTUŁU WYKŁADU_W3	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie modelowania matematycznego zjawisk nieliniowych.	Egzamin
UMIEJĘTNOŚCI		
PIERWSZE WIELKIE LITERY TYTUŁU WYKŁADU_U1	Potrafi klasyfikować punkty osobliwe funkcji i odwzorowań i wyznaczać ich wielomianowe postaci normalne.	Egzamin
PIERWSZE WIELKIE LITERY TYTUŁU WYKŁADU_U2	Potrafi stosować twierdzenie R. Thoma o transversalności i klasyfikacji elementarnych zbiorów bifurkacyjnych	Egzamin
PIERWSZE WIELKIE LITERY TYTUŁU WYKŁADU_U3	Potrafi konstruować modele zjawisk nieliniowych z przejściami strukturalnymi	Egzamin
PIERWSZE WIELKIE LITERY TYTUŁU WYKŁADU_U4	Potrafi rozpoznawać elementy strukturalnie stabilne w zjawiskach przyrodniczych i społecznych	Egzamin
KOMPETENCJE		
PIERWSZE WIELKIE LITERY TYTUŁU WYKŁADU_K1	Rozumie konieczność dalszego samokształcenia	Obserwacja na zajęciach, egzamin
PIERWSZE WIELKIE LITERY TYTUŁU WYKŁADU_K2	Rozumie znaczenie metod interdyscyplinarnych w nauce	Obserwacja na zajęciach.

Number (symbol)	Learning outcomes of a student who passed the course	Means of verifying the achievement of the result
KNOWLEDGE		
	Has a structured knowledge of real analysis, critical points of mappings and functions	Project
	Has a knowledge of the basic properties of topological spaces, especially Whitney's topology	Project
	Has a structured knowledge of mathematical modelling of complex systems	Project

Number (symbol)	Learning outcomes of a student who passed the course	Means of verifying the achievement of the result
	SKILLS	
	Is able to classify critical points of functions and mappings and determine their normal forms	Project
	Is able to apply R. Thom theorem on transversality and classification of bifurcation sets	Project
	Is able to apply basic methods for modeling nonlinear systems with structural transformations.	Project
	Is able to recognize structurally stable phenomena in general systems.	Project
	COMPETENCES	
	Understands the importance of singularity theory in science and technology	Interaction during the lectures, project
	Understands the interdisciplinary methods in science.	Interaction during the lectures