

WYDZIAŁ MATEMATYKI / STUDIUM.....

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim Analiza bifurkacji i zastosowania układów dynamicznych

Nazwa przedmiotu w języku angielskim Bifurcation Analysis and Applications of Dynamical Systems

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Matematyka Stosowana

Specjalność (jeśli dotyczy):

Poziom i forma studiów: ~~I / II stopień / jednolite studia magisterskie*~~, stacjonarna /
niestacjonarna*Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*~~

Kod przedmiotu

Grupa kursów TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	175				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	7				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	4				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2,5				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa znajomość analizy matematycznej i algebry liniowej
2. Podstawowa znajomość równań różniczkowych zwyczajnych

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu teorii bifurkacji dla ciągłych i kawałkami gładkich pól wektorowych.

C2 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu teorii bifurkacji dla ciągłych i kawałkami odwzorowań.

C3 Nabycie podstawowych umiejętności w konstruowaniu i analizowaniu modeli matematycznych sformułowanych jako układy dynamiczne

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**Z zakresu wiedzy student**

PEU_W01 zna najważniejsze twierdzenia dotyczące jakościowej teorii równań różniczkowych;

PEU_W02 zna najważniejsze twierdzenia dotyczące jakościowej teorii bifurkacji dla odwzorowań jedno- i dwu-parametrycznych (ciągłych jak i kawałkami gładkich);

PEU_W03 zna podstawy modelowania za pomocą układów dynamicznych w zagadnieniach technicznych lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii i biologii.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi analizować podstawowe zagadnienia dotyczące układów dynamicznych przy pomocy teorii bifurkacji;

PEU_U02 potrafi konstruować modele matematyczne za pomocą układów dynamicznych wykorzystywanych w

konkretnych zastosowaniach matematyki.

PEU_U03 potrafi konstruować i wykorzystywać narzędzia numeryczne w konkretnych zastosowaniach układów dynamicznych.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych;

PEU_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu;

PEU_K03 potrafi pracować grupowo, przekazywać, korzystać jak i dzielić się istotną wiedzę potrzebną do rozwiązania danego zagadnienia.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1-Wy2	Przykłady modelowania matematycznego przy pomocy układów dynamicznych. Podstawowe pojęcia dotyczące definiowania układów dynamicznych za pomocą równań różniczkowych i odwzorowań.	4
Wy3	Przestrzeń fazowa i bifurkacje w jednowymiarowych równaniach różniczkowych (bifurkacje fold, pitchfork, transcritical).	2
Wy4	Zachowania dynamiczne i bifurkacje w odwzorowaniach typu „tent map” i „logistic map” (bifurkacje: fold, period-doubling, period-doubling route to chaos).	2
Wy5	Forma kanoniczna dla planarnych liniowych układów dynamicznych. Klasyfikacja zachowania dynamicznego.	2
Wy6	Twierdzenie Hartmana-Grobmana; zastosowania.	2
Wy7	Bifurkacja Hopfa.	2
Wy8	Metody numeryczne: „brute force” i kontynuacja parametryczna.	2
Wy9	Układy dynamiczne kawałkami gładkie – podstawowe definicje.	2
Wy10	Przestrzeń fazowa dla układów Filippova.	2
Wy11-Wy12	Bifurkacje cykli granicznych typu sliding oraz typu boundary-equilibrium w układach Filippova.	4
Wy13	Redukcja układu Filippova do formy normalnej dla bifurkacji grazing-sliding.	2
Wy14	Bifurkacje border-collisions w odwzorowaniach ciągłych kawałkami liniowych – sprowadzenie do postaci kanonicznej; klasyfikacja bifurkacji.	2
Wy15	Kontynuacja parametryczna zbiorów niezmienniczych w układach kawałkami gładkich i punkty bifurkacyjne o ko-wymiarze dwa.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Tematyka ćwiczeń laboratoryjnych związana jest z problemami omawianymi na wykładzie. Obejmuje ćwiczenia rachunkowe jak i rozwiązywanie numeryczne zagadnień związanych z układami dynamicznymi z wykorzystaniem środowisk komputerowych Matematica i Matlab.	15
Suma godzin		15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Obejmuje analityczną i numeryczną analizę wybranego układu dynamicznego dla wybranego zagadnienia technicznego, lub w naukach przyrodniczych, w szczególności w fizyce, chemii i biologii.	15
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład problemowo-informacyjny – metoda tradycyjna
 N2 Laboratorium – rozwiązywanie ćwiczeń; obliczenia numeryczne zachowań układów dynamicznych z zastosowaniem komputera
 N3 Projekt – samodzielny przegląd literatury w celu wybrania problemu; analiza punktów węzłowych i zbiorów niezmienniczych w modelu; analiza numeryczna zachowania dynamicznego modelu.
 N4 Konsultacje (dodatkowa pomoc indywidualna w godzinach konsultacji).

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_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	Kolokwium
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Odpowiedzi ustne, kartkówki, projekt, zaangażowanie/aktywność na zajęciach.
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] S. H. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos with Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering, CRC Press 2000 (pdf książki dostępny online)
- [2] R. Seydel, From Equilibrium to Chaos. Practical Bifurcation and Stability Analysis, New York, Elsevier 1989
- [3] Yu. A. Kuznetsov, Elements of Applied Bifurcation Theory, Applied Mathematics Series, Volume 112, Springer 2004
- [4] J. Guckenheimer, J. P. Holmes, Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields, Applied Mathematics Series, Springer 1983
- [5] R. Devaney, An Introduction to Chaotic Dynamical Systems, Westview Press 2003
- [6] M. di Bernardo, C. Budd, A. R. Champneys, P. Kowalczyk, Piecewise-smooth Dynamical Systems: Theory and Applications, Applied Mathematics Series, Springer 2008

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Yu. A. Kuznetsov, S. Rinaldi and A. Gagnani, One-parameter bifurcations in planar Filippov systems, International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 13, No. 8, 2003, p. 2157–2188
- [2] E. H. Nusse and J. A. Yorke, Border-collision bifurcations including “period two to period three” for piecewise smooth systems, Vol. 57, Issue 1-2, 1992, p. 39-57
- [3] M. di Bernardo, K. J. Johansson and F. Vasca, Self-oscillations and Sliding in Relay Feedback Systems: Symmetry and Bifurcations, International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 11, No. 4, 2001, p. 1121–1140
- [4] P. Kowalczyk, P. Glendinning, Martin Brown, Gustavo Medrano-Cerda, Houman Dallali, and Jonathan Shapiro, Modelling human balance using switched systems with linear feedback control, Interdisciplinary Journal of the Royal Society Interface, 2011
- [5] S. Wiggins, Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos, Applied Mathematics Series, Springer 2003

[6] H. Dankowicz, F. Schilder, Recipes for Continuation, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2013

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

Dr hab. inż. Piotr Kowalczyk (piotr.s.kowalczyk@pwr.edu.pl)