

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA – STUDIA DOKTORANCKIE

JEDNOSTKA ZGŁASZAJĄCA/REALIZUJĄCA KURS:
WYDZIAŁ MATEMATYKI

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: Kawałkami Gładkie Układy Dynamiczne – Analiza Bifurkacji i Symulacje Numeryczne

Nazwa w języku angielskim: Piecewise-smooth Dynamical Systems – Bifurcation Analysis and Numerical Simulations

Kurs prowadzony jest w języku ~~polskim~~ / angielskim*

Kurs ogólnouczelniany*:

- 1) przedmiot podstawowy (matematyka, fizyka, chemia lub inne);
- 2) przedmiot humanistyczny;
- 3) przedmiot menadżerski;
- 4) język angielski;
- 5) język obcy nowożytny;
- 5) kurs dydaktyczny szkoły wyższej;

Wydziałowy kurs kierunkowy rozwijający umiejętności zawodowe*:

- 1) przedmiot szczegółowy w dyscyplinie:
- 2) przedmiot szczegółowy interdyscyplinarny:
- 3) seminarium(interdyscyplinarne, specjalistyczne, kierunkowe)

Przedmiot obowiązkowy / wybieralny / nadobowiązkowy*:

Osiągane efekty kształcenia dla studiów doktoranckich(określone na podstawie ZW 26/2017):P8S_WG, P8S_UW, P8S_KK, P8S_KR

Kod przedmiotu: MAT13..

* zaznaczyć właściwe

	Wykład
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy doktoranta	90
Forma zaliczenia – na ocenę	Egzamin
Liczba punktów ECTS	3
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Znajomość analizy matematycznej oraz algebry liniowej. Wiedza podstawowych technik analizy asymptotycznej oraz technik perturbacyjnych będzie pomocna. Oczekuje się umiejętności implementacji metod numerycznych przy użyciu Matlaba, lub innego/innych programów (np. Python) w zależności od umiejętności i preferencji studenta.
2. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności.

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA – STUDIA DOKTORANCKIE**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Student zapozna się z pojęciami i technikami, które pozwalają na lokalną analizę bifurkacji w systemach kawałkami gładkich (z nieciągłym polem wektorowym oraz dyskretnym mapowaniem).

C2 Student nabędzie umiejętności badania bifurkacji w systemach kawałkami gładkich oraz umiejętność implementacji metod numerycznych pod kątem analizy numerycznej bifurkacji oraz kontynuacji zbiorów niezmienniczych.

C3. Student będzie potrafił zastosować systemy kawałkami gładkie do opisu rzeczywistych problemów z różnych dziedzin, np. automatyka, neurobiologia. Student będzie potrafił również analizować modele równań kawałkami gładkie pod kątem istnienia i stabilności zbiorów niezmienniczych względem zmian parametrów modeli.

EFEKTY KSZTAŁCENIADLA PRZEDMIOTU (PEK)

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Posiada wiedzę dotyczącą opisu systemów kawałkami gładkich za pomocą systemów z nieciągłym polem wektorowym (systemy Filipowa) oraz mapowaniem dyskretnym.

PEK_W02 Ma wiedzę dotyczącą zastosowań teorii lokalnych by analizować numerycznie i analitycznie zmiany zbiorów niezmienniczych w systemach kawałkami gładkich.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Ma umiejętności związane z metodyką i metodologią badań naukowych

PEK_U02 Potrafi kreować i samodzielnie prowadzić badania naukowe.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Jest świadomy roli współpracy, w tym międzynarodowej.

PEK_K02 Ma świadomość wagi prowadzenia oryginalnej działalności naukowej.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć-wykład		Liczba godzin
Wy1	Modele kanoniczne systemów kawałkami gładkich. Przykłady z automatyki i neurobiologii. Wprowadzenie.	2
Wy2	Przestrzeń fazowa systemów Filipowa. Definicja pola wektorowego na zbiorze niezmienniczym będącym zbiorem, na którym pole wektorowe jest nieciągłe.	2
Wy3	Analiza bifurkacyjna punktów ekwilibrium w systemach Filipowa.	4
Wy4	Sekcje Poincarégo oraz analiza stabilności orbit okresowych w systemach kawałkami gładkich. Wprowadzenie pojęcia macierzy monodromicznej oraz mapowania przez nieciągłość.	4
Wy5	Bifurkacje cyklicznych zbiorów niezmienniczych w systemach Filipowa. Wyprowadzenie form normalnych dla bifurkacji cyklicznych zbiorów niezmienniczych w systemach Filipowa.	4
Wy6	Analiza bifurkacji kowymiaru-2 cyklicznych zbiorów niezmienniczych w systemach Filipowa.	4
Wy7	Systemy z mapowaniem dyskretnym; przykłady kanoniczne	2
Wy8	Wyprowadzenie formy normalnej dla bifurkacji typu <i>grazing</i> w	4

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA – STUDIA DOKTORANCKIE

	systemach z dyskretnym mapowaniem.	
Wy9	Metody numeryczne do analizy numerycznej systemów kawałkami gładkich. Metody bezpośrednie. Numeryczna kontynuacja parametryczna zbiorów niezmienniczych. Dyskusja oraz przykłady	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. wykład N2. konsultacje N3. prace pisemne: rozwiązywanie zadań i problemów

OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (PEK)

Oceny: F – formująca(składowa), P – podsumowująca	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_W01, PEK_W02	uczestnictwo w wykładzie
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02	rozwązywanie zadań i problemów
$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] M. di Bernardo, C. Budd, A. R. Champneys, P. Kowalczyk, <i>Piecewise-smooth Dynamical Systems: Theory and Applications</i> (2008), Springer [2] Yu. A. Kuznetsov, S. Rinaldi, and A. Gragnani, <i>One-Parameter Bifurcations in Planar Filippov Systems</i>, Int. J. Bifurcation Chaos 13, 2157 (2003) [3] R. Seydel, <i>From Equilibrium to Chaos: Practical Bifurcation and Stability Analysis</i>, Elsevier, 1989 <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] A. B. Nordmark and P. Kowalczyk, <i>A codimension-two scenario of sliding solutions in grazing-sliding bifurcations</i>, Nonlinearity 19(1) pp. 1-26, 2006 [2] P. Kowalczyk, M. di Bernardo, A. R. Champneys, S. J. Hogan, M. Homer, Yu. A. Kuznetsov, A. B. Nordmark and P. T. Piironen, <i>Two-parameter nonsmooth bifurcations of limit cycles: classification and open problems</i>, International Journal of bifurcation and

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA – STUDIA DOKTORANCKIE

chaos, Vol. 16 No. 3, pp.601-629, 2006

[3] P. T. Piiroinen and Yu. A. Kuznetsov *An Event-Driven Method to Simulate Filippov Systems with Accurate Computing of Sliding Motions* in ACM Transactions on Mathematical Software 34(3), May 2008

[4] F. Dercole and Yu. A. Kuznetsov, *SlideCont: An Auto97 Driver for Bifurcation Analysis of Filippov Systems*

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

Dr inż. Piotr Kowalczyk, piotr.s.kowalczyk@pwr.edu.pl

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA – STUDIA DOKTORANCKIE

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
KAWAŁKAMI GŁADKIE UKŁADY DYNAMICZNE – ANALIZA BIFURKACJI I
SYMULACJE NUMERYCZNE
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA DLA STUDIÓW DOKTORANCKICH
(określonymi na podstawie ZW 26/2017)

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia dla studiów doktoranckich	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	P8S_WG	C1, C2	Wy1-10	N1, N2, N3
PEK_W02	P8S_WG	C1, C2	Wy1-10	N1, N2, N3
PEK_U01 (umiejętności)	P8S_UW	C2	Wy1-10	N2, N3
PEK_U02	P8S_UW	C2	Wy1-10	N2, N3
PEK_K01 (kompetencje)	P8S_KK	C1, C2	Wy1-10	N1, N2
PEK_K02	P8S_KR	C1, C2	Wy1-10	N1, N2
*** z tabeli powyżej				