



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Teoria chaosu, PG_00023806						
Kierunek studiów	Matematyka						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2022 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			mieszane (blended-learning)		
Rok studiów	2	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	3	Liczba punktów ECTS			4.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Katedra Rachunku Prawdopodobieństwa i Biomatematyki						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr hab. Piotr Bartłomiejczyk					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr hab. Piotr Bartłomiejczyk					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	0.0	0.0	30.0	60
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 30.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach	Praca własna studenta		RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	60		5.0	35.0		100
Cel przedmiotu	Wprowadzenie do zaawansowanych metod badania i opisu ewolucji systemów z tendencją do zachowań chaotycznych. Synteza technik probabilistycznych, topologicznych i analitycznych w celu uzyskania zachowania statystycznego.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_U10] w wybranej dziedzinie potrafi przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki, potrafi określić swoje zainteresowania i je rozwijać; w szczególności jest w stanie nawiązać kontakt ze specjalistami w swojej dziedzinie, np. rozumieć ich wykłady przeznaczone dla młodych matematyków	Wyznacza punkty niezmiennicze, okresowe i orbity gęste.	[SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi
	[K7_U06] posiada umiejętności rozpoznawania struktur topologicznych w obiektach matematycznych występujących np. w geometrii lub analizie matematycznej; potrafi wykorzystać podstawowe własności topologiczne zbiorów, funkcji i przekształceń, posługuje się językiem oraz metodami analizy funkcjonalnej w zagadnieniach analizy matematycznej i jej zastosowaniach, w szczególności wykorzystuje własności klasycznych przestrzeni Banacha i Hilberta	Klasyfikuje układy dynamiczne. Analizuje ergodyczne własności układów dynamicznych. Porównuje stopień chaotyczności.	[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji
	[K7_K04] potrafi formułować opinie na temat podstawowych zagadnień matematycznych	Interpretuje chaotyczną naturę danych w ich analizie.	[SK5] Ocena umiejętności rozwiązywania problemów występujących w praktyce
	[K7_W03] zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	Wyznacza atraktory. Oblicza entropię.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
[K7_U09] umie, na poziomie zaawansowanym i obejmującym matematykę współczesną, stosować oraz przedstawiać w mowie i na piśmie, metody co najmniej jednej wybranej gałęzi matematyki: analizy matematycznej i analizy funkcjonalnej, teorii równań różniczkowych i układów dynamicznych, algebry i teorii liczb, geometrii i topologii, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki, matematyki dyskretnej i teorii grafów, logiki i teorii mnogości	Oblicza wymiar fraktalny. Znajduje miary niezmiennicze.	[SU1] Ocena realizacji zadania	
Treści przedmiotu	<p>WYKŁADY Repetytorium z wybranych zagadnień z topologii, teorii miary i analizy funkcjonalnej. Abstrakcyjne układy dynamiczne. Nieliniowe kontrakcje i punkty niezmiennicze. Chaos deterministyczny. Hipercykliczność i chaos liniowy w przestrzeniach Banacha. Operator Barnsleya i atraktory. Fraktale. Miara Hausdorffa i wymiar fraktalny. Transformacje mierzalne i miary niezmiennicze. Twierdzenie o powracaniu. Ergodyczność. Mieszanie i słabe (miękkie) mieszanie. Entropia.</p> <p>SEMINARIA Funkcje chaotyczne (przykłady). Związki między cechami trajektorii. Bifurkacje w rodzinie funkcji logistycznych. Twierdzenie Szarkowskiego i Li-Yorka. Operator Barnsleya. Systemy IFS. Chaos o atraktorze Barnsleya. Ergodyczność. Dokładność. Mieszanie. Evolucja gęstości. Operatory Frobeniusa-Perrona i Koopmana. Operator Markowa na miarach. Stochastyczne układy dynamiczne. Fraktale. Wymiar Hausdorffa. Zbiory Julia. Chaos i fraktale na płaszczyźnie zespolonej.</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Zaliczenie z przedmiotów: rachunek prawdopodobieństwa (MAT1013), analiza funkcjonalna II (MAT2003)		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa ocena końcowej
	Aktywność	51.0%	10.0%
	Test	51.0%	40.0%
	Projekt	51.0%	50.0%

Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> 1. S.W. Fomin, I.P. Kornfeld, J.G. Sinaj, Teoria ergodyczna, PWN, Warszawa, 1987. 2. A. Lasota and M.C. Mackey, Chaos, Fractals and Noise, Springer, New York, 1994. 3. H.O. Peitgen, H. Jurgens, D. Saupe, Granice chaosu. Fraktale, PWN, Warszawa, 1996. 4. T.M. Sękowski, Zagadnienia matematycznej teorii chaosu, Wydawnictwo UMCS, Lublin, 2007.
	Uzupełniająca lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> 1. K. Grosse-Erdmann, A.P. Manguillot, Linear Chaos, Springer, 2011. 2. W. Szlenk, Wstęp do teorii gładkich układów dynamicznych, BM tom 56, 1982. 3. Y. Pesin and V. Climenhaga, Lectures on Fractal Geometry and Dynamical Systems, AMS, Rhode Island, 2009. 4. A. Berger, Chaos and Chance, Walter de Gruyter, 2001. 5. R. Zaharopol, Invariant Probabilities of Markov-Feller Operators and their Supports, Birkhauser, 2005. 6. E.E. Peters, Teoria chaosu a rynki kapitałowe, WIG Press, 1997. 7. J. Stachurski, Economis Dynamics: theory and Computation, MIT Press, 2009. 8. T. Downarowicz, Entropy in Dynamical Systems, Cambridge University Press, 2011.
	Adresy eZasobów	<p>Adresy na platformie eNauczanie:</p> <p>Teoria chaosu 2023/2024 - Moodle ID: 32757 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=32757</p>
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<p>Student otrzymuje na pierwszych zajęciach tematykę do samodzielnego opracowania i przedstawienia projektu w wyznaczonym terminie. Wiedzę teoretyczną nabytą na wykładzie i seminariach sprawdza się na teście. Wymagana jest aktywność na seminariach.</p> <p>Wyznacz strukturę okresów układu dynamicznego. Zbadaj chaotyczność układu dynamicznego. Wyznacz atraktor układu dynamicznego. Wyznacz miarę Hausdorffa i wymiar fraktalny. Znajdź miary niezmiennicze. Zbadaj ergodyczność, mieszanie transformacji.</p>	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	