



UNIWERSYTET
O P O L S K I

REKTORAT

Collegium Maius,
pl. M. Kopernika 11, 45-040 Opole
tel. +48 77 541 59 03 (04, 05)
fax +48 77 541 59 00
rektorat@uni.opole.pl, www.uni.opole.pl

Nazwa przedmiotu Modelowanie układów złożonych		Kod ECTS 3.4-MK			
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki / Instytut Fizyki / Katedra Spektroskopii Plazmy Katedra Astrofizyki i Fizyki Teoretycznej					
Studia					
kierunek Fizyka		stopień III studia doktoranckie	tryb Stacjonarne	specjalność Fizyka	specjalizacja
*nazwa zgodna z zatwierdzonym katalogiem kierunków i specjalności					
Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących) Ryszard Piasecki, Wiesław Olchawa					
Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin			Liczba punktów ECTS: 3		
A. Formy zajęć <ul style="list-style-type: none">Wykład			Godziny kontaktowe: Wykłady – 45 godzin Konsultacje – 3 godziny Suma – 48 godzin		
B. Sposób realizacji <ul style="list-style-type: none">Zajęcia w sali dydaktyczno-komputerowej			Praca własna studenta: Przygotowanie do zajęć praktycznych – 10 godzin Przygotowanie do zaliczenia wykładu – 20 godzin		
C. Liczba godzin 45					
Status przedmiotu <ul style="list-style-type: none">obowiązkowy		Język wykładowy polski			
Metody dydaktyczne <ul style="list-style-type: none">Naprzemiennie wykłady i zajęcia praktyczne poświęcone modelowaniu wybranych układów złożonych za pomocą interaktywnych programów w języku Mathematica		Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne			
		Sposób zaliczenia <ul style="list-style-type: none">Wykład – egzamin			
		B. Formy zaliczenia na przykład: <ul style="list-style-type: none">Wykład – egzamin pisemno-ustny			
		C. Podstawowe kryteria Rozumienie zagadnień poruszanych na wykładzie oraz znajomość podstaw modelowania za pomocą pakietu Mathematica			
Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi Należy określić: A. Wymagania formalne: znajomość metod rozwiązywania równań/układów równań różniczkowych, podstawy fizyki statystycznej B. Wymagania wstępne: znajomość podstaw programowania					

Cele przedmiotu

- wprowadzenie do teorii chaosu deterministycznego i dynamiki nieliniowej układów złożonych, w których skutek nie jest proporcjonalny do przyczyny
- nabycie podstawowych umiejętności modelowania za pomocą pakietu Mathematica

Treści programowe

A1. Główne zagadnienia teoretyczne wykładu:

Koncepcja złożoności układu. Model Verhulsta ewolucji populacji ze sprzężeniem zwrotnym. Odzworowanie logistyczne, bifurkacje i stała uniwersalna Feigenbauma. Wykładniki Lapunowa, diagram bifurkacyjny, wrota chaosu. Entropia informacyjna i Kolmogorowa, typy ewolucji układu. Atraktory dziwne, struktury fraktalne (Cantor, Mandelbrot, Sierpiński). Model brukselatora bez dyfuzji. Klasyfikacja różnych zachowań fluktuacji. Brukselator z dyfuzją, struktury dyssypatywne, stabilność strukturalna. Aktywacyjno-inhibitorowa interpretacja niestabilności Turinga. Automaty komórkowe i modele agentowe. Przegląd możliwych miar złożoności.

A2. Problematyka praktyczna wykładu:

Modelowanie wybranych układów złożonych w języku Mathematica. Liczba i rodzaj programów w powiązaniu z wykładaną teorią układów złożonych, np. pojedyncze trajektorie, mapa bifurkacyjna i wykładniki Lapunowa dla odzworowania logistycznego; powstawanie chaosu na przykładzie "zjeżdżania z wyboistego stoku"; uogólnione błędzenie losowe oraz błędzenie losowe maksymalizujące entropię; generowanie obrazów fraktali i krzywych fraktalnych 1D i 2D; nieliniowe wahadło tłumione; stabilność układu równań różniczkowych; modele oparte na automatach komórkowych; "usuwanie śmieci przez mrówki" – modelowanie agentowe.

Wykaz literatury

A. Literatura wymagana do ostatecznego zaliczenia zajęć (zdania egzaminu):

- N. Boccara, *Modeling Complex Systems*, Springer 2010 (wybrane rozdziały wskazane podczas wykładów).
- S. Lynch, *Dynamical Systems with Applications Using Mathematica*, Springer 2007.
- G. L. Baker, J. P. Gollub, *Wstęp do dynamiki układów chaotycznych*, PWN 1998.
- D. Stauffer, H. G. Stanley, *Od Newtona do Mandelbrota*, WNT 1997 (rozdz. 5 – Fraktale w fizyce teoretycznej)
- L. Pielą, *Idee chemii kwantowej*, PWN 2003 (rozdz. 15).

B. Literatura uzupełniająca

- I. Białynicki-Birula, I. Białynicka-Birula, *Modelowanie rzeczywistości*, Prószyński i S-ka 2002, <http://www.wiw.pl/modelowanie/>
- J. P. Sethna, *Statistical Mechanics: Entropy, Order Parameters, and Complexity*, Oxford Clarendon Press 2011; <http://www.lassp.cornell.edu/sethna/>,
- Wolfram Demonstration Project; <http://demonstrations.wolfram.com/>.

Efekty kształcenia (Szczegółowe zalecenia i wskazówki praktyczne przedstawiono w „Jak przygotować programy kształcenia...” Krasniewski A., rozdz. 5.3.2.2. str. 46-49.

Wiedza

- K_W03 Charakteryzuje układ złożony, wybrane rodzaje złożoności i ich możliwe miary.
- K_W03 Wyjaśnia, na czym polega sprzężenie zwrotne w przykładowym modelu ewolucji.
- K_W03 Charakteryzuje pojęcie chaosu na przykładzie odzworowania logistycznego.
- K_W03 Rozróżnia podstawowe typy ewolucji układów złożonych.
- K_W03 Definiuje pojęcie fraktala i podaje przykład atraktora dziwnego.
- K_W03 Wyjaśnia pojęcie stabilności strukturalnej.
- K_W01, K_W07 Charakteryzuje działanie przykładowego automatu komórkowego.
- K_W04, K_W05 Opisuje własności pakietu Mathematica przydatne do modelowania układów fizycznych.

Umiejętności

- K_U04 Posiada umiejętność analizy modelu Verhulsta w ujęciu dyskretnym i ciągłym.
- K_U03 Potrafi sklasyfikować różne zachowania fluktuacji w modelu brukselatora.
- K_U04 Potrafi zbadać stabilność punktów krytycznych dla prostego przykładu układu równań różniczkowych.
- K_U04 Tworzy własne funkcje w języku Mathematica celem modularyzacji kodu.
- K_U06 Posługuje się wybranymi funkcjami Mathematica służącymi do graficznej prezentacji danych naukowych.
- K_U03 Wykorzystuje funkcję Manipulate do tworzenia modelu symulacyjnego układów fizycznych.

Kompetencje społeczne (postawy)

- K_K01 Otwarty na stawianie pytań, podnoszenie wątpliwości i stawianie hipotez.
- K_K02, K_K03 Wnosi samodzielne pomysły w procesie wspólnego wypracowywania rozwiązania dla rozważanego zadania.
- K_K04 Wykorzystuje efektywnie i krytycznie różne źródła wiedzy.

Kontakt

Adres email lub telefon do osób odpowiedzialnych za przedmiot: piaser@uni.opole.pl; wolch@uni.opole.pl;