


**KAPITAŁ LUDZKI**  
 NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

 Projekt współfinansowany przez  
 Unię Europejską w ramach  
 Europejskiego Funduszu  
 Społecznego

**UNIA EUROPEJSKA**  
 EUROPEJSKI  
 FUNDUSZ SPOŁECZNY


<b>Nazwa przedmiotu</b>		<b>Kod ECTS</b>	
Wstęp do teorii chaosu		13.2.0627	
<b>Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot</b>			
Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki			
<b>Studia</b>			
<b>wydział</b>	<b>kierunek</b>	<b>poziom</b>	<b>drugiego stopnia</b>
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Fizyka	<b>forma</b>	stacjonarne
		<b>moduł</b>	fizyka
		<b>specjalnościowy</b>	Podstawowa
<b>specjalizacja</b>			
<b>Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)</b>			
prof. UG, dr hab. Adam Rutkowski			
<b>Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin</b>		<b>Liczba punktów ECTS</b>	
<b>Formy zajęć</b>		5 udział studenta w zajęciach (30 godz. wykładu + 45 godz. ćwiczeń laboratoryjnych) - 3 ECTS, praca własna studenta - 2 ECTS	
Wykład, Ćw. laboratoryjne			
<b>Sposób realizacji zajęć</b>			
zajęcia w sali dydaktycznej			
<b>Liczba godzin</b>			
Ćw. laboratoryjne: 45 godz., Wykład: 30 godz.			
<b>Termin realizacji przedmiotu</b>			
2023/2024 zimowy			
<b>Status przedmiotu</b>		<b>Język wykładowy</b>	
obowiązkowy		polski	
<b>Metody dydaktyczne</b>		<b>Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykład z prezentacją multimedialną</li> <li>- praca własna przygotowanie się do egzaminu</li> <li>- ćwiczenia w laboratorium komputerowym, praca własna - rozwiązanie projektów obliczeniowych</li> </ul>		<b>Sposób zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zaliczenie na ocenę</li> <li>- Egzamin</li> </ul>	
		<b>Formy zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- wykonanie pracy zaliczeniowej - projekt lub prezentacja</li> <li>- egzamin pisemny z pytaniami (zadaniami) otwartymi</li> </ul>	
		<b>Podstawowe kryteria oceny</b>	
		składowa oceny	próg zaliczeniowy
		składowa oceny końcowej	
		aktywność na zajęciach (laboratorium)	0%
			5%
		projekty	51%
			35%
		egzamin	51%
			60%
<b>Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się</b>			

zakładany efekt kształcenia	Egzamin	Projekt
	Wiedza	
K_W01	+	+
K_W02	+	+
K_W03	+	+
K_W04	+	+
K_W05		
K_W06		
	Umiejętności	
K_U01	+	+
K_U03	+	+
K_U09	+	+
	Kompetencje	
K_K01	+	+

**Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi**

**A. Wymagania formalne**

Zaliczenie przedmiotów: Logika i Algebra, Algebra liniowa, Analiza matematyczna, Równania różniczkowe i rachunek prawdopodobieństwa

**B. Wymagania wstępne**

Umiejętność prowadzenia symulacji komputerowych

**Cele kształcenia**

Celem przedmiotu jest przegląd zjawisk chaotycznych w układach dynamicznych, przedstawienie podstawowych faktów i pojęć teorii, zastosowań w naukach przyrodniczych, oraz zilustrowanie ich przykładami.

**Treści programowe**

- Pojęcie nieliniowości - układy dynamiczne, skutki nieliniowości;
- Oscylatory liniowe i nieliniowe, bifurkacje;
- Układy autonomiczne i nieautonomiczne, przykłady;
- Przestrzeń fazowa, trajektorie fazowe: stabilność, atraktory, repelery; punkty równowagi; cykle graniczne;
- Układ równań Lorentza;
- Bifurkacje i pojawienie się chaosu; odwzorowanie logistyczne i Henona; podwajanie okresu; wykładniki Lapunowa; efekt motyla;
- Chaos w oscylatorach;
- Przykłady układów fizycznych wykazujących chaos deterministyczny.

**Wykaz literatury**

- J. Kudrewicz, Fraktale i chaos, WNT 2007
- N. J. Giordano, H. Nakanishi, Computational Physics, Pearson 2006
- H. G. Schuster, Chaos deterministyczny, PWN 1995

**Kierunkowe efekty uczenia się**

K\_W01-ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji, zasad i teorii fizycznych, rozumie ich historyczny rozwój i znaczenie nie tylko dla fizyki, ale i dla innych nauk ścisłych i przyrodniczych oraz poznania świata  
K\_W02 rozumie rolę eksperymentu fizycznego, matematycznych modeli teoretycznych przybliżających rzeczywistość oraz symulacji komputerowych w metodologii badań naukowych; ma świadomość ograniczeń technologicznych, aparaturowych i metodologicznych w badaniach naukowych  
K\_W03 zna zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny lub symulację komputerową

**Wiedza**

Student zna:

- przykłady liniowych i nieliniowych układów dynamicznych;
- matematyczne konsekwencje nieliniowości;
- rozwiązania równań opisujących różnego typu oscylatory;
- rodzaje punktów równowagowych;
- metody opisu układów dynamicznych bazujących na pojęciu przestrzeni fazowej;
- rodzaje atraktorów;
- scenariusze pojawiania się chaosu;
- własności odwzorowania logistycznego;
- efekt podwajania okresu;
- rolę wykładników Lapunowa w teorii chaosu;

**Umiejętności**

Student potrafi:

<p>K_W04 zna zasadę działania układów pomiarowych i aparatury badawczej specyficznych dla obszaru fizyki związanego z wybraną specjalizacją lub zna zaawansowane metody fizyki teoretycznej i matematycznej</p> <p>K_W05 zna teoretyczne postawy metod obliczeniowych oraz technik informatycznych stosowanych do modelowania i symulacji układów fizycznych</p> <p>K_W06 posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki, a w szczególności w obrębie obranej specjalizacji</p> <p>K_U01 potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów fizycznych, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu</p> <p>K_U03 potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników</p> <p>K_U09 potrafi pracować samodzielnie i w zespole</p> <p>K_K01 zznna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się i innych osób</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. rozwiązywać analitycznie lub numerycznie układy równań różniczkowych;</li><li>2. posługiwać się językiem przestrzeni fazowej;</li><li>3. generować diagramy fazowe i bifurkacyjne;</li><li>4. klasyfikować punkty równowagowe i atraktory;</li><li>5. opisać różne drogi osiągnięcia chaosu;</li><li>6. wskazać i opisać przykłady zachowań chaotycznych w przyrodzie.</li></ol>
<b>Kontakt</b>  adam.rutkowski@ug.edu.pl	<b>Kompetencje społeczne (postawy)</b>