

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Układy złożone. Przewidywalność i przewidywalność		
			w j. angielskim	Complex Systems. Rnadmoness and Predictability		
Rodzaj zajęć	specjalnościowe					
Kierownik przedmiotu	prof. Marek Kuś (Centrum Fizyki Teoretycznej PAN)		Prowadzący zajęcia	prof. Marek Kuś (Centrum Fizyki Teoretycznej PAN)		
Jednostka realizująca	Centrum Studiów Zaawansowanych PW	Dyscyplina/y naukowa/e	Nauki fizyczne, nauki chemiczne, matematyka, inżynieria materiałowa, inżynieria chemiczna, inżynieria mechaniczna, automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy			
Język zajęć	Polski					
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2	
Minimalna liczba uczestników	12	Maksymalna liczba uczestników	100	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	II stopnia	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytorjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2				
	łącznie w semestrze	30				

1. Wymagania wstępne

Podstawy matematyki i fizyki w zakresie studiów na uniwersytetach technicznych. Matematyka: podsatwy algebry liniowej i rachunek różniczkowego i całkowego.
Fizyka: podstawy mechaniki, elektrodynamiki, optyki i fizyki kwantowej

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest nabycie umiejętności analizowania procesów w naturze i technice w terminach układów złożonych oraz znajomości i kompetencji w z zakresie analitycznego i numerycznego modelowania takich procesów w konkretnych zastosowaniach technicznych

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

Treścią wykładu będzie zapoznanie słuchacza z podstawowymi zagadnieniami modelownia i analizy układów złożonych w nauce i technice, a także poza tymi obszarami badawczymi, tzn. w naukach społecznych i biologicznych. Przedstawione zostaną ilościowe metody charakteryzacji złożoności układu oraz przypadkowości i przewidywalności jgo zachowania. Treść poszczególnych wykładów zawiera poniższa lista.

1. Układy złożone, metody opisu i badania
2. Układy dynamiczne
3. Chaos deterministyczny, przewidywalność
4. Szum i procesy stochastyczne, przypadkowość
6. Dynamika sieci
7. Metody geometryczne w analizie układów złożonych
8. Sterowanie i kontrola złożonych układów dynamicznych
9. Miary złożoności układów
10. Problemy redukcji i emergencji w układach złożonych

11. Kwantowe układy złożone
12. Przypadkowość w mechanice kwantowej. Indeterminizm klasyczny i kwantowy
13. Szum kwantowy, metody opisu i analizy
14. Zastosowania teorii układów złożonych w innych obszarach nauki (nauki biologiczne)
15. Zastosowania teorii układów złożonych w innych obszarach nauki (nauki społeczne).

Ćwiczenia projektowe

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu układów złożonych ich typów i własności	SD_W2/ SD_W3	ocena projektu
W02	Potrafi wskazać źródła przypadkowości w różnych typach układów złożonych	SD_W2/ SD_W3	ocena projektu
W03	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie analizy przewidywalności w układach złożonych	SD_W2/ SD_W3	ocena projektu
Umiejętności			
U01	Potrafi klasyfikować układy złożone	SD_U1/ SD_U2	ocena projektu
U02	Potrafi stosować podstawowe metody modelowania układów złożonych za pomocą równań różniczkowych, odwzorowań, sieci i metod geometrycznych.	SD_U1/ SD_U2	ocena projektu
U03	Potrafi stosować podstawowe metody modelowania układów złożonych w konkretnych problemach technicznych	SD_U1/ SD_U2	ocena projektu
U04	Potrafi stosować podstawowe miary złożoności w układach równań różniczkowych i odwzorowań	SD_U1/ SD_U2	ocena projektu
Kompetencje społeczne			
K01	Rozumie znaczenie układów złożonych w nauce i technice	SD_K1	ocena aktywności w trakcie zajęć
K02	Rozumie interdyscyplinarny charakter układów złożonych.	SD_K1	ocena aktywności w trakcie zajęć

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

Projekt

Liczba możliwych nieobecności umożliwiających zaliczenie przedmiotu – dwie, ponad tę liczbę brak możliwości zaliczenia przedmiotu.

6. Literatura

[1] E. Ott, *Chaos w układach dynamicznych*, PWN

[2] H. G. Schuster, *Chaos deterministyczny*, PWN

[3] A. Nowak, W. Borkowski, K. Winkowska-Nowak, *Układy złożone w naukach społecznych*, PWN

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	5
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	5
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		50
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	