

**WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Fizyka układów złożonych**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Physics of complex systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Inżynieria zarządzania**Specjalność (jeśli dotyczy):** Zarządzanie projektami**Poziom i forma studiów:** II stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu** W08IZZ-SM0029**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>15</b>		<b>15</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>25</b>		<b>25</b>		
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>		<b>zaliczenie na ocenę</b>		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>		<b>1</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			<b>1</b>		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>0,68</b>		<b>0,68</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Umiejętność programowania np. w języku Python
2. Podstawowa wiedza i umiejętności z teorii prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej
3. Podstawowa wiedza z analizy matematycznej, algebry i fizyki ogólnej na poziomie studiów I stopnia nauk technicznych

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Celem tego kursu jest wprowadzenie podstawowych pojęć, modeli i narzędzi używanych w dziedzinie układów złożonych tzn. układów wielu oddziałujących składników. Po tym kursie studenci powinni rozumieć pojęcie złożoności oraz relacje między różnymi podejściami używanymi do układów złożonych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna i rozumie zaawansowane modele, metody i narzędzia informatyczne, zwłaszcza symulacyjne służące rozwiązywaniu problemów decyzyjnych zarządzania.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi opisać wybrane zagadnienia spotykane w życiu codziennym i zawodowym używając formalizmu matematyczno-fizycznego i wyciągnąć wnioski

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi brać czynny udział w dyskusji i pracować w grupie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Prezentacja wymagań i sposobu oceniania. Wstęp: co to jest układ złożony i jak można go modelować?	1
Wy2	Od mikro do makro: równowaga, entropia i model Ehrenfesta	2
Wy3	Model perkolacji	2
Wy4	Model Isinga	2
Wy5	Elementy teorii przemian fazowych	2
Wy6	Sieci złożone: modele i procesy na sieciach	2
Wy7	Prawa potęgowe wokół nas i modele samoorganizującej się krytyczności	2
Wy8	Spółeczne układy złożone: modele dynamiki opinii i dyfuzji innowacji	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Prezentacja wymagań i sposobu oceniania.	1
La2	Symulacje Monte Carlo	3
La3	Symulacja modelu perkolacji	4
La4	Symulacja Metropolis Monte Carlo modelu Isinga – obserwacja przemian fazowych	4
La5	Sieci złożone: modele i wizualizacja (pakiet NetworkX w języku Python)	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny

N2. Prezentacja multimedialna

N3. Laboratorium komputerowe – język programowania Python

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		ocena z projektu
F2		średnia ocen z zadań na laboratorium
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> 1. Albert-László Barabási, “Network Science”, Cambridge University Press 2016 2. Nino Boccarda, “Modeling Complex Systems”, 2nd Edition, Springer-Verlag New York Inc. 2010 3. Nicholas R. Moloney, Kim Christensen, “Complexity and Criticality”, Imperial College Press 2005 <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> 1. David P. Landau, Kurt Binder, “A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics”, 4th Edition, Cambridge University Press 2014 2. Mark Newman, “Networks: An Introduction”, Oxford University Press 2010 3. Stefan Thurner, Rudolf Hanel, and Peter Klimek, “Introduction to the Theory of Complex Systems”, Oxford University Press 2018 4. Mark E. J. Newman, G. T. Barkema, “Monte Carlo Methods in Statistical Physics”, Oxford University Press 1999 <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b> Katarzyna Weron, <a href="mailto:katarzyna.weron@pwr.edu.pl">katarzyna.weron@pwr.edu.pl</a>