

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Informatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Systemy inteligentne i rozszerzona rzeczywistość

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Systemy złożone
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Complex systems
KOD PRZEDMIOTU	WiT I oIIS D7 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
2	15	0	30	0	0	15

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zazwyczaj systemy złożone to systemy naturalne lub społeczne, które składają się z dużej liczby nieliniowo oddziałujących elementów. Te systemy są otwarte, wymieniają informacje z otoczeniem i stale modyfikują swoją wewnętrzną strukturę i wzorce aktywności w procesie samoorganizacji. Dzięki temu są elastyczne i łatwo dostosowują się do zmiennych warunków zewnętrznych. Jednak najbardziej uderzającą własnością takich systemów jest istnienie zjawisk emergentnych, których nie można w prosty sposób wydedukować wyłącznie

ze znajomości struktury systemu i interakcji pomiędzy jego poszczególnymi elementami. Ta charakterystyka wskazuje na potrzebę podejścia holistycznego, które wymaga równoległego opisy tego samego systemu na różnych poziomach jego organizacji. Istnieją mocne argumenty wskazujące, że nawet na pozór odmienne i odległe systemy złożone mogą mieć zdumiewająco podobne cechy zarówno pod względem struktury jak i zachowania. Można więc oczekiwać istnienia jakiegoś wspólnego, uniwersalnego prawa, któremu układy te podlegają.

Cel 2 Prezentowany tu kurs, w przeważającej mierze autorski, ma na celu zapoznanie uczestnika z uniwersalnymi charakterystykami złożoności a także wprowadzenie metod obliczeniowych, które są szczególnie skuteczne w wydobywaniu informacji o wybranych ale jednocześnie najbardziej reprezentatywnych systemach złożonych. Do takich należą ludzki mózg, języki naturalne, zjawiska społeczne oraz rynki finansowe a szczególnie w ostatnich latach dynamicznie rozwijające się rynki walut cyfrowych zwanych kryptowalutami.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawowe elementy statystyki matematycznej, rachunku prawdopodobieństwa oraz algebry liniowej.

3 Znajomość jednego z narzędzi obliczeniowych: Matlab, Python, R.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Zna podstawowe metody adekwatne do opisu systemów złożonych.

EK2 Kompetencje społeczne Rozumie problematykę interakcji społecznych, potrafi odnieść je do systemów informatycznych.

EK3 Wiedza Zna mechanizmy funkcjonowania rynków finansowych, w tym kryptowalut.

EK4 Umiejętności Potrafi ilościowo ujmować korelacje czasowe i przestrzenne w systemach złożonych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Symulacje numeryczne dla prostych modeli generujących zjawisko chaosu deterministycznego.	4
L2	Badanie dynamiki odwzorowania logistycznego.	2
L3	Konstruowanie fraktali matematycznych.	4
L4	Wyznaczanie wymiaru fraktalnego według metody pudełkowej.	2
L5	Badanie korelacji w szeregach czasowych pochodzących z rynków finansowych.	4
L6	Zagadnienie rozkładów fluktuacji stóp zwrotu różnych instrumentów finansowych.	4
L7	Badanie efektów multifraktalności w szeregach czasowych.	4
L8	Generowanie macierzy losowych typu Wisharta dla rynków finansowych.	2
L9	Badanie specyfiki rynku kryptowalut w relacji do rynków tradycyjnych.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L10	Wyznaczanie charakterystyk sieci złożone.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Ogólne charakterystyki systemów złożonych i ich aspekty uniwersalne.	2
W2	Przykłady systemów złożonych - ludzki mózg, języki naturalne oraz rynki finansowe.	2
W3	Zjawisko chaosu deterministycznego a szum.	2
W4	Efekty współistnienia kolektywności i synchronizacji z chaosem deterministycznym i szumem.	2
W5	Niezmienniczość skali oraz krytyczność.	2
W6	Zjawisko samoorganizacji.	2
W7	Zespoły macierzy losowych.	2
W8	Sieci złożone i ich charakterystyki.	1

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Pozyskiwanie danych reprezentowanych przez szeregi czasowe z rzeczywistych rynków finansowych i ich analiza w ramach wprowadzonego formalizmu.	5
P2	Odwzorowywanie tekstów lingwistycznych na szeregi czasowe i badanie ich ilościowych charakterystyk.	5
P3	Badanie stabilności modelowych układów dynamicznych pod kątem "efektu motyla".	5

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Dyskusja

N3 Konsultacje

N4 Praca w grupach

N5 Zadania tablicowe

N6 Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem komputera

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	20
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	120
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Projekt

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Znajomość materiału zaprezentowanego w ramach wykładu oraz aktywne uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych.

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków określonych dla oceny 3.0

NA OCENĘ 3.0	Uzyskanie co najmniej 51% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 3.5	Uzyskanie co najmniej 61% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 4.0	Uzyskanie co najmniej 71% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 4.5	Uzyskanie co najmniej 81% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 5.0	Uzyskanie co najmniej 91% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków określonych dla oceny 3.0
NA OCENĘ 3.0	Uzyskanie co najmniej 51% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 3.5	Uzyskanie co najmniej 61% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 4.0	Uzyskanie co najmniej 71% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 4.5	Uzyskanie co najmniej 81% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 5.0	Uzyskanie co najmniej 91% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków określonych dla oceny 3.0
NA OCENĘ 3.0	Uzyskanie co najmniej 51% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 3.5	Uzyskanie co najmniej 61% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 4.0	Uzyskanie co najmniej 71% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 4.5	Uzyskanie co najmniej 81% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 5.0	Uzyskanie co najmniej 91% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	

NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków określonych dla oceny 3.0
NA OCENĘ 3.0	Uzyskanie co najmniej 51% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 3.5	Uzyskanie co najmniej 61% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 4.0	Uzyskanie co najmniej 71% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 4.5	Uzyskanie co najmniej 81% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
NA OCENĘ 5.0	Uzyskanie co najmniej 91% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	I2_W01	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8	N1 N2 N3	F1 P1
EK2	I2_K01 I2_K02 I2_K04	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 P1
EK3	I2_W01 I2_W02 I2_W03 I2_W05	Cel 1 Cel 2	L5 L6 L7 L8 L9 W1 W2 W4 W5 P1	N1 N2 N3 N4	F1 P1
EK4	I2_U01b I2_U02b I2_U03b I2_U07 I2_U08	Cel 1 Cel 2	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 P1 P2 P3	N2 N4 N5 N6	F1 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | J. Kwapień, S. Drożdż — *Physical approach to complex systems*, , 2012, Physics Reports 512, Elsevier
- [2] | M. Wątopek, S. Drożdż, J. Kwapień, L. Minati, P. Oświęcimka, M. Stanuszek — *Multiscale characteristics of the emerging global cryptocurrency market*, Physics Reports, 2021, Physics Reports 901, Elsevier

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | A. Fronczak, P. Fronczak — *Świat sieci złożonych. Od fizyki do internetu*, , 2021, PWN
- [2] | P. Bak — *How Nature Works: the science of self-organized criticality*, , 1999, Copernicus
- [3] | M. Schroeder — *Fractals, Chaos, Power Laws: Minutes from an Infinite Paradise*, , 2009, Dover Publications Inc
- [4] | E. Ott — *Chaos w układach dynamicznych*, , 1997, Wydawnictwo Naukowo Techniczne

LITERATURA DODATKOWA

- [1] | S. Drożdż, J. Kwapień, P. Oświęcimka — *Complexity in Economic and Social Systems*, , 2021, Entropy, MPDI

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. Stanisław Drożdż (kontakt: sdrozd@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof. dr hab. Stanisław Drożdż (kontakt: stanislaw.drozd@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....