

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: I

Specjalności: Brak specjalności

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Układy dynamiczne i elementy teorii chaosu
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Discrete Dynamical Systems and Chaos
KOD PRZEDMIOTU	WiIT I oIS D3 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	6.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
5	30	0	30	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z podstawami teorii układów dynamicznych z czasem dyskretnym i zastosowaniami tych układów do modelowania zjawisk fizycznych, biologicznych i społeczno - ekonomicznych przy użyciu narzędzi informatycznych.

Cel 2 Nauka praktycznego zastosowania wiedzy zdobytej na studiach oraz odpowiednich programów komputerowych do badania układów zmieniających się w czasie.

Kod archiwizacji:

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawy analizy matematycznej.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Zna podstawy metod numerycznych w matematyce, informatyce i ich zastosowania.

EK2 Wiedza Zna podstawowe twierdzenia dotyczące dyskretnych układów dynamicznych i ich zastosowania.

EK3 Umiejętności Potrafi stosować poznane pojęcia i metody rachunku różniczkowego i różnicowego do badania ciągłych i dyskretnych układów dynamicznych.

EK4 Umiejętności Potrafi użyć formalizmu matematycznego do budowy i analizy prostych modeli matematycznych w zastosowaniach praktycznych.

EK5 Kompetencje społeczne Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wprowadzenie podstawowych pojęć, układ dynamiczny. Model ciągły i model dyskretny na przykładzie modelu pojedynczej populacji, biomatematyka. Zastosowania matematyki w modelowaniu zjawisk biologicznych i społecznych. Dyskretny model Malthusa, macierze Lesliego.	2
W2	Elementy algebry liniowej, macierz przejścia. Definicja topologii, ciągłości w przestrzeniach topologicznych. Definicja sigma ciała, przestrzenie mierzalne. Definicja przestrzeni probabilistycznej, miara probabilistyczna. Elementy rachunku prawdopodobieństwa, zmienna losowa. Definicja przestrzeni metrycznej. Definicja rozmierności, dyfeomorfizmu.	3
W3	Topologiczny układ dynamiczny, metryczny układ dynamiczny, gładki układ dynamiczny.	1
W4	Ciąg Cauchy'ego. Przestrzeń metryczna zupełna. Odwzorowanie zwężające. Twierdzenie Banacha o punkcie stałym. Porządek Szarkowskiego. Twierdzenie Szarkowskiego oraz Li-Yorke'a.	3
W5	Algebra i równania różnicowe. Rozwiązywanie niejednorodnej kongruencji liniowej. Kasoratian i liniowa niezależność rozwiązań rekurencji. Rachunek sumacyjny i różnicowy, różnica, suma nieoznaczona i suma oznaczona.	3
W6	Dyskretny układ dynamiczny i pojęcia służące do ich opisywania: iterowanie odwzorowań, trajektoria, punkt stały, punkt okresowy, zbiór nieimienniczy, atraktor, repler.	2
W7	Ciągłe i stochastyczne układy dynamiczne. Teoria ergodyczna. Pojęcie miary, twierdzenie Birkhoffa. Podstawowe przykłady: układ Henona, przekształcenie piekarza, dziwne atraktory.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W8	Odwzorowanie logistyczne, punkty stałe, orbity, trajektorie chaotyczne, asymptotyczna stabilność, bifurkacja, stała Feigenbauma, wykładnik Lapunowa. Chaos w sensie Devaney.	4
W9	Łańcuchy Markowa.	3
W10	Funkcje kwadratowe zmiennej zespolonej i zbiór Mandelbrota, zbiory Julii.	2
W11	Wprowadzenie do geometrii fraktalnej, układy iterowanych przekształceń (IFS-y). Klasyczne przykłady: zbiór Cantora, dywan Sierpińskiego, krzywa Kocha.	2
W12	Teoria wymiaru, wymiar euklidesowy, topologiczny, fraktalny, samopodobieństwa, cyrklowy, pojemnościowy, pudełkowy, Hausdorfa.	3

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Zastosowania matematyki w modelowaniu zjawisk biologicznych i społecznych. Dyskretny model Malthusa, macierze Lesliego.	2
L2	Macierz przejścia, topologia, ciągłość w przestrzeniach topologicznych, sigma ciało, przestrzenie mierzalne, miara probabilistyczna, zmienna losowa, metryka, przestrzeń metryczna, dyfeomorfizm. Układ topologiczny na skończonym zbiorze. Przykład topologii na zbiorze skończonym. Funkcja ciągła, trajektorie. Przykład wybrany przez studenta i oparty na elementach z życia codziennego.	4
L3	Rachunek różnicowy i sumacyjny, rekurencje. Rekurencje, własności ciągu Fibonacciego. Praca nad dowodami twierdzeń, o ciągu Fibonacciego.	3
L4	Przybliżanie funkcji liczbowej przy pomocy rachunku różnicowego, porównanie z przybliżeniem jakie można otrzymać z szeregów Taylora. Szacowanie sum funkcji liczbowych przy pomocy rachunku sumacyjnego i różnicowego.	4
L5	Automaty komórkowe w formie gry na papierze. Badanie różnorodności struktur komórkowych przy użytych zasadach generujących automat komórkowy. Automaty komórkowe, gra w życie, warunki brzegowe, oscylatory, statki, struktury nieśmiertelne w grze w życie, własne struktury zaproponowane przez studentów. Korzystanie z aplikacji komputerowych przygotowanych dla automatów komórkowych.	3
L6	Łańcuchy Markowa, zastosowanie w rekompozycji utworów muzycznych. Program MuseScore - zaawansowany, darmowy edytor nut.	4
L7	Teoria ergodyczna, atraktory, układ Henona w programie Maxima (program komputerowy typu CAS systemów algebry komputerowej) lub Pythonie. Przekształcenie piekarza i jego własności i praktyczne zastosowanie.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L8	Zadania związane z odwzorowaniem logistycznym, wykresy pajęczynowe. Program: Logistic Function Cobweb Diagram - Desmos.	2
L9	Funkcje kwadratowe zmiennej zespolonej używane do generowania fraktali.	2
L10	Geometria fraktalna, układy iterowanych przekształceń (IFS-y), przykłady. Zbiór Cantora, dywan Sierpińskiego, krzywa Kocha i ich generowanie. System Funkcji Iterowanych (IFS), trójwymiarowe struktury IFS, oraz dwuwymiarowe struktury fraktalne w grafice żółwia.	2
L11	Praktyczne liczenie wymiaru fraktalnego.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Konsultacje

N6 Prezentacje multimedialne

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	15
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	25
Opracowanie wyników	30
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	150
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	6.00

9 SPOSOBY OCENY

Zaliczenie kolejnych etapów pracy w laboratorium, kolokwia, przygotowanie referatów studenckich w wersji pisemnej.

OCENA FORMUJĄCA

F1 oceny za kolejne etapy pracy w laboratorium 30%

F2 ocena za pisemne referaty studenckie 30%

F3 ocena za kolokwium 30%

F4 ocena za aktywność i wkład pracy 10%

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Minimum połowa sumarycznej liczby punktów z całego przedmiotu

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student zna mniej niż 50% opanowanego materiału.
NA OCENĘ 3.0	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż połowę maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 3.5	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 65% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 4.0	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 75% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 4.5	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 85% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 5.0	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 95% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student zna mniej niż 50% opanowanego materiału.
NA OCENĘ 3.0	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż połowę maksymalnej sumarycznej liczby punktów.

NA OCENĘ 3.5	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 65% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 4.0	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 75% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 4.5	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 85% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 5.0	Student zna wzory i twierdzenia potrzebne do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 95% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków na ocenę 3.0.
NA OCENĘ 3.0	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż połowę maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 3.5	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 65% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 4.0	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 75% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 4.5	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 85% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 5.0	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 95% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków na ocenę 3.0.
NA OCENĘ 3.0	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż połowę maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 3.5	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 65% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 4.0	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 75% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.

NA OCENĘ 4.5	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 85% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
NA OCENĘ 5.0	Student umie wykorzystać poznane wzory i twierdzenia do rozwiązywania wskazanych zadań obejmujących tematykę przedmiotu i uzyskał przy tym więcej niż 95% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie wykazał umiejętności, o których mowa w kryterium na ocenę 3.0.
NA OCENĘ 3.0	Student rozumie potrzebę regularnej pracy i systematycznie uczęszczał na zajęcia.
NA OCENĘ 4.0	Student wykazał się systematycznością o której mowa w kryterium na ocenę 3.0. Student mając świadomość ograniczeń własnej wiedzy aktywnie uczestniczy w wykładach i ćwiczeniach, a także systematycznie pracuje na platformie e-learningowej.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia warunki, o których mowa w kryterium na ocenę 4.0. Ponadto odczuwa potrzebę pogłębienia własnego zrozumienia danego tematu poprzez szukanie zastosowań oraz sięganie po dodatkowe materiały i literaturę.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	I1_W01	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11	N1 N2 N3 N4 N6	F1 F2 F3 F4 P1
EK2	I1_W01	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11	N1 N2 N3 N4 N6	F1 F2 F3 F4 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK3	I1_U01b I1_U02	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11	N1 N2 N3 N4 N6	F1 F2 F3 F4 P1
EK4	I1_U01b I1_U06b	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11	N1 N2 N3 N4 N6	F1 F2 F3 F4 P1
EK5	I1_K03	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11	N1 N2 N3 N4 N6	F1 F2 F3 F4 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **U. Foryś** — *Modelowanie matematyczne w biologii i medycynie*, Warszawa, 2011, Uniwersytet Warszawski
- [2] | **H.O. Peitgen, H. Jurgens, D. Saupe** — *Fraktale: granice chaosu*, Warszawa, 2002, PWN
- [3] | **C. Robinson** — *An Introduction to dynamical Systems: Continuous and Discrete*, Providence, Rhode Island, 2004, AMS
- [4] | **M. Martelli** — *Introduction to Discrete Dynamical Systems and Chaos (Wiley Series in Discrete Mathematics and Optimization) 1st Edition*, Canada, 1999,

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Maciej Zakarczemny (kontakt: mzakarczemny@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)