**Nazwa przedmiotu:**

Układy dynamiczne

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Janina Kotus, dr hab. Bogusława Karpińska

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Matematyka

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

1120-MAMNT-NSP-0041

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

6

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. godziny kontaktowe – 70 h; w tym
a) obecność na wykładach – 30 h
b) obecność na ćwiczeniach – 30 h
c) obecność na egzaminie – 5 h
d) konsultacje – 5 h
2. praca własna studenta – 85 h; w tym
a) przygotowanie do ćwiczeń – 30 h
b) zapoznanie się z literaturą – 15 h
c) przygotowanie do egzaminu – 40 h
Razem 155 h, co odpowiada 6 pkt. ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

a) obecność na wykładach – 30 h
b) obecność na ćwiczeniach – 30 h
c) obecność na egzaminie – 5 h
d) konsultacje – 5 h
Razem 70 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 30h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Analiza matematyczna 1-3, Analiza zespolona 1, Równania różniczkowe zwyczajne.

**Limit liczby studentów:**

Bez limitu

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami teorii układów dynamicznych ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki holomorficznej i przygotowanie ich do samodzielnej pracy w tej dziedzinie.

**Treści kształcenia:**

1. Badanie lokalnej dynamiki:
- Twierdzenie Grobmana-Hartmana o linearyzacji.
- Twierdzenie Hadamarda – Perrona o istnieniu lokalnych rozmaitości niezmienniczych stabilnych i niestabilnych.
2. Nietrywialne zbiory hiperboliczne.
3. Dynamika symboliczna.
4. Strukturalna stabilność
5. Bifurkacja siodło-węzeł, bifurkacja podwajania okresu.
6. Nieskończony ciąg bifurkacji Feingenbauma.
7. Dynamika holomorficzna:
Zbiory Julii i Fatou
Lokalna dynamika w otoczeniu punktów stałych i okresowych
Klasyfikacja składowych okresowych i tw. Sullivana
Zbiór Mandelbrota
Przekształcenia quasikonforemne

**Metody oceny:**

Ocena z przedmiotu (w standardowej skali 2–5) zostanie wystawiona na podstawie aktywności studentów podczas zajęć, a także egzaminu.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. L. Carleson, T.W. Gamelin, Complex dynamics, Springer-Verlag New York, 1993
2. W. Szlenk, Wstęp do teorii gładkich układów dynamicznych, PWN 1982.
3. R. C. Robinson, Dynamical systems : stability, symbolic dynamics, and chaos, 1999.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka UD\_W01:**

Zna klasyfikację punktów okresowych, lokalną dynamikę w ich otoczeniu oraz przykłady nie- trywialnych zbiorów hiperbolicznych. Zna warunki konieczne i dostateczne do strukturalnej stabilności niskowymiarowych układów dynamicznych.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UD\_W02:**

Zna podstawowe bifurkacje: siodło węzeł i podwajania okresu oraz klasy układów dyskretnych w których zachodzą wymienione bifurkacje.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UD\_W03:**

Zna rodzinę logistyczną w której zachodzi nieskończony ciąg bifurkacji podwajania okresu zwany bifurkacją Feingenbauma. Zna definicję i własności zbioru Mandelbrota.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka UD\_U01:**

Potrafi metodami analitycznymi lub przy wsparciu komputera zidentyfikować bifurkacje i przeanalizować zmiany portretów fazowych w efekcie zaburzeń lokalnych i globalnych.

Weryfikacja:

Egzamin, aktywność na ćwiczeniach

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UD\_U02:**

Umie kodować dynamikę w terminach dynamiki symbolicznej.

Weryfikacja:

Egzamin, aktywność na ćwiczeniach

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka UD\_K01:**

Rozumie potrzebę i istotę zdobywania wiedzy i umie organizować jej zdobywanie.

Weryfikacja:

Egzamin, aktywność na ćwiczeniach

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_K01, M2MNT\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**