

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim **Układy Dynamiczne i Teoria Ergodyczna**Nazwa w języku angielskim **Dynamical Systems and Ergodic Theory**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy):

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: **III stopień**Rodzaj przedmiotu: **Wydziałowy kurs podstawowy**Kod przedmiotu **MAP1306**Grupa kursów **TAK/ NIE***

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 90 | | | | |
| Forma zaliczenia | Egzamin / zaliczenie na ocenę* | Egzamin / zaliczenie na ocenę* | Egzamin / zaliczenie na ocenę* | Egzamin / zaliczenie na ocenę* | Egzamin / zaliczenie na ocenę* |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 3 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | 2 | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1 | | | | |

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawowa wiedza i umiejętności z zakresu Topologii, Teorii Miary i Analizy Funkcjonalnej.
2. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

CELE PRZEDMIOTU

C1 Student zapozna się z wybranymi pojęciami Teorii Układów Dynamicznych w tym Teorii Ergodycznej i główne twierdzenia dotyczące tych pojęć.

C2 Student pozna powiązania pojęć Teorii Układów Dynamicznych z pojęciami innych działami matematyki, takimi jak Procesy Stochastyczne, Równania Różniczkowe, czy Teoria Liczb.

C3 Student nabeździe umiejętność posługiwania się wybranymi narzędziami Teorii Układów Dynamicznych do rozwiązywania problemów w tym z innych dziedzin matematyki i fizyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Posiada wiedzę dotyczącą metod Teorii Układów Dynamicznych

PEK_W02 Zna powiązania i zastosowania pojęć Teorii Układów Dynamicznych w innych działach matematyki

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Ma umiejętności związane z metodyką i metodologią badań naukowych

PEK_U02 Potrafi kreować i samodzielnie prowadzić badania naukowe

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Jest świadomy roli współpracy, w tym międzynarodowej

PEK_K02 Ma świadomość wagi prowadzenia działalności naukowej

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Abstrakcyjne pojęcie układu dynamicznego z działaniem grupy lub półgrupy, przykłady. | 2 |
| Wy2 | Topologiczne układy dynamiczne, tranzytywność, minimalność, powracanie, faktory, sprzężenie, pary proksymalne, pary asymptotyczne. Chaos Li-Yorke’a | 2 |
| Wy3 | Układy symboliczne, własności, charakteryzacja, zastosowania | 2 |
| Wy4 | Powiązania układów symbolicznych z Teorią Liczb – zbiory IP i inne. Wzminaka o hipotezie Sarnaka. | 2 |
| Wy5 | Transformacje zachowujące miarę, Faktory i izomorfizm. Przypomnienie podstawowych twierdzeń: Poincare o powracaniu Lemat Rohlina i Ergodyczne Twierdzenie Birkhoffa. Powiązanie z procesami stochastycznymi. | 2 |
| Wy6 | Miary niezmiennicze w układzie topologicznym, sympleks miar. Wzmianka o hipotezie Furstenberga. | 2 |
| Wy7-8 | Własności spektralne układu dynamicznego. Operator Koopmana i Markowa. Twierdzenie spektralne. Widmo punktowe, widmo dyskretne miarowe i topologiczne. Równociągłość. Faktor maksymalny jednakowo ciągły, Faktor Kroneckera, Obroty grup. Twierdzenie Halmosa – von Neumanna | 4 |
| Wy9 | Mieszanie i słabe mieszanie. Układy Bernoulli’ego. | 2 |
| Wy10-12 | Różne konstrukcje układów dynamicznych: układy indukowane, zawieszenie, produkty skośne, rozszerzenia grupowe, rozszerzenia semikocyklowe, potoki specjalne, elementy teorii Układów Gładkich (podkova Smale’a). | 6 |
| Wy13 | Połączenia topologiczne i miarowe. Rozłączność. | 2 |
| Wy14 | Entropia topologiczna i miarowa. Entropia warunkowa Podaddytywność. | 2 |
| Wy15 | Zastosowania entropii. Zasada wariacyjna. Twierdzenie Ornsteina. | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 wykład
N2 konsultacje
N3 prace pisemne: rozwiązywanie zadań i problemów

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu kształcenia | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia |
|--|--|---|
| F1 | PEK_U01, PEK_U02, PEK_W01, PEK_W02 | uczestnictwo w wykładzie |
| F2 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02 | rozwązywanie zadań i problemów |
| $P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$ | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Peter Walters: An Introduction to Ergodic Theory, Springer 1982
- [2] Karl Petersen: Ergodic Theory
- [3] J. de Vries: Elements of Topological Dynamics

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] T. Downarowicz: Entropy in Dynamical Systems , Cambridge University Press 2011

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

PROF. DR HAB. INŻ. TOMASZ DOWNAROWICZ downar@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
UKŁADY DYNAMICZNE I TEORIA ERGODYCZNA
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU
I SPECJALNOŚCI

| Przedmiotowy efekt kształcenia | Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)** | Cele przedmiotu*** | Treści programowe*** | Numer narzędzia dydaktycznego*** |
|---------------------------------------|--|---------------------------|-----------------------------|---|
| PEK_W01 (wiedza) | I3_W06 | C1,C2 | Wy1-15 | N1,N2,N3 |
| PEK_W02 | I3_W06 | C1,C2 | Wy1-15 | N1,N2,N3 |
| PEK_U01 (umiejętności) | I3_U02 | C2 | Wy1-15 | N2,N3 |
| PEK_U02 | I3_U05 | C2,C3 | Wy1-15 | N2,N3 |
| PEK_K01 (kompetencje) | I3_K01 | C3 | Wy1-15 | N2,N3 |
| PEK_K02 | I3_K04 | C3 | Wy1-15 | N2,N3 |

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej