

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: TEORIA ERGODYCZNA
Nazwa w języku angielskim: ERGODIC THEORY
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): MATEMATYKA
Specjalność (jeśli dotyczy): MATEMATYKA TEORETYCZNA
Stopień studiów i forma: 2 stopień, stacjonarna /niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu: MAT001540
Grupa kursów: TAK / NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	3				
W tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- Analiza Funkcjonalna i Topologia

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przedstawienie metod wyznaczania konserwatywnej i dyssypatywnej części dla przekształcenia niesingularnego.
 C2 Dokładne zapoznanie z głównymi twierdzeniami teorii ergodycznej dla przekształceń zachowujących miarę,
 C3 Zaprezentowanie metod wyznaczania gęstości absolutnie ciągłych miar niezmienniczych.
 C4 Umożliwienie samodzielnego opracowania i referowania zagadnień teorii ergodycznej.

• PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Student zna :
 PE_W01 większość klasycznych definicji i twierdzeń z teorii ergodycznej oraz ich dowody,

PE_W02 zaawansowane techniki wyznaczania gęstości absolutnie ciągłych miar niezmienniczych,
 PE_W03 podstawowe miarowe układy dynamiczne.

Student umie:

PE_U01 analizować iteracje przekształcenia ze względu na zjawisko powrotu lub rozproszenia ,

PE_U02 badać statystyczne własności iteracji przekształcenia zachowującego miarę,

PE_U03 w ramach teorii ergodycznej - przeprowadzać dowody z wykorzystaniem narzędzi innych działów matematyki .

Z zakresu kompetencji społecznych student

PE_K01 potrafi opracować dane zagadnienie w oparciu o materiały źródłowe oraz dokonać ich prezentacji ,

PE_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przekształcenia niesingularne. Podział Hopfa, tw. rekurencyjne Halmosa.	2
Wy2	Ergodyczne przekształcenia niesingularne. Przekształcenia grupy topologicznej zachowujące miarę Haara.	2
Wy3	Przesunięcia Bernoulliego, Markova. Beta-przekształcenia i przekształcenie Gaussa.	2
Wy4	Dowód indywidualnego tw. ergodycznego Birkhoffa.	2
Wy5	Dowód statystycznego tw. von Neumanna oraz tw. o ekwipartycji Weyla.	2
Wy6	Ergodyczność przekształceń pochodzenia algebraicznego i przesunięć Bernoulliego.	2
Wy7	Słabe i mocne mieszanie. Charakteryzacja ciągowa i funkcjonalna tych własności.	2
Wy8	Elementy spektralnej teorii operatorów unitarnych (tw. Herglotza) z zastosowaniem do charakteryzacji słabego mieszania przekształceń.	2
Wy9	Izomorfizm i jego niezmienniki dla przekształceń niesingularnych i zachowujących miarę. Własności operatora Frobeniusa-Perrona.	2
Wy10	Opis części konserwatywnej oraz charakteryzacja dokładności w sensie Rochlina niesingularnych przekształceń przy pomocy operatora Frobeniusa-Perrona.	2
Wy11	Charakteryzacja dokładności przy pomocy iteracji przekształcenia. Dowód dokładności beta-przekształceń i przesunięć Bernoulliego.	2
Wy12	Absolutnie ciągłe miary niezmiennicze . Opis słabej i mocnej zwartości zbiorów funkcji, dowód tw. Kakutaniego-Yosidy.	2
Wy13	Własności funkcji o wahanii skończonym na odcinku . Tw. Lasoty-Yorke'a o istnieniu absolutnie ciągłej miary niezmienniczej dla	2

	przekształceń kawałkami gładkich odcinka.	
Wy14	Dowód tw. Lasoty-Yorke'a.	2
Wy15	Własności ergodyczne kawałkami gładkich przekształceń odcinka.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Od rzutu symetryczną monetą do przekształcenia piekarza.	3
Ćw2	Przykłady niesingularnych przekształceń. Konserwatywność przekształcenia Boole'a.	3
Ćw3	Samodzielne opracowanie i referowanie przez studentów powierzonych im materiałów naukowych dotyczących konserwatywności, dyssypatywności, ergodyczności, mieszań, dokładności, miar niezmienniczych.	24
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
2. Ćwiczenia problemowe i seminaryjne – metoda tradycyjna
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń
5. Dyskusja-„burza mózgów”

OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02.	Opracowanie i zreferowanie zagadnienia z teorii ergodycznej na podstawie bieżącej literatury naukowej.
P=1*F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- J. Aaronson, An Introduction to Infinite Ergodic Theory, Mathematical Surveys and Monographs, 50, 1997.
- A. Lasota and M.C. Mackey, Chaos, Fractals, and Noise. Stochastic Aspects of Dynamics, Applied Math. Sciences 97, 1995.
- W. Parry, Topics in Ergodic Theory, Cambridge Tracts in Math. 75, 1981.
- P. Walters, Ergodic Theory, Introductory Lectures, 1975.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- N.A. Friedman, Introduction to ergodic theory, Van Nostrand, 1970
- S.W. Fomin, I. P. Kornfeld, J. G. Sinaj, Teoria Ergodyczna, PWN, 1987

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

prof. Zbigniew Kowalski (zbigniew.kowalski@pwr.wroc.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **TEORIA ERGODYCZNA** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU MATEMATYKA I SPECJALNOŚCI **MATEMATYKA TEORETYCZNA**

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)	K2MAT_W04, K2MAT_W09, K2MAT_W14S2MTE	C2	Wy4, Wy5, Wy7, Wy8	1
PEK_W02	K2MAT_W04, K2MAT_W09, K2MAT_W14S2MTE	C3	Wy9, Wy12, Wy13, Wy14	1, 2, 4
PEK_W03	K2MAT_W04, K2MAT_W09 K2MAT_W14S2MTE	C2	Wy2, Wy3, Wy6, Wy11, Wy11, Ćw1	1, 2, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MAT_U01, K2MAT_U04, K2MAT_U08, K2MAT_U12S2MTE	C1	Wy1, Wy2, Wy10, Wy15, Ćw2, Ćw3	1, 2, 3
PEK_U02	K2MAT_U01, K2MAT_U04, K2MAT_U08, K2MAT_U12S2MTE	C2, C3	Wy7, Wy11, Wy15	1, 2, 3
PEK_U03	K2MAT_U01, K2MAT_U04, K2MAT_U08, K2MAT_U12S2MTE K2MAT_U13	C2, C4	Ćw3	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K05	C4	Ćw3	2, 3, 4
PEK_K02	K2MAT_K01, K2MAT_K05	C4	Ćw3	4, 5