**Nazwa przedmiotu:**

Procesy stochastyczne

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. Wojciech Matysiak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Matematyka i Analiza Danych

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

1120-MA000-LSP-0355

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1. godziny kontaktowe – 68 h; w tym
a) obecność na wykładach – 30 h
b) obecność na ćwiczeniach – 30 h
c) obecność na egzaminie – 3 h
d) konsultacje – 5 h
2. praca własna studenta – 35 h; w tym
a) przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwiów – 20 h
b) zapoznanie się z literaturą – 5 h
c) przygotowanie do egzaminu – 10 h
Razem 103 h, co odpowiada 5 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 – 3 h
d) konsultacje – 5 h

**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:**

Rachunek prawdopodobieństwa

**Limit liczby studentów:**

.

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawami teorii procesów stochastycznych i ich zastosowań.

**Treści kształcenia:**

1. Definicja procesu stochastycznego. Podstawowe pojęcia związane z procesami stochastycznymi. Wstępna klasyfikacja procesów.
2. Łańcuchy Markowa z czasem dyskretnym. Stacjonarność i ergodyczność.
3. Proces Poissona i jego uogólnienia.
4. Łańcuchy Markowa z czasem ciągłym. Procesy urodzin i śmierci. Markowskie procesy kolejek.
5. Procesy odnowy.
6. Procesy całkowalne z kwadratem. Analiza spektralna i predykcja.
7. Procesy gaussowskie.
8. Elementy ogólnej teorii procesów stochastycznych. Twierdzenie Kołmogorowa o istnieniu procesu o zadanych rozkładach skończenie wymiarowych. Twierdzenie o istnieniu modyfikacji ciągłej.
9. Proces Wienera. Konstrukcja i podstawowe własności.

**Metody oceny:**

1. Zaliczenie ćwiczeń w trakcie semestru
Aby zaliczyć ćwiczenia w trakcie semestru, należy zdobyć w ciągu semestru więcej niż 40 punktów z 80 możliwych do uzyskania. Można to zrobić przez:
 pisanie kartkówek
 pisanie kolokwiów
 aktywne uczestnictwo w zajęciach
W ciągu semestru odbędzie się około 10 krótkich kartkówek (przeprowadzanych na początku ćwiczeń). Celem kartkówek jest sprawdzenie wiadomości wyniesionych z ostatnich dwóch ćwiczeń i ostatnich dwóch wykładów.
Za kartkówki można uzyskać w sumie 20 punktów.
W semestrze odbędą się dwa kolokwia. Za każde kolokwium można uzyskać 30 punktów.
Przewidziana jest dodatkowa pula 10 punktów za aktywne uczestnictwo w ćwiczeniach (poprawne i klarowne rozwiązywanie zadań przy tablicy, bez posiłkowania się notatkami).
2. Zaliczenie ćwiczeń w sesji
Istnieje możliwość zaliczenia ćwiczeń w sesji - aby to zrobić, trzeba z części pisemnej egzaminu uzyskać co najmniej 60% punktów.
3. Zaliczenie egzaminu.
Egzamin będzie składał się z części pisemnej (polegającej na rozwiązywaniu zadań) i ustnej (polegającej na odpowiadaniu na pytania wykładowcy dotyczące całości materiału przedstawionego podczas wykładów).
Do części ustnej można podejść po zaliczeniu ćwiczeń i zdobyciu co najmniej 50% punktów z części zadaniowej. Ocenę końcową z egzaminu wystawia wykładowca na podstawie obydwu części egzaminu.
4. Zwolnienie z części pisemnej egzaminu.
Aby zostać zwolnionym z części pisemnej egzaminu, należy uzyskać co najmniej 65 punktów w trakcie semestru.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Gregory F. Lawler „Introduction to Stochastic Processes”, Chapman & Hall/CRC, 2006.
2. Richard Durrett „Essentials of Stochastic Processes”, Springer, 2016
3. Robert B. Ash, Melvin F. Gardner „Topics in Stochastic Processes”, Academic Press, 1975
4. A.D. Wentzell “Wykłady z teorii procesów stochastycznych, PWN 1980.

**Witryna www przedmiotu:**

.

**Uwagi:**

.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka PS\_W01:**

Zna definicje i podstawowe sposoby opisu procesów stochastycznych. Zna pojęcie zależności markowskiej, łańcucha i procesu Markowa, oraz ich podstawowe własności

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki, kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MAD1\_W20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, II.X.P6S\_WG.1

**Charakterystyka PS\_W02:**

Zna zagadnienia prognozy dla procesów stochastycznych

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki, kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MAD1\_W20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, II.X.P6S\_WG.1

**Charakterystyka PS\_W03:**

Zna proces Wienera, jego konstrukcje i najważniejsze własności

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki, kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MAD1\_W20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, II.X.P6S\_WG.1

**Charakterystyka PS\_W04:**

Zna proces Poissona, jego konstrukcje i najważniejsze własności

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki, kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MAD1\_W20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, II.X.P6S\_WG.1

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka PS\_U01:**

Umie badać własności trajektorii procesów stochastycznych.

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki, kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MAD1\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, II.X.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka PS\_U02:**

Umie prognozować konkretne procesy stochastyczne i oceniać skuteczność prognozy

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki, kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MAD1\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, II.X.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka PS\_U03:**

Potrafi identyfikować podstawowe modele stochastyczne, takie jak ruch Browna, proces Poissona i złożony proces Poissona.

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki, kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MAD1\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, II.X.P6S\_UW.1.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka PS\_K01:**

Rozumie potrzebę stałego podnoszenia kwalifikacji i kompetencji zawodowych

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki, kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MAD1\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KK

**Charakterystyka PS\_K02:**

Umie prawidłowo określić priorytety służące do realizacji określonego zadania

Weryfikacja:

Egzamin, kartkówki, kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**