**Nazwa przedmiotu:**

Równania różniczkowe cząstkowe

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Krzysztof Chełmiński / dr inż. Łukasz Błaszczyk

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Matematyka

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

1120-MA000-LSP-0248

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Udział w wykładach: 15x2=30 godz.
Udział w ćwiczeniach 15x2=30 godz.
Przygotowanie do wykładów, przejrzenie materiałów, dodatkowej literatury 10 godz.
Przygotowanie do ćwiczeń 20 godz.
Przygotowania do kolokwiów 10.godz.
Udział w konsultacjach 10 godz.
Przygotowanie do egzaminu pisemnego 15 godz.
Przygotowanie do egzaminu ustnego 10 godz.
Egzaminy 5
Łącznie 140 godz.

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

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

0

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

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

**Wymagania wstępne:**

Analiza matematyczna, równania różniczkowe zwyczajne

**Limit liczby studentów:**

Bez limitu

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami i twierdzeniami z teorii równań różniczkowych cząstkowych oraz umiejętność ich stosowania z zadaniach

**Treści kształcenia:**

1. Równania różniczkowe cząstkowe rzędu pierwszego. Metoda charakterystyk. Przykłady zastosowania tej metody w przypadku liniowym, quasiliniowym i nieliniowym.
2. Równanie Laplace'a i jego zastosowania.
3. Funkcje harmoniczne. Twierdzenie o wartości średniej dla funkcji harmonicznych.
4. Słaba i mocna zasada maksimum. Jednoznaczność klasycznych rozwiązań zagadnienia Dirichleta dla równania Poissona na ograniczonych obszarach.
5. Rozwiązanie podstawowe równania Laplace'a. Rozwiązanie równania Laplace'a w całej przestrzeni. Zasada symetrii Schwarza.
6. Definicja funkcji Greena zagadnienia Dirichleta. Funkcja Greena zagadnienia Dirichleta w półprzestrzeni i w kuli.
7. Funkcja Greena zagadnienia Neumanna dwuwymiarowej kuli jednostkowej.
8. Gładkość klasycznych rozwiązań równania Laplace'a. Oszacowania pochodnych funkcji harmonicznych.
9. Twierdzenie Liouville'a. Nierówność Harnacka. Zasada Dirichleta.
10. Równanie przewodnictwa ciepła i jego interpretacja fizyczna. Rozwiązanie podstawowe i rozwiązanie zagadnienia Cauchy'ego w całej przestrzeni.
11. Zasada maksimum i jej konsekwencje praktyczne (nieskończona prędkość rozchodzenia się sygnałów cieplnych). Twierdzenie o jednoznaczności klasycznych rozwiązań w obszarach ograniczonych.
12. Równanie falowe i jego interpretacja fizyczna. Wzór d'Alemberta.
13. Uśrednienia sferyczne i równanie Eulera-Poissona-Darboux, wzór Kirchhoffa i wzór Poissona. Jednoznaczność klasycznych rozwiązań równania falowego.
14. Metoda rozdzielenia zmiennych jako narzędzie rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych w specjalnych obszarach.
15. Klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu o stałych współczynnikach i sprowadzanie równania do postaci kanonicznej.

**Metody oceny:**

Zaliczenie ćwiczeń na podstawie wyników dwóch kolokwiów. Egzamin pisemny i egzamin ustny.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. L. Evans – Równania różniczkowe cząstkowe – PWN 2002
2. K. Chełmiński, W. Ożański – Równania różniczkowe cząstkowe – Oficyna Wydawnicza PW 2015
3. F. John – Partial differentia equations – Springer 1975

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka RRC\_W01:**

Zna metodę charakterystyk rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu.

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RRC\_W02:**

Zna własności funkcji harmonicznych.

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RRC\_W03:**

Zna pojęcie funkcji Greena oraz jej znaczenie w rozwiązywaniu równania Laplace'a i równania Poissona

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RRC\_W04:**

Zna własności rozwiązań równania przewodnictwa ciepła

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RRC\_W05:**

Zna podstawowe różnice w sposobie rozchodzenia się sygnałów falowych w różnych wymiarach przestrzennych

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RRC\_W06:**

Zna klasyfikację liniowych równań różniczkowych cząstkowych rzędu drugiego.

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka RRC\_U01:**

Potrafi zastosować metodę charakterystyk w poszukiwaniu rozwiązań konkretnych problemów brzegowych związanych z równaniem różniczkowym cząstkowym pierwszego rzędu.

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RRC\_U02:**

Potrafi zastosować metodę Fouriera w rozwiązywaniu liniowych równań różniczkowych cząstkowych w specjalnych obszarach.

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RRC\_U03:**

Potrafi sprowadzić równanie liniowe drugiego rzędu do postaci kanonicznej

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RRC\_U04:**

Potrafi zastosować rozwiązanie podstawowe do znalezienia rozwiązania konkretnego problemu brzegowo-początkowego w całej przestrzeni

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka RRC\_K01:**

Rozumie znaczenie praktycznego zastosowania teorii równań różniczkowych cząstkowych.

Weryfikacja:

Egzaminy, kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_K06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**