**Nazwa przedmiotu:**

Metody Numeryczne

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Jacek Szumbarski, prof.PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Automatyka i Robotyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK470A

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1. Liczba godzin kontaktowych: 35, w tym:
a) wykład – 18 godz.,
b) laboratoria – 6\*2= 12 godz.,
c) konsultacje – 5 godz.
2. Praca własna studenta – 24 godzin, w tym:
a) 12 godz . – przygotowanie się studenta do 2 kolokwiów,
b) 12 godz. – przygotowywanie się do ćwiczeń laboratoryjnych.
Razem - 59 godz. = 2 punkty ECTS.

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

1,4 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych: 35, w tym:
a) wykład – 18 godz.,
b) laboratoria – 6\*2= 12 godz.,
c) konsultacje – 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 punkt ECTS, 24 godz. w tym:
a) udział w ćwiczeniach laboratoryjnych - 12 godzin,
b) przygotowywanie się do ćwiczeń lab. - 12 godzin.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 225h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość algebry i analizy matematycznej w zakresie 1 -ego roku studiów ma uczelniach technicznych. Kurs podstawowy "Informatyka 2" lub równoważny.

**Limit liczby studentów:**

Wykład - 150 osób, grupy laboratoryjne - 12 osób.

**Cel przedmiotu:**

Poznanie teorii i praktycznej implementacji wybranych metod obliczeniowych algebry liniowej i równań różniczkowych stosowanych w zagadnieniach szeroko rozumianej mechaniki.

**Treści kształcenia:**

1. Liniowe metody wielokrokowe dla równań różniczkowych (konstrukcja, stabilność i zbieżność, układy sztywne).
2. Klasyczne metody teracyjne dla układów liniowych (Jacobi, Gauss-Seidel, SOR i SSOR, metody efektywnej implementacji).
3. Układy liniowe z macierzą symetryczna i dodatnia określoną a minimalizacja formy kwadratowej. Metoda najszybszego spadku i metoda gradientów sprzężonych. Preconditioning.
4. Algebraiczne układy nieliniowe. Metoda Newtona-Raphsona i jej warianty. Metoda Broydena.
5. Metody numeryczne dla różniczkowych zagadnień brzegowych na przykładzie liniowego równania zwyczajnego. Wprowadzenie do koncepcji rozwiązania słabego i metody Galerkina (opcja). Wprowadzenie do metody elementów skończonych.
6. Algebraiczne zagadnienie własne: własności i podstawowe algorytmy numeryczne.

**Metody oceny:**

1) Kolokwium z elementów teorii metod numerycznych (materiał wykładów).
2) Ocena pracy i postępów studentów podczas zajęć laboratoryjnych (system punktowy).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Zalecana literatura:
1. Notatki wykładowe instruktora kursu.
2. Z. Fortuna, B.Macukow, J. Wąsowski: Metody numeryczne. Wyd. 7, WNT, Warszawa, 2006.
3. Bjorck A., Dahlquist G.: Metody numeryczne. Wyd. 2, PWN, Warszawa, 1987.
4. D. Kincaid, W. Cheney: Analiza numeryczna. WNT, Warszawa, 2006.
Dodatkowa literatura:
1. Dryja M., Jankowscy J.M.: Przegląd metod i algorytmów numerycznych, tom 2. WNT, Warszawa, 1988.
2. Materiały internetowe dostępne na stronie www.nr.com (Numerical Recipes).
3. Inne materiały internetowe wskazane przez instruktora kursu.

**Witryna www przedmiotu:**

http://meil.pw.edu.pl/za/ZA/Dydaktyka/Metody-Numeryczne

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NK470\_W1:**

Posiada pogłębioną wiedzę na temat metod numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych, w szczególności: metod Rungego-Kutty i liniowych metod wielokrokowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 5.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W01, AiR1\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W2:**

Posiada podstawową wiedzę w zakresie klasycznych metod iteracyjnych dla układów równań liniowych i nieliniowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych nr 1 i 3.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W08, AiR1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W3:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie metody różnic skończonych i metody elementów skończonych stosowanych do prostych zagadnień brzegowych formułowanych dla równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena postępów podczas ćwiczenia laboratoryjnego nr 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W01, AiR1\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W4:**

Orientuje się w podstawowych algorytmach numerycznych algebry numerycznej związanych z zagadnieniem: wartości i wektory własne.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 6.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W01, AiR1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK470\_U1:**

Potrafi porównać i ocenić krytycznie właściwości poznanych metod całkowania równań różniczkowych zwyczajnych; potrafi opracować implementację prostej metody wielokrokowej.

Weryfikacja:

Kolokwium. Efekty realizacji ćwiczenia laboratoryjnego nr 5.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_U2:**

Potrafi omówić ograniczenia stosowalności algorytmów skończonych typu eliminacji Gaussa, uzasadnić potrzebę stosowania metod iteracyjnych oraz - w wybranych przypadkach – zweryfikować warunki ich zbieżności.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena efektów realizacji ćwiczenia laboratoryjnego nr 3.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_U3:**

Wykorzystując podane procedury potrafi rozwiązań zadanie inżynierskie wymagające zastosowania metody Newtona-Raphsona; potrafi opisać i uzasadnić potrzebę stosowania technik wspomagających efektywne rozwiązywanie układów algebraicznych nieliniowych (podrelaksacja, homotopia).

Weryfikacja:

Kolokwium, efekty realizacji ćwiczenia laboratoryjnego nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_U4:**

Potrafi zastosować właściwą aproksymację różnicową do liniowego brzegowego zagadnienia różniczkowego zwyczajnego i wskazać odpowiednie algorytmy algebraiczne.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_U5:**

Potrafi wskazać zagadnienia inżynierskie prowadzące do zagadnienia na wartości/wektory własne, a także opracować proste implementacje podstawowych algorytmów numerycznych stosowane do tego zagadnienia.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 6.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_U6:**

Potrafi wykorzystać procedury biblioteczne do konstrukcji własnego programu obliczeniowego, a następnie program ten samodzielnie uruchomić i przeprowadzić analizę poprawności jego działania.

Weryfikacja:

Ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania kolejnych ćwiczeń laboratoryjnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05, AiR1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_U7:**

Potrafi opracować "bezmacierzowy" wariant implementacji metody iteracyjnej gradientów sprzężonych pod katem aplikacji w MES.

Weryfikacja:

Efekty realizacji ćwiczenia laboratoryjnego nr 4.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05, AiR1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**