**Nazwa przedmiotu:**

Metody Numeryczne

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Jacek Szumbarski, prof. PW.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK470A

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 32, w tym:
a) wykład - 18 godz.,
b) ćwiczenia lab. - 6\*2 godz. = 12 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.
2) Praca własna studenta - 30 godz., w tym:
a) przygotowanie do kolokwium: 2\*8 godz. = 16 godz.,
b) przygotowanie do ćwiczeń - łącznie ok. 14 godz.
Razem - 60 godz.

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

1, 3 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 32, w tym:
a) wykład - 18 godz.,
b) ćwiczenia lab. - 6\*2 godz. = 12 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 punkt ECTS – 26 godz, w tym:
a) ćwiczenia lab. - 6\*2 godz. = 12 godz.,
b) przygotowanie do ćwiczeń - łącznie ok. 14 godz.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| 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 II " lub równoważny.

**Limit liczby studentów:**

Wykład - 150, Laboratorium - 12/grupa

**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).
6. Algebraiczne zagadnienie własne: własności i podstawowe algorytmy numeryczne.

**Metody oceny:**

1) dwa kolokwia z teorii,
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:**

-

**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 nr 1, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**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 nr 1, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**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 nr 1, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W2:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych nr 2, 3 i 4.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W2:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych nr 2, 3 i 4.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W2:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych nr 2, 3 i 4.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W3:**

 Ma elementarną wiedzę w zakresie metod numerycznych stosowanych do prostych zagadnień brzegowych formułowanych dla równań różniczkowych zwyczajnych.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych nr 4 i 5.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W3:**

 Ma elementarną wiedzę w zakresie metod numerycznych stosowanych do prostych zagadnień brzegowych formułowanych dla równań różniczkowych zwyczajnych.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych nr 4 i 5.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W3:**

 Ma elementarną wiedzę w zakresie metod numerycznych stosowanych do prostych zagadnień brzegowych formułowanych dla równań różniczkowych zwyczajnych.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych nr 4 i 5.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W4:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 6.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W4:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 6.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_W4:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 6.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK470\_U1:**

 Potrafi porównać i ocenić krytycznie właściwości poznanych metody całkowania równań różniczkowych zwyczajnych.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_U1:**

 Potrafi porównać i ocenić krytycznie właściwości poznanych metody całkowania równań różniczkowych zwyczajnych.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**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 nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U12

**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 nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_U3:**

 Potrafi opisać i uzasadnić potrzebę stosowania technik wspomagających efektywne rozwiązywanie układów algebraicznych nieliniowych (podrelaksacja, homotopia).

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK470\_U3:**

 Potrafi opisać i uzasadnić potrzebę stosowania technik wspomagających efektywne rozwiązywanie układów algebraicznych nieliniowych (podrelaksacja, homotopia).

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**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 nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 5.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U12

**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 nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 5.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**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 nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 6.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U12

**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 nr 2, ocena pracy i postępów studentów w trakcie wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego nr 6.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**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 ćwiczeń laboratoryjnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U12

**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 ćwiczeń laboratoryjnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**