**Nazwa przedmiotu:**

Metody numeryczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Jacek Szumbarski, prof. uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Robotyka i Automatyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia): 30
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje): 2
Przygotowanie do zajęć: 10
Przygotowanie do sprawdzianów: 8
SUMA: 50

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

1 ECTS – 32 h, w tym:
Zajęcia: 30 h
Konsultacje: 2 h

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

1. Znajomość podstawowych algorytmów numerycznych w zakresie przedmiotu Informatyka II
2. Umiejętność programowania w języku C++ na poziomie podstawowym
3. Zalecana jest umiejętność obsługi pakietu MATLAB.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

C1. Poznanie teorii i praktycznej implementacji wybranych metod obliczeniowych algebry i równań różniczkowych stosowanych w zagadnieniach szeroko rozumianej mechaniki.
C2. Rozwinięcie umiejętności programowania złożonych algorytmów numerycznych

**Treści kształcenia:**

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

Laboratorium
Metody Newtona-Raphsona i Broydena
MES w zadaniach inżynierskich - wprowadzenie
Metody iteracyjne dla układów liniowych
Bezmacierzowa implementacja metody gradientów sprzężonych
Równania różniczkowe – metody jawne i niejawne
Wybrane metody wyznaczania wartości i wektorów własnych
Optymalizacja w różniczkowym zagadnieniu brzegowym z wykorzystaniem zagadnienia sprzężonego

**Metody oceny:**

FL1-FL7 – oceny w postępów podczas kolejnych ćwiczeń laboratoryjnych (punktowe)
FS – ocena ze sprawdzianu z teorii
FP – ocena z fakultatywnego projektu domowego
P – ocena podsumowująca (z uwzględnieniem ocen formujących, wystawianych za zajęcia laboratoryjne i sprawdzian z teorii, i ew. projekt domowy)

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

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

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

 -

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka EW1:**

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

Weryfikacja:

sprawdzian

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_W01, AiR2\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka EW2:**

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

Weryfikacja:

sprawdzian

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_W01, AiR2\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka EW3:**

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:

sprawdzian

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_W01, AiR2\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka EW4:**

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

Weryfikacja:

sprawdzian

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_W10, AiR2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_WG, P7U\_W, I.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka EU1:**

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

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka EU2:**

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

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06, AiR2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka EU3:**

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:

zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06, AiR2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka EU4:**

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

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06, AiR2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka EU5:**

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

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06, AiR2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka EU6:**

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

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06, AiR2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka EU7:**

Potrafi sformułować wybrane zagadnienia brzegowe w formie wariacyjnej i zaproponować dla niego odpowiednią metodę Galerkina.

Weryfikacja:

sprawdzian

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06, AiR2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka EU8:**

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

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06, AiR2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o