**Nazwa przedmiotu:**

Metody numeryczne

**Koordynator przedmiotu:**

Rajmund Kożuszek

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

MNUM

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

liczba godzin kontaktowych – 41 godz., w tym
- udział w wykładach (w tym 2 kolokwia): 15 x 2godz. = 30 godz.
- udział w konsultacjach związanych z realizacją projektów: 2 godz. (zajęcia wstępne) + 4 x 2 godz. (dwie godziny na każdy projekt) = 10 godz.
- prezentacja projektów – 4 x 0.25 godz. = 1 godz.
2. Praca własna studenta – 64 godz., w tym
- realizacja zadań projektowych: 40 godz. (średnio 10 godz. na każdy projekt, łącznie z opracowaniem sprawozdań)
- przygotowanie do kolokwiów ( w tym rozwiązywanie typowych zadań domowych) - 12 godz. x 2 = 24 godz.
Łączny nakład pracy studenta: 105 godz., co odpowiada ok. 4 ECTS (1 ECTS odpowiada 26,25 godz. pracy studenta)

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

1,5 pkt. ECTS, co odpowiada 41 godz. kontaktowym

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 pkt. ECTS, co odpowiada 11 godz. kontaktów z opiekunem projektów i 40 godz. realizacji projektów

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka w zakresie podstawowym (algebra liniowa, analiza matematyczna z podstawami równań różniczkowych)

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Zaznajomienie z zasadniczymi pojęciami analizy numerycznej i wybranymi algorytmami numerycznymi, pod kątem zasad działania i aspektów istotnych dla stosowania praktycznego. Wyrobienie umiejętności implementacji prostszych procedur numerycznych i krytycznej weryfikacji rezultatów.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
Pojęcia podstawowe. Reprezentacja zmiennopozycyjna liczb, błędy reprezentacji, arytmetyka zmiennopozycyjna i błędy obliczeń, uwarunkowanie zadań, stabilność numeryczna algorytmów. Analiza błędów realizacji prostych zadań numerycznych.
Wybrane algorytmy algebry liniowej. Normy macierzy. Układ równań liniowych: uwarunkowanie, eliminacja Gaussa i rozkład LU, rozkłady LLT i LDLT, wstęp do algorytmów iteracyjnych. Obliczanie wyznacznika i macierzy odwrotnej. Rozkład QR, obliczanie wartości własnych, algorytm QR. Wartości szczególne i rozkład SVD, liniowe zadanie najmniejszych kwadratów (LZNK).
Aproksymacja. Zadania aproksymacji. Aproksymacja średnio-kwadratowa dyskretna, aproksymacja wielomianami, aproksymacja wielomianami ortogonalnymi, ortogonalizacja. Aproksymacja Padẻ.
Iteracyjne rozwiązywanie równań nieliniowych. Metody elementarne dla pojedynczego równania. Układy równań, algorytm Newtona, metoda iteracji prostej (punktu stałego). Metody specjalizowane dla obliczania zera wielomianów (metoda Muellera, Metoda Laguerre’a). Algorytmy obliczania wszystkich zer, wygładzanie zer.
Interpolacja. Interpolacja wielomianami, wzory Lagrange’a i Newtona. Interpolacja funkcjami sklejanymi.
Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych. Algorytmy jednokrokowe, błąd aproksymacji, rząd metody. Metody Runge-Kutty (RK), metody RK włożone (RKF), szacowanie dokładności i automatyczna korekta kroku. Algorytmy wielokrokowe predyktor-korektor, metody Adamsa. Algorytmy BDF dla sztywnych układów nieliniowych równań różniczkowych.
Różniczkowanie i całkowanie numeryczne. Formuły numeryczne aproksymacji pochodnych, analiza błędów, optymalny dobór kroku. Kwadratury proste i złożone Newtona-Cotesa, implementacje praktyczne kwadratur złożonych.
 Zakres projektów:
Projekt prowadzony jest w trybie 4 indywidualnych zadań projektowych:
1+2. Zestaw zadań związanych z analizą dokładności komputerowych obliczeń numerycznych, wpływem błędów zaokrągleń, uwarunkowaniem zadań - w powiązaniu z implementacją i analizą wybranych algorytmów algebry liniowej.
3. Implementacja i testowanie algorytmów znajdowania miejsc zerowych równań nieliniowych i wielomianów.
4. Implementacja i testowanie zadania dotyczącego symulacji komputerowej układu dynamicznego opisanego układem równań różniczkowych zwyczajnych.

**Metody oceny:**

(-)

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. P. Tatjewski: "Metody numeryczne". Oficyna Wydawnicza PW, 2013.
2. J. i M. Jankowscy: "Przegląd metod i algorytmów numerycznych", cz.1, WNT 1988.
3. M. Dryja, J. i M. Jankowscy: "Przegląd metod i algorytmów numerycznych", cz.2, WNT 1988
4. W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery: „Numerical Recipes. Third Edition”, Cambridge University Press 2007 (istnieje wersja elektroniczna).

**Witryna www przedmiotu:**

https://usosweb.usos.pw.edu.pl/kontroler.php?\_action=katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot&prz\_kod=103B-INxxx-ISP-MNUM

**Uwagi:**

(-)

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

ma wiedzę z zakresu przyczyn i rodzajów błędów obliczeń numerycznych oraz sposobów ich ograniczania

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W02:**

ma wiedzę w zakresie algorytmów numerycznych dla podstawowych zadań algebry liniowej – rozwiązywanie układów równań liniowych, faktoryzacje macierzy, odwracanie macierzy, wyznaczanie wartości własnych, rozwiązywanie zadania liniowego najmniejszych kwadratów, stosowanie dekompozycji SVD

Weryfikacja:

kolokwium, ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W03:**

ma wiedzę w zakresie algorytmów numerycznych rozwiązywania równań nieliniowych i wyznaczanie zer wielomianów

Weryfikacja:

kolokwium, ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W04:**

ma wiedzę w zakresie algorytmów numerycznych aproksymacji i interpolacji funkcji, aproksymacji pochodnych i obliczania całek

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W05:**

ma wiedzę w zakresie algorytmów numerycznych rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych

Weryfikacja:

kolokwium, ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

potrafi poprawnie implementować podstawowe algorytmy faktoryzacji macierzy i stosować je do problemów algebry liniowej (rozwiązywanie układów równań liniowych, obliczanie wyznacznika, macierzy odwrotnej, wyznaczanie wartości własnych, rozwiązywanie liniowego zadania najmniejszych kwadratów), stosować algorytmy iteracyjne rozwiązywania układów równań liniowych, dekompozycję SVD

Weryfikacja:

kolokwium, ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U02:**

potrafi stosować algorytmy znajdowania zer funkcji nieliniowych i pierwiastków wielomianów

Weryfikacja:

kolokwium, ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U03:**

potrafi stosować interpolację wielomianami i funkcjami sklejanymi, aproksymację wielomianami i Pade, numeryczne różniczkowanie funkcji i obliczanie całki. Potrafi dobrać parametry modelu metodą aproksymacji średniokwadratowej dyskretnej

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U04:**

potrafi implementować numeryczną symulację układu dynamicznego opisanego równaniami różniczkowymi zwyczajnymi

Weryfikacja:

kolokwium, ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01, U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o