



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU – SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Metoda różnic skończonych

### Przedmiot

Kierunek studiów

Matematyka w Technice

Studia w zakresie (specjalność)

—

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/6

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykłady

30

Ćwiczenia

—

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

—

Inne

—

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca::

mgr inż. Marcin Stasiak

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca::

—

### Wymagania wstępne

Analiza matematyczna, algebra liniowa, podstawy metod numerycznych

### Cel przedmiotu

Przedmiot ma na celu opanowanie przez studenta podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu rozwiązywania zagadnień brzegowych oraz brzegowo-początkowych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych z wykorzystaniem metody różnic skończonych.



## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

- ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej i stosowanej;
- zna zaawansowane techniki obliczeniowe;
- zna dobrze co najmniej jeden pakiet oprogramowania numerycznego.

### Umiejętności

- potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki;
- potrafi stworzyć algorytm numeryczny pozwalający na rozwiązanie danego problemu inżynierskiego lub naukowego, potrafi zaimplementować oraz przetestować algorytm w wybranym oprogramowaniu numerycznym.

### Kompetencje społeczne

- zna ograniczenia własnej wiedzy i możliwość popełnienia błędu przez niego samego i innych;
- jest gotowy myśleć i działać w sposób kreatywny, biorąc pod uwagę bezpieczeństwo, ergonomię pracy oraz ekonomiczne aspekty;
- rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Zaliczenie ustne z części wykładowej. Sprawozdania z zaprojektowanych algorytmów numerycznych.

## Treści programowe

Aktualizacja: 11.09.2020r.

- aproksymacja pochodnej różnicami skończonymi (wykład i laboratorium);
  - reprezentacja dyskretna zmiennej ciągłej;
  - interpretacja geometryczna;
  - definicja siatki różnicowej w przestrzeni jednowymiarowej;
  - podstawowe aproksymacje pochodnej rzędu I (wraz z wyprowadzeniem z na podstawie rozwinięcia funkcji w szereg Taylora);
  - pochodne rzędu II oraz wyższego rzędu i odpowiadające im schematy różnicowe;
  - ogólna reguła wyznaczania współczynników w schematach różnicowych;



- zagadnienia brzegowe równań różniczkowych zwyczajnych (wykład i laboratorium);
  - sformułowanie zagadnienia brzegowego dla niejednorodnego równania różniczkowego liniowego o zmiennych współczynnikach rzędu II przy różnych warunkach brzegowych oraz sformułowanie odpowiednich dla tych warunków zadań różnicowych;
  - typy warunków brzegowych: Dirichleta, Neumanna, Robin;
  - norma, stosowane normy przestrzeni macierzy i funkcji, sposoby pomiaru błędu rozwiązania;
  - metoda Thomasa dla układów równań liniowych trój- oraz pięcioprzekątniowych;
  - formułowanie zadań brzegowych we współrzędnych biegunowych i sferycznych;
  - sformułowanie nieliniowego zagadnienia brzegowego;
- schematy jawne i niejawne (wykład i laboratorium);
- pojęcia zbieżności i stabilności metody (wykład);
- zagadnienia brzegowe oraz brzegowo-początkowe równań różniczkowych cząstkowych (wykład i laboratorium);
  - wyprowadzenie różnicowych aproksymacji pochodnych cząstkowych;
  - równania eliptyczne, równanie Laplace'a, równanie Poissona;
  - jawne schematy zachowawcze dla równań hiperbolicznych: jawna rzędu pierwszego, Laxa, Leleviera, jednostopniowa oraz dwustopniowa Laxa-Wendorffa, skokowa;
  - dyskretyzacja obszaru dwuwymiarowego, schematy 5 i 9 punktowe, przykłady równań pochodzących z fizyki;
  - siatka dwuwymiarowa we współrzędnych biegunowych;
  - iteracyjne metody dla równań eliptycznych;
  - równania paraboliczne i hiperboliczne, analiza siatki czasoprzestrzennej, przykłady równań pochodzących z fizyki, dyskretyzacja przestrzeni, sformułowania różnicowe dla jednowymiarowego jednorodnego równania dyfuzji oraz jednowymiarowego jednorodnego równania falowego;
  - schemat jawny rzędu pierwszego, schemat Bendera-Schimda, schemat niejawny Cranka-Nicolson, schemat trójpoziomowy Duforta-Frankla;
- stabilność schematów różnicowych, warunek stabilności von Neumanna, kilka przykładów jej zastosowania dla prostych schematów różnicowych. (wykład);

## Metody dydaktyczne

**Wykłady:** tradycyjny oraz problemowy – dyskusja ze słuchaczami nad rozwiązaniem danego problemu;

**Laboratoria:** tworzenie algorytmów numerycznych i rozwiązywanie numeryczne wybranych zagadnień danych równaniami różniczkowymi.

## Literatura

Podstawowa



- Metody Obliczeniowe Fizyki, David Potter, PWN Warszawa 1982.
- Analiza numeryczna zagadnień fizyki matematycznej, Gurij Iwanowicz Marczuk, PWN Warszawa 1983.
- Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, Randall J. LeVeque, Society for Industrial and Applied Mathematics 2007.
- Numerical Partial Differential Equations: Finite Difference Methods, J. W. Thomas, Springer 1995.
- Analysis of Finite Difference Schemes for Linear Partial Differential Equations with Generalized Solutions, Boško S. Jovanovic, Springer 2014.

#### Uzupełniająca

- An Introduction to Partial Differential Equations with MATLAB, Matthew P. Coleman, CRC Press 2013.
- Numerical Methods and Modelling for Chemical Engineers, Mark E. Davis, John Wiley & Sons Canada 1984.
- A modern introduction to differential equations, Henry Ricardo, Elsevier Canada 2009.
- Beginning Partial Differential Equations, Peter V. O'Neil, Wiley-Interscience 2008.

#### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	70	3,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do zaliczenia wykładu, wykonanie projektu)	30	1,0