**Nazwa przedmiotu:**

Warsztaty badawcze 2

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Łukasz Błaszczyk

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Matematyka

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

1120-MAMNT-NSP-0242

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1. godziny kontaktowe – 95 h; w tym
a) obecność na wykładach – 30 h
b) obecność na ćwiczeniach – 30 h
c) obecność na laboratoriach – 30 h
d) konsultacje – 5 h
2. praca własna studenta – 45 h; w tym
a) przygotowanie do ćwiczeń – 20 h
b) zapoznanie się z literaturą – 5 h
c) przygotowanie do laboratoriów – 20 h
Razem 140 h, co odpowiada 5 pkt. ECTS

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

a) obecność na wykładach – 30 h
b) obecność na ćwiczeniach – 30 h
c) obecność na laboratoriach – 30 h
d) konsultacje – 5 h
Razem 95 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

a) obecność na laboratoriach – 30 h
b) przygotowanie do laboratoriów – 20 h
Razem 50 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

Równania różniczkowe cząstkowe, Metody numeryczne, Warsztaty badawcze 1

**Limit liczby studentów:**

Bez limitu

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie studentom numerycznych aspektów rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych wywodzących się z fizycznych praw zachowania oraz zapoznanie ich z narzędziami programistycznymi do obliczeń numerycznych w tej dziedzinie.

**Treści kształcenia:**

Treści przedstawiane na wykładzie obejmują:

1. Metody bezpośrednia rozwiązywania układu równań Naviera-Stokesa w przypadku dwuwymiarowym. (2h)
2. Metoda funkcji wirowości i strumienia oraz odzyskiwanie informacji o ciśnieniu. (6h)
3. Zachowawcze metody różnic skończonych dla nieliniowych praw zachowania (6h)
4. Twierdzenie Laxa-Wendroffa. (2h)
5. Stabilność rozwiązań w zagadnieniach nieliniowych. (6h)
6. Metody rozwiązywanie równań Naviera-Stokesa w trzech wymiarach. (8h)

Zagadnienia poruszane na ćwiczeniach są związane z wykładem (proste dowody niektórych twierdzeń, wyprowadzanie własności schematów różnicowych i opracowywanie praktycznych algorytmów) i będą omawiane na bieżąco w powiązaniu z treściami przedstawianymi na wykładzie.

Podczas laboratorium studenci będą implementować w środowisku MATLAB oraz wybranym języku programowania wysokiego poziomu algorytmy podane podczas wykładu i zbadane (teoretycznie) podczas ćwiczeń, co pozwoli na zilustrowanie udowadnianych twierdzeń i własności.

**Metody oceny:**

Ocena z ćwiczeń (w standardowej skali 2–5) zostanie wystawiona na podstawie obecności i aktywności na zajęciach (bieżące rozwiązywanie zadań przy tablicy i udział w dyskusji), natomiast ocena z zajęć laboratoryjnych (w standardowej skali 2–5) będzie obejmowała 4 listy zadań (implementacja algorytmów i analiza ich własności) tematycznie związanych z zagadnieniami omawianymi na wykładzie i ćwiczeniach oraz zespołowy projekt programistyczny. Ocena końcowa będzie średnią ocen z ćwiczeń i laboratorium (zaokrąglaną na korzyść studenta).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. C. A. J. Fletcher, „Computational Techniques for Fluid Dynamics.” Springer, 2nd edition, 2005.
2. R. J. LeVeque, „Numerical methods for conservation laws.” Birkhäuser, 2nd edition, 1992.
3. notatki z wykładu

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka WB2\_W01:**

Zna metody numerycznego przybliżania układu równań Naviera-Stokesa za pomocą różnic skończonych.

Weryfikacja:

Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_W02, M2\_W03, M2MNT\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka WB2\_W02:**

Zna metody analizy własności numerycznych algorytmów rozwiązywania układu równań Naviera-Stokesa.

Weryfikacja:

Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka WB2\_W03:**

Zna metody numerycznego przybliżania jednowymiarowych nieliniowych praw zachowania.

Weryfikacja:

Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_W02, M2\_W03, M2MNT\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka WB2\_U01:**

Umie zastosować metodę aproksymacji rozwiązań układu równań Naviera-Stokesa oraz nieliniowych praw zachowania za pomocą różnic skończonych.

Weryfikacja:

Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_U02, M2MNT\_U03, M2MNT\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka WB2\_U02:**

Potrafi zastosować metody analizy numerycznej do zbadania własności schematów różnicowych dla układu równań Naviera-Stokesa oraz nieliniowych praw zachowania.

Weryfikacja:

Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_U02, M2MNT\_U03, M2MNT\_U10, M2\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka WB2\_U03:**

Potrafi zaimplementować metody różnic skończonych dla rozważanych zagadnień w środowisku MATLAB oraz wybranym języku wysokiego poziomu i zinterpretować uzyskane wyniki.

Weryfikacja:

Sprawozdania (w formie kodów programów) z zajęć laboratoryjnych oraz projektu, zreferowanie wyników projektu przed grupą

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_U03, M2\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka WB2\_K01:**

Potrafi współdziałać w zespole.

Weryfikacja:

Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy, Sprawozdania (w formie kodów programów) z zajęć laboratoryjnych oraz projektu, zreferowanie wyników projektu przed grupą

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_K01, M2\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka WB2\_K02:**

Rozumie potrzebę zdobywania wiedzy, umie organizować jej zdobywanie i rozumie potrzebę jej praktycznego stosowania.

Weryfikacja:

Sprawozdania (w formie kodów programów) z zajęć laboratoryjnych oraz projektu, zreferowanie wyników projektu przed grupą

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_K02, M2MNT\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**