**Nazwa przedmiotu:**

Równania Naviera-Stokesa

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. Ewa Zadrzyńska-Piętka, prof. uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Matematyka

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

1120-MAMNT-NSP-0241

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1. godziny kontaktowe – 70 h; w tym
a) obecność na wykładach – 30 h
b) obecność na ćwiczeniach – 30 h
c) obecność na egzaminie – 5 h
d) konsultacje – 5 h
2. praca własna studenta – 55 h; w tym
a) przygotowanie do ćwiczeń i referatu – 35 h
b) zapoznanie się z literaturą – 5 h
c) przygotowanie do egzaminu – 15 h
Razem 125 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 egzaminie – 5 h
d) konsultacje – 5 h
Razem 70 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Równania różniczkowe cząstkowe 1, Metody analizy funkcjonalnej w równaniach różniczkowych cząstkowych

**Limit liczby studentów:**

Bez limitu

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z matematycznymi problemami związanymi z równaniami Stokesa i Naviera-Stokesa, takimi jak: istnienie, jednoznaczność, regularność i asymptotyka rozwiązań.

**Treści kształcenia:**

1. Przedstawienie matematycznych modeli mechaniki płynów newtonowskich.
2. Stacjonarne równania Stokesa: istnienie, jednoznaczność i regularność rozwiązań zagadnień brzegowych w obszarach ograniczonych i nieograniczonych.
3. Stacjonarne równania Naviera-Stokesa:
 - istnienie i jednoznaczność słabego rozwiązania zagadnienia Dirichleta w obszarze ograniczonym;
 - regularność rozwiązania zagadnienia Dirichleta w obszarze ograniczonym;
4. Niestacjonarne równania Stokesa:
 - istnienie, jednoznaczność i regularność rozwiązań zagadnień początkowo- brzegowych.
5. Niestacjonarne równania Naviera-Stokesa:
 - istnienie słabych rozwiązań zagadnienia początkowo-brzegowego w n-wymiarowym obszarze dla n 4 i dla dowolnego czasu;
 - regularność i jednoznaczność rozwiązania w przypadku, gdy n=2;
 - związek między regularnością i jednoznacznością rozwiązania w przypadku, gdy n=3;
 - regularność i jednoznaczność rozwiązań w przypadku trójwymiarowym dla dowolnego czasu i przy dostatecznie małych danych;
 - regularność i jednoznaczność rozwiązań w przypadku trójwymiarowym dla dostatecznie małego czasu i dla dowolnych danych.
6. Zachowanie się rozwiązań niestacjonarnych równań Naviera-Stokesa dla dużych czasów:
 - wprowadzenie pojęć globalnego atraktora półgrupy i zbioru pochłaniającego; twierdzenie o istnieniu globalnego atraktora półgrupy;
 - istnienie globalnego atraktora dla równań Naviera-Stokesa w przypadku, gdy n=2.

**Metody oceny:**

Przedmiot zaliczany jest na podstawie referatów, które są wygłaszane podczas ćwiczeń przez każdego ze studentów oraz na podstawie krótkiego egzaminu pisemnego i dłuższego bardziej szczegółowego egzaminu ustnego. Egzamin pisemny jest punktowany.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Roger Temam, Navier-Stokes Equations, AMS Chelsea Publishing, 2001.
2. Giovanni P. Galdi, An Introduction to the Mathematical Theory of Navier-Stokes Equations, Springer-Verlag, 1994.
3. Lawrence C. Evans, Równania różniczkowe cząstkowe, PWN, 2012.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka RNS\_W01:**

Zna podstawy teorii istnienia słabych rozwiązań równań Naviera-Stokesa.

Weryfikacja:

Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RNS\_W02:**

Zna metody podnoszenia regularności słabych rozwiązań równania Naviera- Stokesa i ich praktyczne zastosowanie.

Weryfikacja:

Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RNS\_W03:**

Zna twierdzenia o śladach dla przestrzeni Sobolewa

Weryfikacja:

Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka RNS\_U01:**

Potrafi zanalizować problem Stokesa w różnych geometriach i różnych przestrzeniach funkcyjnych.

Weryfikacja:

Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RNS\_U02:**

Umie wykorzystać zwartość w analizie jakościowej równania Naviera-Stokesa

Weryfikacja:

Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RNS\_U03:**

Umie zastosować metodę Galerkina w dowodzeniu istnienia rozwiązań równań Naviera-Stokesa.

Weryfikacja:

Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka RNS\_K01:**

Potrafi współdziałać w grupie

Weryfikacja:

Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka RNS\_K02:**

Rozumie potrzebę i istotę zdobywania wiedzy i umie organizować jej zdobywanie

Weryfikacja:

Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2MNT\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**