**Nazwa przedmiotu:**

Zaawansowana Mechanika Płynów

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Andrzej Styczek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK429

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. Liczba godzin kontaktowych - 47, w tym:
a) wykład - 30 godz.,
b) ćwiczenia - 15 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.
2. Praca własna studenta - 55 godzin, w tym:
a) bieżące przygotowanie do ćwiczeń - 20 godzin;
b) studiowanie literatury - 20 godzin;
c) przygotowanie do egzaminu - 15 godzin.
Razem - 102 godziny

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

2 punkty - liczba godzin kontaktowych - 47, w tym:
a) wykład - 30 godz.,
b) ćwiczenia - 15 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.

**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: | 15h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Opanowanie materiału standardowego kursu inżynierskiego algebry, analizy i mechaniki płynów. Wskazane ukończenie podstawowego kursu równań różniczkowych cząstkowych.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Nauczenie pełnego opisu ruchu płynu liniowego, przewodzącego ciepło i będącego w kontakcie termicznym z otoczeniem.
Przekazanie podstawowej wiedzy w zakresie własności matematycznych opisu ruchu płynu, stosowanych uproszczeniach, niestateczności i złożoności obliczeniowej
Nauczenie operowania modelem ruch zewnętrzny - warstwa przyścienna
Nauczenie metod analizy wymiarowej i teorii podobieństwa
Prezentacja metod analizy stateczności. Nauczenie kryteriów destabilizacji warstwy i opisu warstwy przyściennej turbulentnej
Przekazanie podstawowych idei związanych z hipotezą Kołmogorowa. Nauczenie metod uśredniania (RANS, LES) i przedstawienie problemu domknięcia. Poznanie cech modelowania lepkości turbulentnej i naprężeń Reynoldsa
Poznanie przybliżeń dla ruchów z małą liczba Reynoldsa i ich zastosowań w teorii zawiesin, smarowania, opisu sladu itp.
Nauczenie sformułowań bilansowych gazodynamiki
nauczenie elementarnej teorii nieprostopadłych fal uderzeniowych
Pokazanie modelowania silnych fal uderzeniowych i ich znaczenia z teorii silnego wybuchu
Pokazanie idei błądzenia przypadkowego i jego zastosowania do modelowania dyfuzji i ruchu zanieczyszczeń w atmosferze.

**Treści kształcenia:**

Opisu ruchu płynu liniowego, przewodzącego ciepło i będącego w kontakcie termicznym z otoczeniem.
Własności matematyczne opisu ruchu płynu, uproszczenia, niestateczność i złożoność obliczeniowa.
Modelem ruch zewnętrzny - warstwa przyścienna.
Analiza wymiarowa i teoria podobieństwa dynamicznego.
Metody analizy stateczności hydrodynamicznej. Kryteria destabilizacji warstwy przyściennej i opis warstwy przyściennej turbulentnej.
Hipoteza Kołmogorowa. Metody uśredniania (RANS, LES) i problem domknięcia. Modelowania lepkości turbulentnej i naprężeń Reynoldsa.
Przybliżenia Stokesa i Osena i ich zastosowania.
Sformułowanie bilansowe zasad zachowania w gazodynamice.
Elementy teorii nieprostopadłych fal uderzeniowych, modelowanie silnych fal uderzeniowych i ich znaczenie z teorii silnego wybuchu.
Podejście stochastyczne do modelowania dyfuzji i ruchu zanieczyszczeń w atmosferze.

**Metody oceny:**

Egzamin.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NK429\_W1:**

Zna opis matematyczny ruchu płynu lepkiego i przewodzącego ciepło i jego interakcji z otoczeniem.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W1:**

Zna opis matematyczny ruchu płynu lepkiego i przewodzącego ciepło i jego interakcji z otoczeniem.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W1:**

Zna opis matematyczny ruchu płynu lepkiego i przewodzącego ciepło i jego interakcji z otoczeniem.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W2:**

Zna model warstwy przyściennej i jej sprzężenia z ruchem zewnętrznym.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W2:**

Zna model warstwy przyściennej i jej sprzężenia z ruchem zewnętrznym.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W2:**

Zna model warstwy przyściennej i jej sprzężenia z ruchem zewnętrznym.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W3:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie niestateczności hydrodynamicznej i zjawiska przejścia laminarno-turbulentnego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W3:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie niestateczności hydrodynamicznej i zjawiska przejścia laminarno-turbulentnego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W3:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie niestateczności hydrodynamicznej i zjawiska przejścia laminarno-turbulentnego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W4:**

Ma poszerzoną wiedzę w zakresie modelowania matematycznego i numerycznego przepływów turbulentnych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W4:**

Ma poszerzoną wiedzę w zakresie modelowania matematycznego i numerycznego przepływów turbulentnych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W4:**

Ma poszerzoną wiedzę w zakresie modelowania matematycznego i numerycznego przepływów turbulentnych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W5:**

Zna cechy fizyczne i modele teoretyczne przepływów z niskimi liczbami Reynoldsa.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W5:**

Zna cechy fizyczne i modele teoretyczne przepływów z niskimi liczbami Reynoldsa.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W5:**

Zna cechy fizyczne i modele teoretyczne przepływów z niskimi liczbami Reynoldsa.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W6:**

Zna właściwości fizyczne i opis formalny ruchu gazu, w tym przepływów z silnymi nieciągłościami.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W6:**

Zna właściwości fizyczne i opis formalny ruchu gazu, w tym przepływów z silnymi nieciągłościami.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W6:**

Zna właściwości fizyczne i opis formalny ruchu gazu, w tym przepływów z silnymi nieciągłościami.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W7:**

Zna podstawy fizyczne zjawisk dyfuzji oraz ich opisy formalne: polowy i kinetyczny (stochastyczny).

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W7:**

Zna podstawy fizyczne zjawisk dyfuzji oraz ich opisy formalne: polowy i kinetyczny (stochastyczny).

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_W7:**

Zna podstawy fizyczne zjawisk dyfuzji oraz ich opisy formalne: polowy i kinetyczny (stochastyczny).

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK429\_U1:**

Potrafi objaśnić zasady prowadzenia obliczeń aerodynamicznych w oparciu o model sprzężenia warstwy przyściennej i zewnętrznego przepływu potencjalnego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U1:**

Potrafi objaśnić zasady prowadzenia obliczeń aerodynamicznych w oparciu o model sprzężenia warstwy przyściennej i zewnętrznego przepływu potencjalnego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U1:**

Potrafi objaśnić zasady prowadzenia obliczeń aerodynamicznych w oparciu o model sprzężenia warstwy przyściennej i zewnętrznego przepływu potencjalnego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U2:**

Potrafi stosować metody podobieństwa dynamicznego przepływów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U2:**

Potrafi stosować metody podobieństwa dynamicznego przepływów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U2:**

Potrafi stosować metody podobieństwa dynamicznego przepływów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U3:**

Potrafi omówić i poddać krytycznej ocenie podstawowe metody modelowania przepływów turbulentnych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U3:**

Potrafi omówić i poddać krytycznej ocenie podstawowe metody modelowania przepływów turbulentnych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U3:**

Potrafi omówić i poddać krytycznej ocenie podstawowe metody modelowania przepływów turbulentnych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U4:**

Potrafi omówić techniczne zastosowania teorii przepływów z niskimi liczbami Reynoldsa .

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U4:**

Potrafi omówić techniczne zastosowania teorii przepływów z niskimi liczbami Reynoldsa .

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U4:**

Potrafi omówić techniczne zastosowania teorii przepływów z niskimi liczbami Reynoldsa .

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U5:**

Potrafi omówić zasady modelowania przepływów z silnymi nieciągłościami i ich zastosowania w teorii wybuchów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U5:**

Potrafi omówić zasady modelowania przepływów z silnymi nieciągłościami i ich zastosowania w teorii wybuchów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U5:**

Potrafi omówić zasady modelowania przepływów z silnymi nieciągłościami i ich zastosowania w teorii wybuchów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U6:**

Potrafi objaśnić podstawowe zasady stochastycznego modelowania zjawisk rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U6:**

Potrafi objaśnić podstawowe zasady stochastycznego modelowania zjawisk rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U6:**

Potrafi objaśnić podstawowe zasady stochastycznego modelowania zjawisk rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK429\_U6:**

Potrafi objaśnić podstawowe zasady stochastycznego modelowania zjawisk rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**