

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	Wprowadzenie do stabilności hydrodynamicznej		
Stopień studiów:	II (magisterski), studia doktorskie		
Kierunek studiów, specjalność:	wszystkie specjalności		
Kod przedmiotu:	Semestr studiów: 2	Liczba punktów ECTS: 3	
Poziom przedmiotu: zaawansowany	Typ przedmiotu: obieralny		
	Wykłady:	30 h	
	Ćwiczenia:	0 h	
Wymiar przedmiotu: 70 h	Konsultacje:	5 h	Praca własna: 20 h
	Projekt:	15 h	
Odpowiedzialny za przedmiot: prof. dr hab. inż. Jacek Szumbariski			

Cele przedmiotu

- C1. Przedstawienie celu i zasad prowadzenia analizy stabilności w mechanice płynów
- C2. Przedstawienie mechanizmów/scenariuszy/kryteriów niestabilności przepływów
- C3. Zapoznanie z podstawami teoretycznymi liniowej analizy stabilności przepływów równoległych, analiza czasowa i przestrzenna
- C4. Zapoznanie z metodami badania stabilności metodą modów normalnych na przykładzie przepływów w kanałach z pofalowanymi ścianami
- C5. Przedstawienie wybranych metod numerycznych badania stabilności przepływów równoległych
- C6. Zapoznanie z metodyką badania zjawiska przejściowego wzmocnienia zaburzeń w zakresie podkrytycznym, znaczenie tego zjawiska dla scenariuszy przejścia do turbulencji
- C7. Przedstawienie koncepcji niestabilności konwekcyjnej i globalnej, zapoznanie z modelowaniem dynamiki pakietów falowych.
- C8. Wyrobienie umiejętności przeprowadzania analizy stabilności dla wybranych przypadków przepływu, w wykorzystaniem samodzielnie opracowanych narzędzi numerycznych.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Znajomość mechaniki płynów na poziomie studiów 1-ego stopnia uczelni technicznych
2. Ogólna znajomość metod numerycznych na poziomie studiów 1-ego stopnia studiów technicznych
3. Znajomość analizy matematycznej, algebry liniowej i równań różniczkowych na poziomie typowym dla 1-ego stopnia uczelni technicznych

Efekty uczenia się (wiedza)

- EW1 – Student zna typowe scenariusze niestabilności hydromechanicznej i potrafi podać przykłady
- EW2 – Student zna ogólne zasady liniowej analizy stabilności, w szczególności rozumie koncepcję stabilności asymptotycznej i metody modów normalnych
- EW3 – Student zna klasyczne twierdzenia dotyczące kryteriów stabilności przepływów równoległych
- EW4 – Student rozumie mechanizmy stabilności związane w lepkością płynu
- EW5 – Student zna cel i metody analizy zjawiska niemodalnego wzmocnienia zaburzeń
- EW6 – Student rozumie różnicę pomiędzy niestabilnością konwekcyjną a globalną, potrafi podać przykłady.

Efekty uczenia się (umiejętności)

- EU1 – Student potrafi opisać mechanizm fizyczny odpowiadający podstawowym rodzajom niestabilności hydromechanicznej
- EU2 – Student potrafi dokonać linearyzacji równań opisujących przepływ i wyprowadzić równania rządzące ewolucją małych zaburzeń w przepływie

<p>EU3 – Student potrafi zweryfikować klasyczne kryteria stabilności dla wybranych przypadków przepływu</p> <p>EU4 – Student potrafi zaproponować metodę numeryczną w analizie stabilności wybranych przypadków przepływu.</p> <p>EU5 – Student potrafi uzasadnić potrzebę badania zjawiska przejściowego wzmocnienia energii powołując się na odpowiednie twierdzenia.</p> <p>EU6 – Student potrafi – samodzielnie lub w zespole – rozwiązać zadanie analizy stabilności liniowej zadanego przepływu równoległego posługując się autorskimi lub częściowo autorskimi programami komputerowymi</p> <p>Efekty kształcenia (kompetencje społeczne)</p> <p>ES1 – Student potrafi pracować w zespole, ma świadomość odpowiedzialności za poprawne i terminowe wykonanie powierzonych mu zadań</p>
--

Treści merytoryczne przedmiotu

Wykłady	Liczba godzin
Wprowadzenie: przegląd niezbędnych pojęć, definicji i twierdzeń z zakresu algebry liniowej, analizy matematycznej i równań różniczkowych	2
Elementy teorii stabilności i bifurkacji na przykładzie prostych układów dynamicznych	2
Podstawowe rodzaje i mechanizmy niestabilności w mechanice płynów. Przykłady	2
Liniowa teoria stabilności w czasie dla przepływów równoległych płynu nielepkiego. Kryteria niestabilności.	4
Liniowa teoria stabilności w czasie dla przepływów równoległych płynu lepkiego. Równania Orra-Sommerfelda-Squire'a. Twierdzenia Squire'a.	4
Studium przypadku – analiza liniowej stabilności w czasie przepływu w kanale (Poiseuille'a)	2
Studium przypadku – analiza liniowej stabilności w czasie przepływu w kanale z pofalowaniem. Zastosowanie do intensyfikacji mieszania w przepływie laminarnym	4
Zagadnienie przejściowego wzmocnienia zaburzeń w zakresie podkrytycznych liczb Reynoldsa – teoria ogólna i metody obliczeniowe	2
Studium przypadku – zagadnienie przejściowego wzrostu zaburzeń w przepływie Poiseuille'a	2
Studium przypadku – zagadnienie przejściowego wzmocnienia zaburzeń w przepływie przez kanał z pofalowanymi ścianami	4
Elementy analizy stabilności przestrzennej. Dynamika pakietów falowych, transformacja Gastera, niestabilność absolutna i konwekcyjna. Przykłady	4
<p align="center">Projekt (15 h)</p> <p>Projekt będzie dotyczył opracowanie części lub kompletnego kodu numerycznego do analizy stabilności liniowej wybranego przypadku przepływu. W zależności od stopnia złożoności i trudności postawionego problemu, projekt będzie miał charakter indywidualny lub będzie realizowany w zespołach dwuosobowych. Efektem końcowym ma być sprawozdanie obejmujące podstawy teoretyczne, prezentacje i dyskusje otrzymanych wyników raz autorskie programy komputerowe.</p>	

Literatura podstawowa i uzupełniająca

1. Materiały przygotowane przez prowadzącego zajęcia.
2. Podane przez prowadzącego publikacje naukowe
3. P.G. Drazin, Introduction to hydrodynamic stability, Cambridge University Press, 2002.
4. Francois Charru, Hydrodynamic Instabilities, Cambridge University Press, 2011.
5. Criminale W.O., Jackson T.L., Joslin R.D., Theory and Computation of Hydrodynamic Stability, 2nd. Ed., Cambridge University Press, 2019.

Obciążenie studenta pracą

Forma aktywności	Średnia liczba godzin
Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia)	30
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje)	5
Praca własna (studiowanie literatury), prace domowe - projekty	35
SUMA	70

Narzędzia dydaktyczne

1. Wykłady w formie prezentacji w formacie PDF.
2. Instrukcje do projektów domowych.
3. prace domowe
4. strony internetowe narzędzi/środowisk programistycznych do wykorzystania w projektach

Metody oceny (F – formująca, P – podsumowująca)

Ocenie podlega aktywność z realizacji drobnych prac domowych, efekt realizacji projektu, jakość raportu z projektu i sposób przedstawienia wyników podczas seminarium sprawozdawczego.

Realizacja efektów uczenia się

Efekt uczenia się	Odniesienie do efektów zdefiniowanych dla całego programu	Cele przedmiotu	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EW1		C1,C2	Wykład, praca samodzielna	Ocena w skali ocen 2-5 oraz ocena opisowa
EW2		C2, C3	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW3		C2,C3	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW4		C2,C3	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW5		C6	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW6		C7	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej

EU1		C1,C2	Praca samodzielna, projekt	Jak wyżej
EU2		C3,C4,C6	Praca samodzielna, projekt	Jak wyżej
EU3		C2,C3,C4	Praca samodzielna, projekt	Jak wyżej
EU4		C5,C6,C8	Praca samodzielna, projekt	Jak wyżej
EU5		C6	Praca samodzielna, projekt	Jak wyżej
EU6		C5,C8	Praca samodzielna, projekt	Jak wyżej
ES1		C8	projekt	