**Nazwa przedmiotu:**

Drgania i fale

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Krzysztof Arczewiski, dr hab. inż. Jacek Szumbarski.

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

ML.NS751

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1. Liczba godzin kontaktowych - 45, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia - 15 godz.
2. Praca własna studenta - 30 godzin, w tym:
a) zadania domowe i konsultacje - 15 godz.,
b) przygotowanie do kolokwiów - 15 godz.

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

2 punkty ECTS - liczba godzin kontaktowych - 45, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia - 15 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:**

Wiedza i umiejętności w zakresie:
1) mechaniki i ogólnej na poziomie typowym dla studiów 1-ego stopnia na kierunkach mechanicznych wyższych szkół technicznych,
2) znajomość elementów analizy, algebry i równań różniczkowych zwyczajnych w zakresie typowym dla kursów matematyki inżynierskiej na 1-szym stopniu studiów technicznych.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z elementami:
1) teorii drgań nieliniowych i chaotycznych w układach wybranych fizycznych o skończonej liczbie stopni swobody,
2) teorii stateczności i elementów teorii bifurkacji i chaosu deterministycznego,
3) fizyki i opisu matematycznego wybranych zjawisk falowych w ośrodku ciągłym (płyn, ciało stałe odkształcalne).

**Treści kształcenia:**

1. Klasyfikacja i modele układów drgających.
2. Metody tworzenia modeli matematycznych i otrzymywania równań ruchu dla wybranych układów drgających.
3. Analiza modalna, postacie i częstości własne w układach liniowych.
4. Drgania parametryczne: przyczyny powstawania, opis matematyczny i przykłady.
5. Drgania nieliniowe: przyczyny nieliniowości, podstawowe modele oscylatorów nieliniowych i ich analiza metodami perturbacyjnymi.
6. Zjawiska nieliniowe w układach drgających: zależność częstości od amplitudy, przeskok i histereza, rezonans subharmoniczny, zjawisko nieliniowej synchronizacji.
7. Definicje różnych rodzajów stateczności i metody ich badania.
8. Chaos deterministyczny w układach drgających, miary nieregularności ruchu, przykładowe układy chaotyczne.
9. Kinematyka ogólnego ruchu falowego i pojęcia podstawowe.
10. Jednowymiarowe modele propagacji fal liniowych i ich przykłady. Efekty falowe w ośrodku o nieciągłym rozkładzie parametrów.
11. Opis zjawisk falowych w 2D i 3D. Równania typu hiperbolicznego i podstawowe własności ich rozwiązań, Zasada Huygensa.
12. Fale powierzchniowe w cieczach i ich opis matematyczny.
13. Fale nieliniowe i silne nieciągłości. Warunki Rankina-Hugoniota. Przykłady rozwiązań nieciągłych z wybranych modelach zjawisk falowych.

**Metody oceny:**

2 kolokwia sprawdzające umiejętności nabyte podczas ćwiczeń, egzamin końcowy z teorii, kontrola wykonania zadań domowych.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Podstawowe podreczniki:
1. Arczewski K., Pietrucha J., Szuster J.T.: Drgania układów fizycznych. Oficyna Wydawnicza PW, 2008.
2. Ockendon H., Ockendon J.R.: Waves and Compressible Flow. Springer, New York 2004. Pozycja dostępna w formie elektronicznej w zasobach BG PW.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS751\_W1:**

 Zna podstawowe modele fizyczne i matematyczne dyskretnych układów drgających, rozumie podstawy opisu matematycznego ich dynamiki.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W1:**

 Zna podstawowe modele fizyczne i matematyczne dyskretnych układów drgających, rozumie podstawy opisu matematycznego ich dynamiki.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W2:**

 Zna podstawowe metody ilościowej i jakościowe analizy dynamiki dyskretnych układów drgających (liniowych i nieliniowych).

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W2:**

 Zna podstawowe metody ilościowej i jakościowe analizy dynamiki dyskretnych układów drgających (liniowych i nieliniowych).

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W3:**

 Zna podstawowe pojęcia kinematyczne wykorzystywane w opisie zjawisk falowych w ośrodku ciągłym.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W3:**

 Zna podstawowe pojęcia kinematyczne wykorzystywane w opisie zjawisk falowych w ośrodku ciągłym.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W3:**

 Zna podstawowe pojęcia kinematyczne wykorzystywane w opisie zjawisk falowych w ośrodku ciągłym.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W4:**

 Zna podstawowe równania opisujące zjawiska propagacji fal w liniowych ośrodkach ciągłych.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W4:**

 Zna podstawowe równania opisujące zjawiska propagacji fal w liniowych ośrodkach ciągłych.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W5:**

 Ma podstawową wiedzę nt. wybranych przypadków drgań w sprężystych ciałach stałych, a także prostych zjawisk falowych (liniowych i nieliniowych) w cieczach i gazach.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W5:**

 Ma podstawową wiedzę nt. wybranych przypadków drgań w sprężystych ciałach stałych, a także prostych zjawisk falowych (liniowych i nieliniowych) w cieczach i gazach.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_W5:**

 Ma podstawową wiedzę nt. wybranych przypadków drgań w sprężystych ciałach stałych, a także prostych zjawisk falowych (liniowych i nieliniowych) w cieczach i gazach.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS751\_U1:**

 Potrafi wyznaczyć ilościowe charakterystyki drgań w wybranych układach dyskretnych i ciągłych.

Weryfikacja:

Kolokwium 1, kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U1:**

 Potrafi wyznaczyć ilościowe charakterystyki drgań w wybranych układach dyskretnych i ciągłych.

Weryfikacja:

Kolokwium 1, kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U1:**

 Potrafi wyznaczyć ilościowe charakterystyki drgań w wybranych układach dyskretnych i ciągłych.

Weryfikacja:

Kolokwium 1, kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U2:**

 Potrafi opisać ilościowo i jakościowo podstawowe zjawiska nieliniowe w układach drgających .

Weryfikacja:

Kolokwium 1, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U2:**

 Potrafi opisać ilościowo i jakościowo podstawowe zjawiska nieliniowe w układach drgających .

Weryfikacja:

Kolokwium 1, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U3:**

 Potrafi podać najważniejsze cechy dynamiki chaotycznych układów drgających.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U3:**

 Potrafi podać najważniejsze cechy dynamiki chaotycznych układów drgających.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U4:**

 Potrafi sformułować i rozwiązać równania propagacji zaburzeń falowych w jednowymiarowym ośrodku sprężystym, umie omówić podstawowe właściwości rozwiązań i ich interpretację fizyczną.

Weryfikacja:

Kolokwium 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U4:**

 Potrafi sformułować i rozwiązać równania propagacji zaburzeń falowych w jednowymiarowym ośrodku sprężystym, umie omówić podstawowe właściwości rozwiązań i ich interpretację fizyczną.

Weryfikacja:

Kolokwium 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U4:**

 Potrafi sformułować i rozwiązać równania propagacji zaburzeń falowych w jednowymiarowym ośrodku sprężystym, umie omówić podstawowe właściwości rozwiązań i ich interpretację fizyczną.

Weryfikacja:

Kolokwium 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U5:**

 Potrafi podać i omówić podstawowe związki kinematyczne dotyczące propagacji fal liniowych w 2D i 3D.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U5:**

 Potrafi podać i omówić podstawowe związki kinematyczne dotyczące propagacji fal liniowych w 2D i 3D.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U6:**

 Potrafi podać założenia niezbędne do sformułowania modelu matematycznego ruchu liniowych fal powierzchniowych, a także umie omówić podstawowe cechy fizyczne tych fal w powiązaniu z rozwiązaniami odpowiednich równań.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U6:**

 Potrafi podać założenia niezbędne do sformułowania modelu matematycznego ruchu liniowych fal powierzchniowych, a także umie omówić podstawowe cechy fizyczne tych fal w powiązaniu z rozwiązaniami odpowiednich równań.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U7:**

 Umie opisać (przywołując odpowiednie przykłady fizyczne) zjawisko tworzenia się silnych nieciągłościom, a także potrafi wykorzystać odpowiednie prawa i metody w celu określenia ilościowych charakterystyk tych nieciągłości.

Weryfikacja:

Kolokwium 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U7:**

 Umie opisać (przywołując odpowiednie przykłady fizyczne) zjawisko tworzenia się silnych nieciągłościom, a także potrafi wykorzystać odpowiednie prawa i metody w celu określenia ilościowych charakterystyk tych nieciągłości.

Weryfikacja:

Kolokwium 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U7:**

 Umie opisać (przywołując odpowiednie przykłady fizyczne) zjawisko tworzenia się silnych nieciągłościom, a także potrafi wykorzystać odpowiednie prawa i metody w celu określenia ilościowych charakterystyk tych nieciągłości.

Weryfikacja:

Kolokwium 2, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U8:**

 Potrafi opisać jakościowo wybrane nieliniowe zjawiska falowe z obszaru mechaniki cieczy i gazów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS751\_U8:**

 Potrafi opisać jakościowo wybrane nieliniowe zjawiska falowe z obszaru mechaniki cieczy i gazów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**