



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Drgania nieliniowe

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa maszyn

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy MES w mechanice

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

Laboratoria

15

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Grażyna Sypniewska-Kamińska

email: grazyna.sypniewska-

kaminska@put.poznan.pl

tel. 61 665 2329

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Roman Starosta

email: roman.starosta@put.poznan.pl

tel. 61 665 2021

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

1. Podstawowa wiedza z mechaniki technicznej i teorii drgań liniowych zgodna z podstawą programową dla studiów I stopnia.
2. Umiejętność formułowania równań ruchu układów mechanicznych.
3. Umiejętność logicznego myślenia oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł.



## Cel przedmiotu

Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu drgań nieliniowych, metod rozwiązywania i metod obrazowania stosowanych w dynamice nieliniowej oraz kształcenie umiejętności posługiwania się narzędziami wspomagającymi obliczenia w zakresie analizy problemów dynamiki nieliniowej o znaczeniu technicznym.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

1. Student potrafi scharakteryzować przyczyny nieliniowości w układach mechanicznych i umie omówić podstawowe cechy typowe dla drgań nieliniowych.
2. Student zna podstawowe metody rozwiązywania i analizy stosowane w zagadnieniach drgań nieliniowych.
3. Ma szczegółową wiedzę o przebiegu zjawiska rezonansu w nieliniowych układach mechanicznych.
4. Student zna podstawowe pojęcia dotyczące zachowań chaotycznych.

### Umiejętności

1. Student potrafi sformułować zagadnienia drgań nieliniowych układów dyskretnych o jednym i kilku stopniach swobody oraz zagadnienia wybranych układów ciągłych.
2. Potrafi wybrać metodę rozwiązania i zastosować ją w sposób efektywny.
3. Potrafi zastosować podstawowe metody obrazowania stosowane do analizy drgań regularnych i chaotycznych i potrafi interpretować otrzymane wyniki.

### Kompetencje społeczne

1. Student rozumie znaczenie wiedzy we współczesnym świecie.
2. Rozumie wynikającą z szybkiego rozwoju nauki i techniki potrzebę uczenia się i kształcenia umiejętności.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykłady: egzamin pisemny, na który składają się zagadnienia teoretyczne oraz zadania praktyczne. Poszczególne elementy egzaminu oceniane są w skali punktowej, ocena pozytywna po uzyskaniu 50% punktów; skala ocen liniowa.

Laboratorium komputerowe: Zaliczenie na podstawie przygotowanych przez studenta opracowań problemów rozwiązywanych na zajęciach. Oceniane są: sposób sformułowania i rozwiązania zagadnienia, poprawność wyników, umiejętność ich analizy i stawiania wniosków oraz forma opracowania (kompletność opisu zagadnienia, jakość opisu wyników, przejrzystość argumentacji).

## Treści programowe



Nieliniowe związki fizyczne dla sił sprężystych i sił oporu. Nieliniowość natury geometrycznej i konstrukcyjnej. Podstawowe cechy drgań nieliniowych. Metody rozwiązywania zagadnień swobodnych i wymuszonych drgań nieliniowych: ścisłe metody analityczne, przybliżone metody analityczne (metoda małego parametru, metoda bilansu harmonicznych, metoda wielu skal, metody iteracyjne itp.), metody topologiczne i metody numeryczne. Rezonans w układach nieliniowych przy wymuszeniu harmonicznym idealnym i nieidealnym oraz przy wymuszeniu kinematycznym. Krzywe odpowiedzi rezonansowych. Stateczność odpowiedzi rezonansowej układu nieliniowego. Zjawisko przeskoku. Przejście przez rezonans. Rezonans wewnętrzny w układach o kilku stopniach swobody. Drgania nieliniowe parametryczne. Jakościowa analiza drgań nieliniowych na płaszczyźnie fazowej. Punkty osobliwe, cykle graniczne. Metody obrazowania stosowane w dynamice nieliniowej. Chaos deterministyczny w układach mechanicznych - metody rozpoznawania i analizy chaosu. Drgania jednowymiarowych układów ciągłych: prętów, wałów i belek Bernoulli'ego i Timoszenki. Częstości i postacie drgań własnych, wpływ tłumienia. Drgania wymuszone.

### Metody dydaktyczne

Wykłady: wykład wspomagany prezentacjami multimedialnymi.

Laboratoria: Modelowanie, rozwiązywanie i analiza problemów o znaczeniu praktycznym z zakresu treści przedstawionych na wykładach. Narzędzia: programy Mathematica, SolidWorks, Comsol.

### Literatura

#### Podstawowa

1. Z. Osiński, Teoria drgań, PWN, Warszawa.
2. J. Łuczko, Drgania regularne i chaotyczne w nieliniowych układach mechanicznych, Wyd.PK, Kraków, 2008.
3. Hayashi C., Drgania nieliniowe w układach fizycznych, WNT.
4. S.Lynch, Dynamical systems with applications using Mathematica, Birkhauser, Boston 2007.

#### Uzupełniająca

1. Awrejcewicz J. Krysko V., Dynamika chaotyczna belek, płyt i powłok, WNT 2005.
2. K. Arczewski, J. Pietrucha, J.T. Szuster, Drgania układów fizycznych, OWPW, Warszawa 2008.
3. J. Awrejcewicz, R. Starosta, G. Sypniewska-Kamińska, Asymptotic Multiple Scale Method in Time Domain. Multi-Degree-of-Freedom Stationary and Nonstationary Dynamics, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2022.



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	35	1,5
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	15	0,5

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności