



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Nadzorowanie i dynamika maszyn

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mechatronika

Studia w zakresie (specjalność)

-

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

Laboratoria

15

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Roman Barczewski

e-mail: roman.barczewski@put.poznan.pl

tel. +48 61 6652684

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Maciej Tabaszewski

e-mail: maciej.tabaszewski@put.poznan.pl

tel. +48 61 6652390

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Podstawy mechaniki, podstawy diagnostyki i podstawy pomiarów wielkości fizycznych. Umiejętność



samokształcenia i pozyskiwania wiedzy na podstawie zasobów bibliotecznych (w tym e-zasobów) oraz zasobów internetowych (np. eKursy).

### **Cel przedmiotu**

Przekazanie wiedzy i umiejętności praktycznych w zakresie dynamiki maszyn głównie wirnikowych oraz metod i technik stosowanych do monitorowania ich stanu dynamicznego. Zainspirowanie studentów do poszukiwania innowacyjnych rozwiązań w zakresie ograniczenia oddziaływania dynamicznego maszyn.

### **Przedmiotowe efekty uczenia się**

Wiedza

Student po zakończeniu kursu:

Ma wiedzę dotyczącą zaawansowanych metod i technik, które pozwalają identyfikować i nadzorować stan dynamiczny maszyn. Zna podstawowe cechy oraz zalety i ograniczenia zaawansowanych metod i technik identyfikacji parametrów dynamicznych układów mechanicznych; zna postacie wyników (obrazowania wyników) uzyskiwanych różnymi metodami oraz zna zasady ich interpretacji. Zna metody ograniczania oddziaływania dynamicznego maszyny.

Umiejętności

Student po zakończeniu kursu potrafi:

zapropionować zaawansowane metody lub techniki umożliwiające detekcję i identyfikację stanu dynamicznego lub zjawisk występujących w maszynach i urządzeniach. Potrafi ocenić przydatność poszczególnych testów dynamicznych. Wie jak interpretować wyniki i charakterystyki udostępniane przez zaawansowane systemy nadzorowania stanu dynamicznego maszyn. Na podstawie wyników student potrafi sformułować ocenę stanu dynamicznego i/lub zalecenia eksploatacyjne.

Kompetencje społeczne

Ma świadomość konieczności uczenia się i samodzielnego pogłębiania wiedzy i umiejętności.

Ma świadomość roli kadry inżynierskiej w tworzeniu nowych innowacyjnych rozwiązań w obszarze mechatroniki oraz znaczenia tych rozwiązań w rozwoju techniki.

Wie jak myśleć i działać sposób twórczy i proaktywny.

### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Laboratorium:

Sprawdziany wejściowe przed każdym ćwiczeniem laboratoryjnym. Ocena wiedzy i umiejętności, a także aktywności podczas wykonywania eksperymentów. Ocena stopnia opanowania treści kursu, umiejętności i nabytych kompetencji na podstawie wykonanych raportów. Warunki zaliczenia laboratorium: wykonanie i zaliczenie kompletu ćwiczeń laboratoryjnych i uzyskanie wymaganego minimum punktowego za sprawdziany wejściowe i sprawozdania.



**Wykład:**

Forma pisemna - kolokwium zaliczeniowe lub zdalne testy na platformie eKursy: 10 - 20 zagadnień obejmujących całość materiału wykładowego i zagadnień wskazanych do samodzielnego przestudiowania.

Kryteria ocen - dotyczą zaliczenia laboratorium i wykładu:

poniżej 60 % ndst. 60-67 % dst. 68-74 % dst. plus 75-83 % db. 84-92 db plus 93-100 % bdb.

**Treści programowe**

**Wykład:**

Drgania układów o wielu stopniach swobody. Dynamika maszyn wirnikowych - drgania skrętne wałów, drgania giętne wałów. Postacie i częstotliwości drgań własnych. Wibroizolacja i eliminacja drgań. Testy dynamiczne harmoniczne, impulsowy i szumowy. Metody pomiaru i analizy drgań względnych wirników dla warunków ustalonego i nieustalonego: analiza orbity wału, charakterystyki Bode i Nyquista, widma kaskadowe, analiza położenia środka wału. Prędkości krytyczne wałów/wirników. Identyfikacja niestabilnej pracy łożysk hydrodynamicznych (wir olejowy, bicz olejowy). Detekcja przytarć, poprzecznego przeciążenia wirników, pęknięcia wału. Prezentacja najnowszych osiągnięć i rozwiązań w obszarze nadzorowania stanu dynamicznego maszyn.

**Laboratoria:**

Parametryzacja kinetycznej orbity wału na podstawie drgań względnych wirnika.

Identyfikacja niestabilności dynamicznej wirnika na podstawie analizy widma kaskadowego drgań względnych (podczas rozruchu lub wybiegu wirnika) - detekcja wiru olejowego.

Wyznaczanie prędkości krytycznych wału na podstawie charakterystyki Bode'go.

Test harmoniczny - konfigurowanie układu pomiarowo- analizującego i przeprowadzenie testu dla wskazanego układu mechanicznego. Określenie częstotliwości i postaci drgań własnych układu płytowego (figury Chladniego). Badanie wpływu imperfekcji na postaci drgań własnych.

Test szumowy - konfigurowanie układu pomiarowo-analizującego wyznaczenie charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowej wskazanego układu elektroakustycznego.

Test impulsowy - konfiguracja układu pomiarowo-analizującego; przeprowadzenie testu dla wskazanego układu mechanicznego. Dobór parametrów układu wymuszenia (młotka modalnego); eksperymentalne wyznaczenie: inertancji, admitancji i mobilności.

Badanie właściwości wibroizolacyjnych różnych typów materiałów i układów mechanicznych.

Dobór parametrów układu wibroizolacji maszyny wirnikowej

Eliminacja drgań - eliminator dynamiczny

Wykorzystanie charakterystyki dynamicznej (amplitudowo- częstotliwościowej) do minimalizacji oddziaływań dynamicznych

**Metody dydaktyczne**



Wykład - prezentacje multimedialne. Treści wykładów udostępniane są w postaci elektronicznej przed rozpoczęciem zajęć, co umożliwia komfortowy i aktywny udział w wykładach.

Laboratoria odbywają się w na stanowiskach laboratoryjnych z dedykowanym oprogramowaniem. Opcjonalnie możliwa jest praca zdalna.

Przedmiot jest kompleksowo wspomagany na platformie e-learningowej eKursy. Są tam dostępne zasoby takie jak: materiały wykładowe, multimedia, materiały źródłowe (wybrane publikacje, noty techniczne), szczegółowe instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych, szablony sprawozdań, przykładowe sprawozdania. Możliwe jest również zdalne wykonywanie ćwiczeń na podstawie przygotowanych tutoriali i indywidualnych zestawów danych.

### Literatura

#### Podstawowa

1. Randall B., Vibration-based Condition Monitoring: Industrial, Aerospace and Automotive Applications, Wiley 2011.
2. Eisenmann R., Machinery Malfunction. Diagnosis and correction, Pearson Education ,Inc. 2005
3. Broch J.T., Technical Vibration and Shock Measurements, Bruel&Kjaer Denmark 1984
4. Fiebig Wiesław. Drgania i hałas w inżynierii maszyn. PWN 2019

#### Uzupełniająca

1. Wybrane publikacje w czasopismach:  
Diagnostyka; Mechanical systems and signal processing; Journal of vibroengineering
2. Specyfikacje techniczne urządzeń i systemów diagnostycznych
3. Materiały uzupełniające zawarte na platformie e-learningowej eKursy.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, samokształcenie - korzystanie z zasobów e-learningowych, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, indywidualne programowanie, wykonanie sprawozdań, przygotowanie do kolokwium-zaliczenia) <sup>1</sup>	20	1,0

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