**Nazwa przedmiotu:**

Modelowanie i badania maszyn

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dąbrowski. dr hab. inż. Michał Hać, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-MSP-0518

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 68 godz.,
a) wykład - 30 godz.;
b) laboratorium - 30 godz.;
c) konsultacje - 6 godz.;
d) egzamin - 2 godz.;
2) Praca własna studenta - 82 godz.,
a) studia literaturowe - 15 godz.;
b) przygotowanie do egzaminu - 15 godz.;
c) przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 22 godz.;
d) przygotowanie do wykładu - 15 godz.;
e) wykonanie sprawozdań - 15 godz.
3) RAZEM – 150 godz.

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

2,7 punktów ECTS - liczba godzin kontaktowych - 68, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) laboratorium - 30 godz.;
c) konsultacje - 5 godz.;
d) egzamin - 2 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2,6 punkty ECTS - 67 godz., w tym:
a) udział w zajęciach laboratoryjnych - 30 godz.;
b) przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 22 godz.;
c) wykonanie sprawozdań - 15 godz.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowe wiadomości z mechaniki ogólnej, teorii drgań, teorii konstrukcji maszyn, pomiarów wielkości dynamicznych.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora

**Cel przedmiotu:**

Znajomość metod modelowania maszyn oraz elementów teorii eksperymentu. Umiejętność przeprowadzania eksperymentu naukowo-badawczego i sformułowania zadania identyfikacji parametrycznej i strukturalnej modelu matematycznego na bazie relacji sygnał-model. Świadomość zalet i ograniczeń badań symulacyjnych w działaniach inżynierskich.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Pojęcia podstawowe z zakresu teorii modelowania. Modele fizyczne i matematyczne. Klasyfikacja modeli ze względu na różne kryteria (stopień abstrakcji, rodzaj użytego opisu matematycznego itp.). Kreacja wiedzy w postaci ciągu coraz dokładniejszych modeli. Dobór stopnia dokładności modelu do postawionego zadania – kryterium poprawności modelowania. Podobieństwo dynamiczne jako podstawa tworzenia modeli fizycznych. Relacja model matematyczny obserwacja jako podstawa metodyki modelowania. Eksperyment badawczy – klasyfikacja eksperymentów (bierne, czynne, bierno-czynne). Podstawy teorii eksperymentu – wprowadzenie do analizy czynnikowej. Wstępne sformułowanie zadania identyfikacji modelu matematycznego – proste i odwrotne zadanie identyfikacji. Identyfikacja modeli liniowych. Identyfikacja modeli nieliniowych – niejednoznaczność zadania odwrotnego. Elementy analizy modalnej. Analiza wpływu zwiększenia dokładności (szczegółowości) opisu modelowego na przykładzie wirujących układów przeniesienia mocy. Przykłady modelowania w środowisku Matlab-Simulink – zapis modelu matematycznego, dobór narzędzi symulacji, identyfikacja („dostrajanie”) modelu. Wykorzystanie zidentyfikowanego modelu matematycznego jako narzędzia optymalizacji – problem wzajemnej relacji zmiennych decyzyjnych.
Laboratorium:
Badania i analiza stanu naprężenia i odkształcenia sprężystych elementów zaciskowych stosowanych w sprzęgłach mechanicznych. Identyfikacja uszkodzeń łożysk stożkowych pracujących w warunkach obciążeń zmiennych na podstawie widma amplitudy przyspieszenia i obwiedni drgań obudowy. Badanie charakterystyk pracy dwustopniowej przekładni falowej. Przekładnia zębata jako generator i wzmacniacz drgań mechanicznych. Wyznaczanie charakterystyk statycznych i dynamicznych amortyzatora magnetoreologicznego. Badania właściwości dyssypacyjnych specjalnych struktur granulowanych. Analiza odpowiedzi dynamicznej konstrukcji z kompozytu węglowego.

**Metody oceny:**

Wykład: Zaliczany jest na podstawie pisemnego egzaminu.
Laboratorium: Przed rozpoczęciem ćwiczenia sprawdzane jest przygotowanie studentów (sprawdzanie ustne lub pisemne - tzw. „wejściówka”). Każde ćwiczenie jest zaliczane na podstawie poprawnie wykonanego sprawozdania, przyjętego i ocenionego przez prowadzącego dane ćwiczenia.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Morrison F., Sztuka modelowania układów dynamicznych, WNT 1996
2. Czemplik A., Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów, WNT 2008
3. Bendat J. S., Piersol A. G., Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych, PWN 1976
4. Ozimek E., Podstawy teoretyczne analizy widmowej sygnałów, PWN 1985
5. Cempel Cz., Diagnostyka wibroakustyczna maszyn, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 1985
6. Hać M. (red.), Laboratorium modelowania i badania maszyn, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2010

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MB000-MSP-0518\_W1:**

Zna rodzaje modeli, metody i techniki modelowania z zakresu modeli fizycznych i matematycznych

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdzian przed dopuszczeniem do wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych, ocena sprawozdań

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_W11, KMiBM2\_W12

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

**Efekt 1150-MB000-MSP-0518\_W2:**

Zna metody identyfikacji parametrycznej i strukturalnej modeli dynamicznych

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdzian przed dopuszczeniem do wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych, ocena sprawozdań

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_W11, KMiBM2\_W12, KMiBM2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W06, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MB000-MSP-0518\_U1:**

Potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperyment naukowo-badawczy

Weryfikacja:

Sprawdzian przed dopuszczeniem do wykonywania ćwiczeń, ocena wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń i ocena sprawozdania

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_U01, KMiBM2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, InzA\_U02, T2A\_U08, T2A\_U11, T2A\_U15, InzA\_U01

**Efekt 1150-MB000-MSP-0518\_U2:**

Potrafi przeanalizować i ocenić dokładność modelowania

Weryfikacja:

Ocena wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń i ocena sprawozdania

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_U01, KMiBM2\_U02, KMiBM2\_U08, KMiBM2\_U14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, InzA\_U02, T2A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U13, InzA\_U01, T2A\_U18, T2A\_U19

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt :**

Potrafi współdziałać i pracować w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych i opracowywaniu sprawozdania, przyjmując w niej różne role.

Weryfikacja:

Ocena wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń i ocena sprawozdania.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K07, InzA\_K01