**Nazwa przedmiotu:**

Modelowanie i dynamika nieliniowych układów mechanicznych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. nzw. dr hab. inż. Elżbieta Jarzębowska

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

ML.NS748

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1. Liczba godzin kontaktowych - 50, w tym:
a) wykład - 30 godz.,
b) ćwiczenia - 15 godz.,
c) konsultacje - 5 godz.
2. Praca własna studenta: realizacja zadań domowych i praca nad projektem końcowym - 25 godz.
Razem - 75 godzin.

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

2 punkty ECTS - liczba godzin kontaktowych - 50, w tym:
a) wykład - 30 godz.,
b) ćwiczenia - 15 godz.,
c) konsultacje - 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS - 45 godzin, w tym:
a) realizacja zadań domowych i praca nad projektem końcowym - 25 godz.
b) ćwiczenia - 15 godz.,
c) konsultacje - 5 godz.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 15h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy mechaniki ogólnej (kurs mechaniki I i mechaniki II prowadzony na MEiL).

**Limit liczby studentów:**

150

**Cel przedmiotu:**

1.Przekazanie porcji wiedzy z zakresu metod modelowania nieliniowego układów mechanicznych, typowych w zastosowaniach inżynierskich. Zakres przewidzianej porcji wiedzy obejmuje modelowanie układów holonomicznych i nieholonomicznych, na poziomie kinematyki i dynamiki.
2.Pokazanie, poprzez strukturę wykładu i dobór przykładów, zakresu zastosowań różnych metod modelowania i sposobu podejścia do budowy i analizy różnych modeli nieliniowych.
3.Pokazanie słuchaczom i nauczenie ich „sposobu podejścia” do modelowania, który będą mogli wykorzystać w pracy praktycznej jako inżynierowie i w pracy naukowej.

**Treści kształcenia:**

Podstawowe reguły i etapy modelowania. Klasyfikacje modeli dla układów mechanicznych: modele nieliniowe holonomiczne i nieholonomiczne – przykłady. Równania dynamiki Lagrange'a, Lagrange'a z mnożnikami, Maggiego, Kane'a, Boltzmanna-Hamela dla układów holonomicznych i nieholonomicznych. Reprezentacja równań więzów w analizie numerycznej modeli nieliniowych.
Aspekty numeryczne rozwiązywania równań ruchu układów mechanicznych.

**Metody oceny:**

Ocenie podlegają zadania domowe i projekt końcowy. Ocena oparta jest o kryteria poprawności wykonania zadania, pomysłowości i formy przedstawienia wyników końcowych.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1.Bloch, A.M. 2003. Nonholonomic mechanics and control, New York: Springer-Verlag.
2.de Jalon, J.G. and E. Bayo. 1994. Kinematic and dynamic simulation of multibody systems. Mech. Eng. Series. Berlin: Springer-Verlag.
3.Dobronravov, V.V. 1970. Foundations of mechanics of non-holonomic systems. Moscow: Vyschaja Shkola (in Russian).
4.Gutowski, R. 1971. Analytical mechanics, Warsaw: PWN (in Polish) lub Mechanika analityczna.
5.Jarzębowska, E. Mechanika analitczna, skrypt PW, oficyna wydawnicza PW, 2003.
6.Kane, T.R. and D. L. Levinson. 1985. Dynamics - theory and applications. McGraw Hill.
7.Lancos, C. 1986. The variational principles of mechanics. 4th ed. New York: Dover Publ.
8.Layton, R.A. 1998. Principles of analytical system dynamics. New York: Springer-Verlag.
9.Moon, F.C. 1998. Applied dynamics. John Wiley & Sons Inc.
10.Nejmark, J.I. and N.A. Fufaev. 1972. Dynamics of nonholonomic systems. Providence, Rhode Island: Am. Math. Society.
11.Papatavridis, J.G. 2002. Analytical mechanics, a comprehensive treatise on the dynamics of constrained systems; for engineers, physicians, and mathematicians. New York: Oxford University Press.
12.Pars, L.A. 1965. Treatise of analytical dynamics. London: W. Heinemann, Ltd.
13.Spong, M.W. and M. Vidyasagar. 1989. Robot control and dynamics. New York: Wiley.
14.Udwadia, F. and R. Kalaba. 1996. Analytical dynamics - a new approach. New York: Cambridge Univ. Press.

**Witryna www przedmiotu:**

nie

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS748\_W1:**

Zdobycie wiedzy nt. klasyfikacji modeli nieliniowych układów mechanicznych.
Poznanie podstawowych różnic i konsekwencji klasyfikacji modeli nieliniowych.

Weryfikacja:

Ocena projektu - Wybór metody rozwiązania projektu domowego nr 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS748\_W2:**

Zdobycie wiedzy z zakresu wybranych metod modelowania układów nieliniowych holonomicznych.

Weryfikacja:

Wykonanie projektu domowego nr 1 – zbudowanie modelu dynamiki dla wybranego układu holonomicznego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS748\_W3:**

Zdobycie wiedzy z zakresu stosowanych metod wyprowadzania równań ruchu nieliniowych nieholonomicznych modeli układów mechanicznych.

Weryfikacja:

Wykonanie projektu domowego nr 2 – zbudowanie modelu dynamiki dla wybranego układu nieholonomicznego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS748\_W4:**

Zdobycie nowej wiedzy z zakresu reprezentacji równań więzów w analizie numerycznej modeli nieliniowych.

Weryfikacja:

Wykonanie symulacji numerycznej modelu dynamiki układu z projektu nr 2 (wybranego układu nieholonomicznego).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS748\_W5:**

Zdobycie wiedzy niezbędnej do pokonywania problemów z rozwiązaniami numerycznymi nieliniowych równań ruchu układów mechanicznych.

Weryfikacja:

Wykonanie symulacji numerycznej modelu dynamiki wybranego układu nieholonomicznego z projektu nr 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS748\_U1:**

Umiejętności formułowania celów modelowania, przyjmowania założeń i selekcji stopnia złożoności modelu.

Weryfikacja:

Ocena projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS748\_U2:**

Umiejętność zastosowania danej metody wyprowadzania równań ruchu do zbudowania modelu matematycznego danego układu mechanicznego holonomicznego.

Weryfikacja:

Wykonanie projektu domowego nr 1 – zbudowanie modelu dynamiki dla wybranego układu holonomicznego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS748\_U3:**

Umiejętność budowy nieliniowego modelu nieholonomicznego układu mechanicznego.
Umiejętność wybrania metody modelowania matematycznego w zależności od celu modelowania i sposobu napędu lub pracy układu.

Weryfikacja:

Wykonanie projektu domowego nr 2 – zbudowanie modelu dynamiki dla wybranego układu nieholonomicznego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U10, MiBM2\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS748\_U4:**

Umiejętność zapisania równań więzów w algorytmie obliczeń numerycznych zapewniających stateczność rozwiązania.

Weryfikacja:

Wykonanie projektu domowego nr 2 – zbudowanie modelu dynamiki dla wybranego układu nieholonomicznego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ML.NS748\_K1:**

Student rozumie znaczenie metod modelowania w pracy inżynierskiej i naukowej.

Weryfikacja:

Ocena projektów domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MBiM2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**