**Nazwa przedmiotu:**

Dynamics of multi-body systems

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Janusz Frączek, dr hab. inż. Marek Wojtyra, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Robotics

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

EM18

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

5

**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: 35 godzin:
realizacja pracy domowej, polegającej na dokonaniu analizy kinematycznej mechanizmu przy pomocy samodzielnie napisanego programu (w środowisku MATLAB-a) oraz z wykorzystaniem profesjonalnego pakietu do obliczeń metodą układów wieloczłonowych (ADAMS-a),
Razem: 85 godzin – 5 punktów ECTS.

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

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

**Język prowadzenia zajęć:**

angielski

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

3.5 punktu ECTS – 65 godzin, w tym:
a) udział w ćwiczeniach – 15 godz.,
b) udział w laboratoriach – 15 godz.,
c) realizacja pracy domowej, polegającej na dokonaniu analizy kinematycznej mechanizmu przy pomocy samodzielnie napisanego programu (w środowisku MATLAB-a) oraz z wykorzystaniem profesjonalnego pakietu do obliczeń metodą układów wieloczłonowych (ADAMS-a) – 35 godzin.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw mechaniki klasycznej, obliczeń macierzowych i rachunku różniczkowego.

**Limit liczby studentów:**

24

**Cel przedmiotu:**

1. Przygotowanie do samodzielnego formułowania i rozwiązywania zagadnień z dziedziny układów wieloczłonowych.
2. Przygotowanie do korzystania z profesjonalnego oprogramowania inżynierskiego w zakresie modelowania układów wieloczłonowych.

**Treści kształcenia:**

Wykłady:
1. Położenie i orientacja członów w przestrzeni. Matematyczny opis układu wieloczłonowego w różnych współrzędnych.
2. Pary kinematyczne i równania więzów. Więzy kierujące. Obliczanie macierzy Jacobiego.
4. Sformułowanie i rozwiązanie zagadnienia kinematyki. .
5. Algorytm i struktura programu do zautomatyzowanej analizy kinematycznej mechanizmów.
6. Równania ruchu układu wieloczłonowego. Reakcje więzów.
7. Zadania odwrotne i proste dynamiki. Struktura programu do zautomatyzowanej analizy dynamicznej mechanizmów.
Ćwiczenia:
1. Podstawy obsługi pakietu ADAMS.
2. Modelowanie członów i par kinematycznych na przykładzie chwytaka.
3. Modelowanie sił. Uruchamianie symulacji. Przetwarzanie i prezentacja wyników.
4. Parametryzacja modelu układu wieloczłonowego. Obliczenia optymalizacyjne.
5. Podstawy modelowania sił kontaktu. Wykorzystanie funkcji stanu.
6. Modelowanie mechanizmu krzywkowego. Wrażliwość parametryczna.
7. Analiza mechanizmów z więzami nadmiarowymi.

**Metody oceny:**

20% – praca na ćwiczeniach
50% – zaliczenie zadania domowego
30% – zaliczenie końcowe (egzamin ustny)

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Nikravesh P.E.: Planar Multibody Dynamics. Formulation, Programming with MATLAB®, and Applications, 2nd Ed., Taylor & Francis, Boca Raton, 2018.
2. Haug E.J.: Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems. Volume I: Basic Methods, Allyn and Bacon, 1989.
3. Garcia de Jalon J., Bayo E.: Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems. Springer-Verlag, 1994.

**Witryna www przedmiotu:**

—

**Uwagi:**

—

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka EM18\_W1:**

The student knows the basics of kinematic analysis of mechanisms and multibody systems.

Weryfikacja:

Homework assignment, final exam

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o, P7U\_W

**Charakterystyka EM18\_W2:**

The student has knowledge regarding equations of motion of mechanisms and multibody systems

Weryfikacja:

Final exam

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, P7U\_W

**Charakterystyka EM18\_W3:**

The student has basic knowledge about the methods of integrating the equations of motion of multibody systems

Weryfikacja:

Homework assignment, final exam

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_W01, AiR2\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, P7U\_W, III.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka EM18\_U1:**

The student can write the equations of kinematics for a mechanism or a complex multibody system

Weryfikacja:

Homework assignment, final exam

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.2.o

**Charakterystyka EM18\_U2:**

The student can numerically solve equations of kinematics.

Weryfikacja:

Homweork assignment, final exam

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06, AiR2\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka EM18\_U3:**

The student can formulate equations of motion of complex mechanisms

Weryfikacja:

Homework assignment, final exam

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.4.o, I.P7S\_UW

**Charakterystyka EM18\_U4:**

The student can conduct dynamic analysis of simple mechanisms using modern design and analysis tools

Weryfikacja:

Homework assignment

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U07, AiR2\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka EM18\_U5:**

The student can solve an engineering problem in the field of multibody systems modelling

Weryfikacja:

Homework assignment, final exam

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR2\_U03, AiR2\_U14, AiR2\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.4.o, III.P7S\_UW.3.o