**Nazwa przedmiotu:**

Badania symulacyjne środków transportu technikami MBS

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Grzegorz Dobrzyński, ad., Wydział Transportu PW, Zakład Systemów Informatycznych i Mechatronicznych w Transporcie

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Transport

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

113 godz., w tym: praca na wykładach 15 godz., praca na ćwiczeniach projektowych 30 godz., zapoznanie się ze wskazaną literaturą 5 godz., samodzielne opracowanie projektów 30 godz., przygotowanie się do kolokwiów 20 godz., indywidualna praca z programem 10 godz., konsultacje 3 godz. (w tym konsultacje w zakresie ćwiczeń projektowych 2 godz.)

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

2,0 pkt. ECTS (48 godz., w tym: praca na wykładach 15 godz., praca na ćwiczeniach projektowych 30 godz., konsultacje 3 godz.).

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2,5 pkt. ECTS (72 godz., w tym: praca na ćwiczeniach projektowych 30 godz., samodzielne opracowanie projektów 30 godz., indywidualna praca z programem 10 godz., konsultacje w zakresie ćwiczeń projektowych 2 godz.).

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

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

**Wymagania wstępne:**

Umiejętność korzystania z modeli przestrzennych 3D części maszyn i urządzeń oraz umiejętność posługiwania się dokumentacją 2D. Znajomość podstawowych praw i zasad mechaniki ogólnej oraz umiejętność ich zastosowania w badaniu ruchu prostych obiektów technicznych. Umiejętność modelowania prostych układów regulacji.

**Limit liczby studentów:**

Wykład: 100 osób, ćwiczenia projektowe: 18 osób.

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie z podstawami teoretycznymi zagadnień związanych z wirtualnym prototypowaniem układów mechanicznych i mechatronicznych oraz prowadzeniem analiz kinematycznych i dynamicznych tych układów. Nabycie przez studentów umiejętności wykorzystania profesjonalnego oprogramowania inżynierskiego klasy Multibody Systems (MBS i CAx) w modelowaniu i symulacji układów mechanicznych i mechatronicznych.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Wprowadzenie do analiz i obliczeń inżynierskich wspomaganych komputerowo z wykorzystaniem metody układów wieloczłonowych (MBS). Struktura oprogramowania MBS (pre i postprocesor, solver) Wprowadzenie do systemów MBS, podział tych systemów. Zadania proste i odwrotne dynamiki. Identyfikacja parametrów modeli, weryfikacja i walidacja modeli. Położenie i orientacja członów w przestrzeni.
Ćwiczenia projektowe:
Wykorzystanie profesjonalnego oprogramowania inżynierskiego klasy MBS i CAx. Modelowanie układów mechanicznych metodą układów wieloczłonowych (MBS), modelowania więzów, oddziaływania pomiędzy członami, wykorzystanie funkcji stanu. Parametryzacja modeli. Prowadzenie analiz kinematycznych i dynamicznych. Wykorzystanie modelu MBS do badań oddziaływania na człowieka, Wykorzystanie modelu MBS do wyznaczenia warunków brzegowych do analiz MES. Przetwarzanie i prezentacja wyników. Ilustracja niektórych tez wykładu.

**Metody oceny:**

Wykład: ocena formująca - 2 pisemne lub ustne sprawdziany po 3 pytania, dotyczące wybranych zagadnień teoretycznych; fakultatywna ocena podsumowująca: pisemny sprawdzian zawierający 6 pytań otwartych.
Ćwiczenia projektowe: ocena formująca - sprawdzenie poprawnego wykonania zadania w oprogramowaniu; fakultatywna ocena podsumowująca: wykonanie 2 samodzielnych projektów.
Ocena zintegrowana: średnia arytmetyczna ocen z poszczególnych form zajęć.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Literatura podstawowa:
1. Jerzy Domański, SolidWorks 2014. Projektowanie maszyn i konstrukcji. Praktyczne przykłady (ebook) Helion 2014;
2. Wojtyra M., Frączek J.: Metoda układów wieloczłonowych w dynamice mechanizmów. Ćwiczenia z zastosowaniem programu ADAMS. OWPW, 2007,
3. Frączek J., Wojtyra M.: Kinematyka układów wieloczłonowych. Metody obliczeniowe. WNT, 2008,
Literatura uzupełniająca:
1) Garcia de Jalon J., Bayo E.: Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems. Springer-Verlag, 1994.

**Witryna www przedmiotu:**

epw.pw.edu.pl lub TEAMS;

**Uwagi:**

O ile nie powoduje to zmian w zakresie powiązań danego przedmiotu z efektami uczenia się określonymi dla programu studiów w treściach kształcenia mogą być wprowadzane na bieżąco zmiany związane z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć naukowych.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Posiada podstawową wiedzę w zakresie wirtualnego prototypowania układów mechanicznych i mechatronicznych oraz stosowanych współcześnie w tym zakresie metod i technik.

Weryfikacja:

Forma weryfikacji efektów pisemna lub ustna; ocena formująca: 2 sprawdziany /każdy/ 3 otwarte pytania , na ocenę dostateczną wymagana jest pełna odpowiedź na 2 lub częściowa na 3 pytania, fakultatywna ocena podsumowująca: pisemny sprawdzian zawierający 6 pytań otwartych, na ocenę dostateczną wymagana jest pełna odpowiedź na 4 lub częściowa na 6 pytań;

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W10, Tr1A\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, I.P6S\_WK

**Charakterystyka W02:**

Rozumie sens modelowania i analizy kinematyki i dynamiki układów oraz zna sposoby prezentacji otrzymanych wyników.

Weryfikacja:

Forma weryfikacji efektów pisemna lub ustna; ocena formująca: 2 sprawdziany /każdy/ 3 otwarte pytania , na ocenę dostateczną wymagana jest pełna odpowiedź na 2 lub częściowa na 3 pytania, fakultatywna ocena podsumowująca: pisemny sprawdzian zawierający 6 pytań otwartych, na ocenę dostateczną wymagana jest pełna odpowiedź na 4 lub częściowa na 6 pytań;

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W08, Tr1A\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi porozumiewać się z wykorzystaniem technik MBS w środowisku modelowania układów mechanicznych.

Weryfikacja:

Ocenie podlega 10 ćwiczeń w ramach których wymagane jest wykonanie wirtualnych modeli, przeprowadzenie analiz oraz prezentacja i wyjaśnienie otrzymanych wyników symulacji /na ocenę dostateczną wymagane jest zdobycie 6 z 10 (lub 12 z 20) możliwych punktów z każdego z ocenianych ćwiczeń/

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_U02, Tr1A\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UK, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U02:**

Potrafi zaplanować i przeprowadzić analizę kinematyczną i dynamiczną prostych mechanizmów wykorzystując współczesne narzędzia. Potrafi prezentować i interpretować uzyskane wyniki analiz.

Weryfikacja:

Ocenie podlega 10 ćwiczeń w ramach których wymagane jest wykonanie wirtualnych modeli, przeprowadzenie analiz oraz prezentacja i wyjaśnienie otrzymanych wyników symulacji /na ocenę dostateczną wymagane jest zdobycie 6 z 10 (lub 12 z 20) możliwych punktów z każdego z ocenianych ćwiczeń/

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_U09, Tr1A\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Jest gotowy odpowiednio określić priorytety dla realizacji przedstawionych zadań oraz pracując w zespole – rozwiązać zadanie inżynierskie z dziedziny modelowania układów wieloczłonowych.

Weryfikacja:

Ocenie podlega 10 ćwiczeń w ramach których wymagane jest wykonanie wirtualnych modeli, przeprowadzenie analiz oraz prezentacja i wyjaśnienie otrzymanych wyników symulacji /na ocenę dostateczną wymagane jest zdobycie 6 z 10 (lub 12 z 20) możliwych punktów z każdego z ocenianych ćwiczeń/

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KK, P6U\_K