



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie układów mechanicznych

### Przedmiot

Kierunek studiów

Konstrukcja i Eksploatacja Środków Transportu

Studia w zakresie (specjalność)

Silniki Spalinowe

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

9

Laboratoria

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

18

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

mgr inż. Dominik Wojtkowiak

email: dominik.wojtkowiak@put.poznan.pl

tel. 61 665 2053

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Krzysztof Talaśka

email: krzysztof.talaska@put.poznan.pl

tel. 61 665 2053

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań

### Wymagania wstępne

Wiedza: Podstawowe wiadomości z matematyki, materiałoznawstwa, mechaniki, podstaw konstrukcji maszyn, teorii maszyn i mechanizmów oraz wytrzymałości materiałów zdobyte podczas studiów I i II stopnia.

Umiejętności: Podstawy rachunku wektorowego i macierzowego, umiejętność rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych, umiejętność rozwiązywanie prostych zagadnień z mechaniki i wytrzymałości materiałów, umiejętność prowadzenia obliczeń inżynierskich i doboru elementów, umiejętność projektowania maszyn i urządzeń, umiejętność tworzenia dokumentacji technicznej, znajomość obsługi programów CAD.



Kompetencje społeczne: Student jest kreatywny i konsekwentny w realizacji zadań, wykazuje samodzielność w rozwiązywaniu problemów, zdobywaniu i doskonaleniu nabytej wiedzy i umiejętności.

### Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z aparatem matematycznym niezbędnym w procesach modelowania materiałów i maszyn (mechanizmów), z podstawami modelowania fizycznego i matematycznego materiałów konstrukcyjnych, mechanizmów i maszyn oraz z metodami optymalizacji i symulacji komputerowej zarówno konstrukcji, jak i procesów technologicznych, z naciskiem na praktyczne wykorzystanie tych umiejętności w procesie projektowania i konstrukcji maszyn i urządzeń.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Posiada ogólną wiedzę o zasadach i metodach konstruowania maszyn roboczych, a w szczególności metodach obliczeń funkcjonalnych i wytrzymałościowych, optymalizacji matematycznej konstrukcji mechanicznych i modelowania konstrukcji maszyn w systemach 3D
2. Zna współczesne metody inżynierskiej grafiki komputerowej i teoretyczne podstawy obliczeń inżynierskich metodą elementów skończonych
3. Ma poszerzoną wiedzę w zakresie informatyki, dotyczącą programowania komputerów oraz programów do obliczeń inżynierskich w zakresie symulacji komputerowej układów fizycznych
4. Ma podstawową wiedzę w zakresie mechaniki brył i układów dyskretnych o wielu stopniach swobody, modelowania matematycznego systemów fizycznych i mechanicznych oparciu o zasadę d'Alemberta i równania Lagrange'a, opisu matematycznego materiałów za pomocą równań konstytutywnych.

#### Umiejętności

1. Potrafi posłużyć się popularnym systemem do obliczeń numerycznych do zaprogramowania prostego zadania symulacji systemu o niewielkiej liczbie stopni swobody
2. Potrafi wykonać średnio złożony projekt konstrukcji maszyny roboczej lub jej zespołu z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi CAD w tym narzędzi do modelowania przestrzennego maszyn i obliczeń metodą elementów skończonych
3. Potrafi wykorzystać metody modelowania wspomagającego projektowanie do konstruowania efektywnych maszyn i urządzeń.

#### Kompetencje społeczne

1. Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści
2. Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Sprawdzian pisemny na ostatnim wykładzie, sprawdzający znajomość teorii oraz umiejętność



wykorzystania jej w praktyce. Zaliczenie ćwiczeń na podstawie indywidualnej pracy zaliczeniowej w formie projektu maszyny lub urządzenia z wykorzystaniem elementów modelowania w procesie konstruowania, oddawanej najpóźniej na ostatnich zajęciach ćwiczeniowych. Bieżące sprawdzanie zrozumienia materiału poprzez rozwiązywanie zadań na tablicy w trakcie zajęć ćwiczeniowych.

### Treści programowe

Wykład: Uwagi o modelowaniu - cel, podmioty modelowania. Proces modelowania - etapy modelowania, schemat. Modelowanie fizyczne - założenia upraszczające, wielkości fizyczne, przykłady modeli fizycznych. Modelowanie matematyczne - podstawy modelowania, wielkości tensorowe, układy współrzędnych, zasady formułowania związków konstytutywnych, formułowanie i rozwiązywanie równań ruchu układów mechanicznych. Matematyczne modele materiałów konstrukcyjnych - modele jednoparametrowe, modele złożone, wybrane modele nieklasyczne. Układy mechaniczne jedno i dwuparametrowe - równania ruchu, drgania nietłumione i tłumione. Matematyczne modele wybranych procesów - układy elektromechaniczne i układy hydrodynamiczne. Analogie między środowiskami fizycznymi. Modelowanie matematyczne maszyn i urządzeń - kinematyka i dynamika prosta i odwrotna (notacja Denavita-Hartenberga), modelowanie stanu naprężenia w elementach konstrukcyjnych, wyznaczanie dynamicznych parametrów zastępczych. Budowa modeli symulacyjnych, metoda elementów skończonych (MES). Optymalizacja konstrukcji.

Ćwiczenia: Wyprowadzanie charakterystyki modeli reologicznych materiałów. Tensory naprężenia i odkształcenia. Modelowanie stanu naprężenia w elementach konstrukcyjnych. Dynamika układów mechanicznych – równania Lagrange’a II rodzaju. Wyznaczanie dynamicznych parametrów zastępczych. Notacja Denavita-Hartenberga – zadanie kinematyki prostej i odwrotnej. Budowa modelu symulacyjnego MES. Optymalizacja konstrukcji. Metoda oczkowa – analogie pomiędzy układami mechanicznymi i elektrycznymi. Modelowanie dynamiki elektromagnesu i silnika prądu stałego.

### Metody dydaktyczne

Wykład informacyjny z prezentacją multimedialną, z zastosowaniem metody przypadków (case study) - analiza rozwiązania rzeczywistych problemów konstrukcyjnych.

Ćwiczenia prowadzone w formie ćwiczeń audytoryjnych - praktycznego wykorzystania umiejętności przekazanych na wykładzie, z zastosowaniem metody demonstracji (zadania przy tablicy rozwiązywane przez prowadzącego wraz z niezbędnym komentarzem) lub instruktażu (zadania przy tablicy rozwiązywane przez studentów z pomocą prowadzącego). Pokaz z omówieniem obsługi programów komputerowych. Konsultacje efektów pracy własnej studentów w ramach realizowanych przez nich projektów zaliczeniowych.

### Literatura

Podstawowa

1. Derski W., Ziemia S., Analiza modeli reologicznych, Wyd. PWN, Warszawa 1968.
2. Ostwald M.: Podstawy optymalizacji konstrukcji. Wyd. Politechniki. Poznańskiej 2005.



3. Wrotny L.T., Zadania z kinematyki i dynamiki maszyn technologicznych i robotów przemysłowych, Wyd. PW, Warszawa 1998.
4. Czemplik A., Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów
5. Heimann B., Gerth W., Popp K., Mechatronika. Komponenty, metody, przykłady. PWN, Warszawa 2001.
6. Jezierski E., Dynamika robotów, WNT, Warszawa 2006.
7. Ostrowska-Maciejewska; Podstawy mechaniki ośrodków ciągłych, PWN, Warszawa 1982
8. Szturmowski B., Inżynierskie zastosowanie MES w problemach mechaniki ciała stałego na przykładzie programu ABAQUS, Wyd. Akademii Marynarki Wojennej, 2013
9. Skrzat A., Modelowanie liniowych i nieliniowych problemów mechaniki ciała stałego i przepływów ciepła w programie ANSYS Workbench/Abaqus, Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, 2014

Uzupełniająca

1. Z. Parszewski; Drgania i dynamika maszyn, WNT, Warszawa 1982
2. R. Scanlan, R. Rosenbaum; Drgania i flatter samolotów, PWN, Warszawa 1964
3. W. Tarnowski; Modelowanie systemów, Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2004
4. W. Flügge; Tensor analysis and continuum mechanics, Springer-Verlag, Berlin 1972
5. Bąk R., Burczyński T., Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego, wyd. WNT, Warszawa 2013.
6. R. H. Cannon jr.; Dynamika układów fizycznych, WNT, Warszawa 1973
7. Spong M., Vidyasagar M., Dynamika i sterowanie robotów, WNT, Warszawa 1997.

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	50	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	25	1,0

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