**Nazwa przedmiotu:**

Dynamika ruchu rakiet i pojazdów kosmicznych

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Elżbieta Jarzębowska, Dr hab. inż. Jan Kindracki

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NS759

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

90 godz.

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

1.5 punktu. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2.4 pkt. ECTS – 60 godzin
1. Obecność na zajęciach ćwiczeniowych – 15h
2. Konsultacje w zakresie projektu z prowadzącym – 3h
3. Wybór koncepcji pracy urządzenia w pracy projektowej -7h
4. Analiza możliwych rozwiązań systemu – 5h
5. Obliczenie i wyznaczenie parametrów pracy urządzenia – 20h
6. Przygotowanie sprawozdanie z projektu – 10h

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

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

**Wymagania wstępne:**

Opanowane wiadomości z zakresu mechaniki ogółnej (semestr I i II), podstaw automatyki i sterowania, mechaniki lotu i (opcjonalnie) mechaniki analitycznej.

**Limit liczby studentów:**

50

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studenta z podstawami dynamiki obiektów latających, jakimi są rakiety i pojazdy kosmiczne, przedstawienie specyfiki tych obiektów i warunków ruchu w kosmosie. Nauczenie studenta budowy modelu dynamiki obiektu kosmicznego, jego analizy, podstawowych metod sterowania obiektami kosmicznymi.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Lot balistyczny rakiety, problem sterowania rakietą, wejście na orbitę, spotkania orbitalne, problem deorbitacji, maksymalne ciśnienie dynamiczne, drgania rakiety, wpływ warunków atmosferycznych na lot, wybór miejsca startu. Budowa modelu dynamiki i dynamicznego modelu sterowania dla pojazdów kosmicznych – zachowanie pędu i krętu pojazdu, kinematyczny i dynamiczny model sterowania, specyfika sterowania w kosmosie. Zapoznanie z podstawowymi metodami stabilizacji i kontroli satelity na orbicie okołoziemskiej, z podstawowymi równaniami pozwalającymi na opisywanie jego orientacji względem układu odniesienia. Równania Eulera. Określanie sił i momentów perturbujących sztucznego satelitę Ziemi na orbicie.
Ćwiczenia:
Zadania i problemy z zakresu układania równań ruchu obiektu kosmicznego, wyznaczania położenia, prędkości, orientacji w przestrzeni kosmicznej. Wyznaczanie rónań zachowania w przestrzeni kosmicznej, budowa prostych modeli sterowania takimi obiektami.
Projekt:
Wykonanie projektu na zadany temat

**Metody oceny:**

• Wykład i ćwiczenia: dwa kolokwia w trakcie semestru;
• Projekt: oddanie projektu oraz jego obrona

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

• Charles D. Brown “Dynamics fo Spacecraft Design”, AIAA 2002
• Vladimir A. Chobotov “Orbital Mechanics” Third Edition, AIAA 2002
• Peter H. Zipfel “Modelling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics”, AIAA 2000
• Bong Wie “Space Vehicle Dynamics and Control”, AIAA 1998
• P. Fortescue, J.Stark, G. Swinerd „Spacecraft Systems Engineering”, Willey, 2003
• Ch.D. Brown „Elements of Spacecraft Design”, AIAA, 2002
• P. Hughes, „Spacecraft attitude dynamics”
• Weiland, C.: Computational Space Flight Mechanics, Springer, Berlin, 2010.
• Schaub, H., Junkins, J.L., Analytical Mechanics of Space Systems, 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.itc.pw.edu.pl/Pracownicy/Naukowo-dydaktyczni/Oleszczak-Pawel/Dynamika-Lotu-Rakiet

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W1:**

Student potrafi zdefiniować perturbacje ruchu orbitalnego, źródła zakłóceń oraz ich zasięg

Weryfikacja:

Kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W11, LiK2\_W14

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

**Efekt W2:**

Student posiada wiedzę na temat układów współrzędnych stosowanych w astronautyce oraz transformacji pomiędzy nimi

Weryfikacja:

Kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W04

**Efekt W3:**

Student ma wiedzę na temat zadań ogólnych i szczegółowych układu ACS satelity

Weryfikacja:

Kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03

**Efekt W4:**

Student ma wiedzę na temat zasad zachowania i modelu dynamiki statku kosmicznego

Weryfikacja:

Kolokwium II

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03

**Efekt W5:**

Student ma wiedzę na temat podstaw sterowania statkiem kosmicznym i budowy dynamicznego modelu sterowania.

Weryfikacja:

Kolokwium II

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W07, LiK2\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W02, T2A\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U1:**

Student umie wyznaczyć zmiany parametrów orbity statku kosmicznego wskutek perturbacji

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U17, LiK2\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U17, T2A\_U19

**Efekt U2:**

Student potrafi wyznaczyć wartości momentów zakłócających utrzymanie pozycji statku kosmicznego na orbicie

Weryfikacja:

Kolokwium, Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U10

**Efekt U3:**

Student umie dobrać urządzenie stabilizujące pozycją statku kosmicznego na orbicie i wyznaczyć jego podstawowe parametry

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U01, LiK2\_U12, LiK2\_U17

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01, T2A\_U12, T2A\_U17

**Efekt U4:**

Student umie dobrać czujniki pomiarowe układu ACS w zależności od typu wykonywanej misji

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U01, LiK2\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01, T2A\_U18

**Efekt U5:**

Student potrafi sformułować zasady zachowania w przestrzeni kosmicznej i wyprowadzić równania modelu dynamiki statku kosmicznego

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09

**Efekt U6:**

Student potrafi sformułować algorytmy sterowania statkiem kosmicznym oparte o modele kinematyki i dynamiki

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K1:**

Student rozumie i docenia znaczenie badań kosmicznych we współczesnym społeczeństwie

Weryfikacja:

Obrona projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_K07

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K07