**Nazwa przedmiotu:**

Wybrane zagadnienia sterowania w kosmonautyce

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Elżbieta Jarzębowska

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NS762

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

50 godz.

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

1,4 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 35, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) konsultacja z prowadzącym - 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 pkt. ECTS – 27 godzin:
• konsultacje w zakresie projektu z prowadzącym – 3h
• wybór koncepcji pracy projektowej – 2h
• rozwiązanie zadania projektowego – 5h
• obliczenia numeryczne, symulacje ruchu sterowanego – 12h
• przygotowanie raportu z projektu – 5h

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

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

**Wymagania wstępne:**

Zalecane, aby student zaliczył mechanikę II, podstawy automatyki i sterowania, opcjonalnie – dynamikę lotu.

**Limit liczby studentów:**

160

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest podanie studentowi wiedzy z zakresu modelowania obiektów latających takich jak statki powietrzne i obiekty kosmiczne, zapoznanie go z własnościami modeli statków powietrznych z punktu widzenia modelowania i sterowania i rodzajami zadań sterowania i etapami projektowania sterowania. Student nabędzie umiejętności budowania modeli sterowania statków i obiektów kosmicznych i klasyfikacji zadań sterowania.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Wprowadzenie – modele i rodzaje zadań sterowania dla układów latających. Modele obiektów latających: statków powietrznych, statków i obiektów kosmicznych, manipulatorów kosmicznych – charakterystyka klas modeli. Własności modeli statków powietrznych i obiektów kosmicznych z punktu widzenia modelowania i sterowania.
Rodzaje zadań sterowania i etapy projektowania sterowania. Podstawowe narzędzia stosowane w nieliniowej teorii sterowania – zakres niezbędnej mechaniki, termodynamiki, matematyki, elektroniki, inne.. Modele sterowania statków i obiektów kosmicznych: Klasyfikacje modeli układów sterowania i strategii sterowania. Klasyfikacja zadań sterowania dla obiektów kosmicznych i ich charakterystyka. Kinematyczne modele sterowania, – dla jakiego typu obiektów.
Dynamiczne modele sterowania. Dynamiczne modele sterowania dla układów typu „underactuated”. Sterowanie obiektami kosmicznymi na przykładach wybranych rodzajów misji kosmicznych. Misja serwisowa. Misja eksploracyjno-badawcza. Kierunki rozwoju współczesnych misji kosmicznych, zadania stawiane przez ESA.

**Metody oceny:**

Forma zaliczenia przedmiotu – zaliczenie dwóch projektów domowych.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

• Hughes, P. C.: Spacecraft Attitude Dynamics, Wiley, New York, 1986.
• Weiland, C.: Computational Space Flight Mechanics, Springer, Berlin, 2010.
• Koningstein, R., Cannon, R.: Experiments with simplified computed-torque controllers for free-flying robots, Proc. Amer. Contr. Conf., Boston, MA, June 1991, s. 1478 – 1484.
• Likins, P. W.: Analytical dynamics and nonrigid spacecraft simulation, Jet Propulsion Lab. Tech. Rep. 32-1593, July, 1974.
• Longman, R., Lindberg, R., Zedd, M.: Satellite-mounted robot manipulators – New kinematics and reaction moment compensation, J. Robotics Res, Vol. 6, no. 3, Fall 1987, s. 87-103.
• Papadopoulos, E., Dubowsky, S.: On the Nature of Control Algorithms for Free-Floating Space Manipulators, IEEE Trans. Robotics Automation, vol. 7, no. 6, Dec. 1991. s. 750-758.
• Roberson, R. E., Wittenburg, J.: A dynamical formalism for an arbitrary number of interconnected rigid bodies, with reference to the problem of satellite attitude control,
• Proc. IFAC Congress, London 1966, Butterworth, London 1968, s. 45D.1 – 46D.8
• Umetani, Y. , Yoshida, K.: Experimental study of two dimensional free-flying robot satellite model, Proc. NASA Conf. Space Telerobotics,Vol. 5, Pasadena, CA, Jan. 1989, s. 215-224.
• Yoshida, K.: Engineering Test Satellite VII Flight Experiments for Space Robot Dynamics and Control: Theories on Laboratory Test Beds Ten Years Ago, Now in Orbit, Int. J. Robot. Res., vol. 22, 2003; s. 321-335.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W1:**

Student ma wiedzę na temat modeli i rodzajów zadań sterowania dla układów latających, umie scharakteryzować klasy tych model, podać ich własności z punktu widzenia modelowania i sterowania oraz wymienić rodzaje zadań sterowania i etapy jego projektowania.

Weryfikacja:

Projekt domowy 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W11

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

**Efekt W2:**

Student ma wiedzę na temat kinematycznych modeli sterowania obiektów kosmicznych i podstawowych systemów sterowania na poziomie kinematyki.

Weryfikacja:

Projekt domowy 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W07, LiK2\_W11, LiK2\_W17

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W02, T2A\_W03, T2A\_W05

**Efekt W3:**

Student ma wiedzę na temat dynamicznych modeli sterowania dla układów w pełni sterowanych i typu „underactuated”.

Weryfikacja:

Projekt domowy I1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W07, LiK2\_W17

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W02, T2A\_W05

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U1:**

Student umie sklasyfikować modele i rodzaje zadań sterowania dla układów latających, umie podać własności tych modeli oraz wymienić rodzaje zadań sterowania i etapy jego projektowania.

Weryfikacja:

Projekt domowy I

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U15

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U15

**Efekt U2:**

Student umie zbudować kinematyczny model sterowania obiektu kosmicznego i zaprojektować strategię i algorytm jego sterowania na poziomie kinematyki.

Weryfikacja:

Projekt domowy I

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U07, LiK2\_U08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U08

**Efekt U3:**

Student umie zbudować dynamiczny model sterowania obiektu kosmicznego w pełni sterowanego i typu underactuated i zaprojektować strategię i algorytm jego sterowania.

Weryfikacja:

Projekt domowy II

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U07, LiK2\_U08, LiK2\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U08, T2A\_U18

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K1:**

Ma świadomość ważności zagadnień lotnictwa i kosmonautyki, rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w tym zakresie i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.

Weryfikacja:

Projekt domowy I, Projekt domowy II

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_K02

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K02