

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: II

Specjalności: Sterowanie i monitoring maszyn i urządzeń

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Podstawy optymalnego sterowania
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Fundamentals of optimal steering
KOD PRZEDMIOTU	WM AIR oIIS C4 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	15	15	0	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z podstawami teoretycznymi optymalizacji parametrycznej i funkcjonalnej układów sterowania ciągłych i dyskretnych.

Cel 2 Zapoznanie studentów z wpływem rodzaju kryterium optymalizacyjnego i ograniczeń równościowych/nierównościowymi na metodykę rozwiązania zadania optymalizacyjnego.

Cel 3 Zapoznanie studentów z metodami wariacyjnymi w optymalizacji strategii sterowania.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość Podstaw automatyki na poziomie inżynierskim.
- 2 Zaliczona Teoria sterowania.
- 3 Podstawowa znajomość metod rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Umiejętności Student potrafi sformułować zadanie wyznaczania najlepszej strategii sterowania w zależności od rodzaju kryterium optymalizacyjnego z uwzględnieniem ograniczeń, ich liczby i rodzaju.

EK2 Umiejętności Student potrafi rozwiązać proste zadanie optymalizacyjne dla przyjętego kryterium z uwzględnieniem celu sterowania i ograniczeń.

EK3 Wiedza Student rozróżnia zagadnienia optymalizacji parametrycznej i funkcjonalnej. Rozumie pojęcie celu sterowania, rolę ograniczeń w tym stabilności, warunków początkowych/końcowych, sterowalności obserwowalności.

EK4 Wiedza Student zna podstawowe metody rozwiązywania zadań optymalizacyjnych w zależności od kryterium, rodzaju i liczby ograniczeń.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Sterowalność, obserwowalność i stabilność układów automatycznej regulacji jako warunki konieczne sterowania optymalnego.	1
W2	Wstęp do sterowania optymalnego, pojęcia podstawowe. Kryteria optymalności.	1
W3	Metody obliczeniowe w zadaniach optymalizacji parametrycznej. Programowanie liniowe i nieliniowe bez ograniczeń	2
W4	Programowanie liniowe i nieliniowe z ograniczeniami równościowymi i nierównościowymi.	2
W5	Metody wariacyjne: Eulera, Lagrangea, Bolzy.	2
W6	Zasada maksimum Pontriagina.	2
W7	Zagadnienia czasoptymalne, zasada Hamiltona, problemy liniowo kwadratowe.	2
W8	Zasada optymalności Bellmana; układy ciągłe i dyskretne.	2
W9	Wstęp do stochastycznego programowania dynamicznego dla problemów optymalnego sterowania z czasem dyskretnym.	1

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Modele matematyczne układów sterowania w dziedzinie czasu i częstotliwości.	1
C2	Warunki sterowalności, obserwowalności i stabilności jako ograniczenia w sformułowaniach problemów optymalizacyjnych.	1
C3	Optymalizacja parametryczna. Programowanie liniowe w zbiorach ciągłych i dyskretnych.	2
C4	Programowanie nieliniowe - bez ograniczeń, z ograniczeniami równościowymi i nierównościowymi.	2
C5	Metody wariacyjne w rozwiązywaniu szczególnych zadań optymalizacyjnych	3
C6	Hamiltonian, sterowanie czasooptymalne. Zasada maksimum.	3
C7	Wyznaczanie macierzy Riccatiego i macierzy wzmocnień regulatorów LQR.	1
C8	Rozwiązywanie zadań optymalnego sterowania z czasem dyskretnym.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Narzędzie 1 Wykłady

N2 Narzędzie 2 Zadania tablicowe

N3 Narzędzie 3 Prezentacje i symulacje komputerowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	60
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Ocena 1 Kolokwium

F2 Ocena 2 Ocena odpowiedzi

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Ocena 1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Ocena 1 Uzyskanie pozytywnych ocen z Kolokwium 1 i Kolokwium 2

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Ocena 1 Sprawdzenie przygotowania przez odpytywanie na ćwiczeniach

B2 Ocena 2 Sprawdzenie opanowania materiału przez zadania tablicowe

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3

NA OCENĘ 3.0	51% -60% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	61% -70% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	71% -80% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	81% -90% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Zna podstawy modelowania matematycznego układów sterowania ciągłych i dyskretnych. Potrafi sformułować model optymalizacyjny dla problemu wyznaczania najlepszej strategii sterowania i zaproponować metodę jego rozwiązania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3.
NA OCENĘ 3.0	51% -60% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	61% -70% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	71% -80% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	81% -90% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Potrafi rozwiązać analitycznie prosty problem optymalizacyjny dla zadanego kryterium optymalizacyjnego, uwzględniając cel sterowania i ograniczenia.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3.
NA OCENĘ 3.0	51% -60% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	61% -70% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	71% -80% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	81% -90% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Zna metody analizy i syntezy układów sterowania układów ciągłych i dyskretnych. Zna metody wyznaczania trajektorii optymalnej dla zadanego celu sterowania, kryterium optymalizacyjnego i ograniczeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3
NA OCENĘ 3.0	51% -60% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	61% -70% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	71% -80% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	81% -90% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0

NA OCENĘ 5.0	Zna metody obliczeniowe w zadaniach optymalizacji parametrycznej w tym metody programowania liniowego i nieliniowego. Zna metody wariacyjne: Eulera, Lagrange'a i Bolzy. Zna zasadę Hamiltona.
--------------	--

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSODY OCENY
EK1		Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 C1 C2 C3 C4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2		Cel 2 Cel 3	W5 W6 W7 W8 W9 C3 C4 C5 C6 C7 C8	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3		Cel 1 Cel 2 Cel 3	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C8	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4		Cel 1 Cel 2 Cel 3	W4 W5 W6 W7 W8 C3 C4 C5 C6	N1 N2 N3	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Górecki H. — *Optymalizacja systemów dynamicznych*, Warszawa, 1993, PWN
- [2] | Kusik J., Danielewska-Tulecka A., Oprocha P. — *Optymalizacja. Wybrane metody z przykładami zastosowań*, Warszawa, 2009, PWN
- [3] | J. Seidler A. Badach, W. Molisz — *Metody rozwiązywania zadań optymalizacji*, Warszawa, 1980, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Bubnicki — *Teoria i algorytmy sterowania*, Miejscowość, 2005, Wydawnictwo PWN

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Stefan, Sławomir Chwastek (kontakt: stefan.chwastek@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Stefan, Sławomir Chwastek (kontakt: stefan.chwastek@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. prof. PK Janusz Pobędza (kontakt: janusz.pobedza@pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Łukasz Łacny (kontakt: llacny@pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Daniel Ziemiański (kontakt: dziemianski@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....