

## KARTA PRZEDMIOTU (SYLABUS)

### Opis przedmiotu

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	Projektowanie systemów sterowania	
RiSI/O/II/ST/B3			Control System Design	
Język wykładowy		Polski		
Rok akademicki		2026/2027		
Kierunek		Robotyka i Sztuczna Inteligencja		
w zakresie		-		
Poziom studiów		studia drugiego stopnia		
Profil studiów		ogólnoakademicki		
Forma studiów		studia stacjonarne		
Semestr / semestry		II		
Przynależność do grupy zajęć		Grupa zajęć kierunkowych		
Status przedmiotu		Obowiązkowy		
Formy realizacji zajęć dydaktycznych, wymiar, punkty ECTS		Forma zajęć	Liczba godzin zajęć dydaktycznych	Liczba punktów ECTS
		Wykład	30	4
		Laboratorium	30	
Powiązanie przedmiotu	z profilem studiów	związany z prowadzoną działalnością naukową w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, do której przyporządkowany jest kierunek studiów		4 ECTS
	z uprawnieniami	służy zdobywaniu przez studenta kompetencji inżynierskich		4 ECTS
	z dyscypliną	automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne		4 ECTS
Forma nauczania		Tradycyjna, zajęcia zorganizowane w Uczelni / zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość / inne		
Wymagania wstępne		Podstawy automatyki, mechatronika		
Jednostka prowadząca		KMSiM, Wydział Mechaniczny		
Koordynator		Dr hab. inż. Andrzej Puchalski, prof. URad		
Adres strony internetowej pjo		<a href="http://www.wm.uniwersytetradom.pl">www.wm.uniwersytetradom.pl</a>		
Adres e-mail, telefon koordynatora		Andrzej.puchalski@urad.edu.pl		

EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE, REALIZACJA ZAJĘĆ  
DYDAKTYCZNYCH, WERYFIKACJA EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Cel kształcenia:	Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie modelowania, analizy stabilności oraz projektowania i implementacji algorytmów sterowania (klasycznych, stanowych i cyfrowych) dla systemów mechatronicznych i robotycznych.
Treści programowe:	<p>Wykład:</p> <p>Opis systemów w przestrzeni stanów oraz transmitancje operatorowe. Analiza stabilności układów liniowych i nieliniowych metodami Lapunowa i Hurwitza. Projektowanie i strojenie regulatorów PID oraz struktur kaskadowych. Metody rozmieszczania biegunów i projektowanie obserwatorów stanu. Filtr Kalmana (KF). Algorytm predykcji i korekcji. Wprowadzenie do Rozszerzonego Filtru Kalmana (EKF). Sterowanie Optymalne (LQR/LQG) – minimalizacja wskaźnika jakości (energii i uchybu) oraz projektowanie regulatora kwadratowego dla systemów wielowymiarowych. Sterowanie Predycyjne (MPC) – wprowadzenie do Model Predictive Control i optymalizacja trajektorii ruchu z uwzględnieniem ograniczeń na sygnały sterujące i stany układu. Nieliniowość w mechatronice – metody linearyzacji oraz sterowanie systemami o silnych nieliniowościach takich jak tarcie, luz czy histereza. Dyskretyzacja układów ciągłych i algorytmy sterowania cyfrowego</p> <p>Lab:</p> <p>Modelowanie i symulacja obiektów fizycznych z uwzględnieniem nieliniowości w Simulinku. Identyfikacja parametrów i linearyzacja modeli w punkcie pracy. Implementacja dyskretnego filtru Kalmana do odsumowania sygnałów sensorycznych i estymacji zmiennych stanu. Synteza i testowanie regulatorów LQR oraz LQG dla systemów wielowymiarowych. Implementacja sterowania predycyjnego (MPC) z uwzględnieniem ograniczeń wykonawczych. Realizacja projektu końcowego – stabilizacja i sterowanie precyzyjne wybranym systemem nieliniowym (np. odwrócone wahadło, układ z tarcie).</p>
Metody dydaktyczne (kształcenia):	Wykład informacyjny z elementami problemowymi, prezentacje multimedialne oraz analizy przypadków (case studies). Laboratoria realizowane w formule Project Based Learning (PBL) z wykorzystaniem środowisk Matlab/Simulink oraz rzeczywistych stanowisk laboratoryjnych.
Rygor zaliczenia, kryteria oceny osiągniętych efektów uczenia się, sposób obliczania oceny końcowej:	Zaliczenie wykładu pisemne obejmujący teorię i zadania obliczeniowe. Zaliczenie laboratorium na podstawie oceny poprawności modeli, jakości zaimplementowanych algorytmów oraz prezentacji wyników projektu końcowego.

Efekty uczenia się dla przedmiotu w odniesieniu do efektów kierunkowych i formy zajęć				Metody weryfikacji efektów uczenia się	
Numer efektu uczenia się	Opis efektów uczenia się dla przedmiotu (PEU) Student, który zaliczył przedmiot (W) zna i rozumie / (U) potrafi / (K) jest gotów do:	Kierunkowy efekt uczenia się (KEU)	Forma zajęć	Forma weryfikacji (zaliczeń)	Metody sprawdzania i oceny
W1	Student zna i rozumie zaawansowane metody opisu, analizy i projektowania liniowych oraz nieliniowych układów sterowania, a także architekturę i zasady działania komponentów wykonawczych i sterujących.	K_WG04, K_WG05	Wykład	Test pisemny	Pytania otwarte i zamknięte
U1	Student potrafi budować modele matematyczne obiektów fizycznych oraz projektować i implementować algorytmy sterowania zapewniające stabilność i pożądane parametry dynamiczne systemów robotycznych i mechatronicznych.	K_UW01, K_UW07	Laboratorium	Sprawozdanie + odpowiedź ustna	Praktyczne zadania polegające na implementacji algorytmów sterowania oraz ocena wyników pomiarowych
K1	Student jest gotów do przyjmowania odpowiedzialności za podejmowane decyzje inżynierskie w procesie projektowania systemów sterowania, uwzględniając ich bezpieczeństwo oraz skutki techniczne i społeczne.	K_KO03	Projekt	Prezentacja projektu	Ocena jakości dokumentacji projektowej oraz prezentacji wyników

Literatura i pomoce naukowe
<p>Kaczorek T. i inni, "Podstawy teorii sterowania", Wydawnictwo WNT 2005.</p> <p>Brzózka J., "Regulatory i układy automatyki", Wydawnictwo PWN, 2004.</p> <p>Kaczorek T., "Teoria sterowania i systemów", Wydawnictwo PWN 1999.</p> <p>Kabziński J., Teoria sterowania. Projektowanie układów regulacji, Wydawnictwo PWN 2021.</p> <p>Szymkat M., "Komputerowe wspomaganie projektowania układów sterowania", WNT.</p> <p>Pieगत A., "Modelowanie i sterowanie rozmyte", Wydawnictwo EXIT 1999.</p> <p>Instrukcje laboratoryjne</p>

Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się – bilans punktów ECTS		
Udział w zajęciach/aktywność	Obciążenie studenta [h]	
	Zajęcia bez nauczyciela-praca własna studenta (ZBN)	Zajęcia dydaktyczne
Udział w wykładach/ćwiczeniach/laboratoriach	X	60 h
Przygotowanie do wykładów/ćwiczeń/lab	40 h	X
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	40 h / 1,6 ECTS	60 h / 2,4 ECTS
Punkty ECTS za przedmiot	4 ECTS	

Informacje dodatkowe, uwagi
-----------------------------

W przypadku studentów ze szczególnymi potrzebami, w tym: z niepełnosprawnością, przewlekle chorych, określone powyżej (w karcie) metody i formy weryfikacji efektów uczenia się dostosowuje się odpowiednio do indywidualnych potrzeb tych studentów.

Szczegółowe zasady i formy wsparcia studentów ze szczególnymi potrzebami: w tym z niepełnosprawnością, przewlekle chorych podczas zajęć, zaliczeń i egzaminów określono w: Regulaminie Studiów, Zasadach Studiowania, Procedurze dotyczącej zapewnienia dostępności procesu kształcenia studentom ze szczególnymi potrzebami, w tym: z niepełnosprawnością, przewlekle chorych.