



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sterowanie adaptacyjne i odporne

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i Robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Inteligentne Systemy Automatyki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1 / 2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Ćwiczenia

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Dariusz Horla, prof. PP

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane działy matematyki [K2\_W01 (P7S\_WG)]

Ma zaawansowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie metod analizy i projektowania systemów sterowania [K2\_W02 (P7S\_WG)]

Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę szczegółową w zakresie projektowania i analizy systemów optymalnych [K2\_W03 (P7S\_WG)]

Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę z zakresu modelowania oraz identyfikacji systemów liniowych i nieliniowych [K2\_W08 (P7S\_WG)] Potrafi skonstruować algorytm rozwiązania złożonego i nietypowego zadania inżynierskiego i prostego problemu badawczego oraz zaimplementować, przetestować i uruchomić go w wybranym środowisku programistycznym dla wybranych systemów operacyjnych [K2\_U07 (P7S\_UW)] Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści. Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się – podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób [K2\_K01 (P7S\_KK)]



## Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami i algorytmami sterowania adaptacyjnego oraz teorią i metodyką sterowania odpornego. Omawiane są głównie metody dyskretne sterowania adaptacyjnego oraz ciągłe sterowania odpornego.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

1. Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę z zakresu systemów adaptacyjnych [K2\_W10 (P7S\_WH)]
2. Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę z zakresu modelowania oraz identyfikacji systemów liniowych i nieliniowych [K2\_W08 (P7S\_WG)]

### Umiejętności

1. Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę - wyznaczać modele złożonych i nietypowych systemów i procesów, a także wykorzystywać je do celów analizy i projektowania układów automatyki i robotyki [K2\_U04 (P7S\_UW)]
2. Potrafi skonstruować algorytm rozwiązania złożonego i nietypowego zadania pomiarowego i obliczeniowo-sterującego oraz zaimplementować, przetestować i uruchomić go w wybranym środowisku programistycznym na platformie mikroprocesorowej. [K2\_U08 (P7S\_UW)]

### Kompetencje społeczne

1. Jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści. Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się – podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób [K2\_K01 (P7S\_KK)]
2. Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy [K2\_K05 (P7S\_KO)]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: zaliczenie (sprawdzenie wiedzy teoretycznej) z zakresu sterowania adaptacyjnego w formie egzaminu ustnego.

Laboratoria: sprawdzenie praktycznych umiejętności z zakresu metod i algorytmów sterowania adaptacyjnego i odpornego, za pomocą sprawozdań, kończące się zadaniem grupowym (praca w zespołach).

## Treści programowe

### WYKŁAD:

Model procesu. Skutki zmian parametrów procesu. Podział metod sterowania adaptacyjnego. Sterowanie adaptacyjne z modelem odniesienia. Reguła MIT. Metoda Lapunowa. Regulatory adaptacyjne dla układów deterministycznych: sterowanie z lokowaniem biegunów, sterowanie z modelem odniesienia. Pośrednie sterowanie adaptacyjne. Bezpośrednie regulatory self-tuning. Problem zakłóceń o znanych charakterystykach. Sterowanie z programową zmianą wzmocnienia. Sterowanie



minimalnowariancyjne. Regulator z ruchomą średnią. Unifikacja bezpośrednich regulatorów typu self-tuning. Sterowanie predykcyjne. Auto-tuning regulatora PID.

Cel sterowania odpornego. Optymalne kształtowanie sygnału zadanego. Optymalne odrzucanie zakłóceń. Zadanie odpornej stabilności. Rodzaje niepewności. Wyłączanie niepewności ze schematów blokowych. Testy odpornej stabilności. Nominalne wymagania jakościowe. Odporna jakość. Twierdzenie o małym wzmacnieniu. Sformułowanie problemu sterowania  $H_\infty$ , Synteza regulatora odpornego w programie Matlab.

Aktualizacja 2020: przykłady

LABORATORIUM:

Symulacja komputerowa w środowisku MATLAB/SIMULINK podstawowych algorytmów sterowania adaptacyjnego i odpornego z wykorzystaniem rekursywnych metod estymacji parametrów. Prezentacje multimedialne wraz z konsultacją rozwiązań układów sterowania adaptacyjnego. Pokaz działania układów regulacji adaptacyjnej na stanowisku fizycznym. Zaprojektowanie układu regulacji adaptacyjnej oraz odpornej wraz z wykonaniem dokumentacji

### Metody dydaktyczne

Zastosowane metody kształcenia:

a) wykład

- wykład z prezentacją multimedialną (rysunki, zdjęcia) uzupełniany przykładami podawanymi na tablicy,
- wykład uzupełniony materiałami do samodzielnego studiowania w systemie Moodle,
- teoria przedstawiana w powiązaniu z aktualną wiedzą studentów oraz praktyką,
- przedstawianie nowego tematu poprzedzone przypomnieniem treści powiązanych, znanych studentom z innych przedmiotów.

b) ćwiczenia laboratoryjne

- rozwiązywanie przykładowych zadań w zespołach,
- szczegółowe recenzowanie rozwiązań zadań przez prowadzącego ćwiczenia i dyskusje nad komentarzami
- eksperymenty obliczeniowe.

### Literatura

Podstawowa

1. Horla D., Sterowanie adaptacyjne, Ćwiczenia laboratoryjne, wyd. 3, Wyd.Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010



2. Królikowski A., Sterowanie adaptacyjne z ograniczeniami sygnału sterującego, Poznań, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 2004.

3. Koziński W. , Projektowanie regulatorów: wybrane metody klasyczne i optymalizacyjne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2004

Uzupełniająca

1. Horla D., Adaptive Predictive Controller for a Servo Drive - Actuator/Sensor Failure Study Experiments, 14th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics ICINCO, Madrid, Spain , 2017, s. 551-558

2. Horla D., C-code Implementation of an Adaptive Real-time GPC Velocity Controller for a Servo Drive, 17th International Conference on Mechatronics - Mechatronika (ME), Prague, Czech Republic, 2016, s. 139-145

3. Horla D., Minimum Variance Adaptive Control of A Servo Drive with Unknown Structure and Parameters, Asian Journal of Control, 2013, vol. 15, no. 1, s. 120-131

4. Horla D., Robust Performance of Sampled-Data Adaptive Control of a Servo Drive. From Simulation to Experimental Results, Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems, 2015, vol. 9, no. 2, s. 3-8

5. Horla D., Simulation vs. experimental results of pole-placement controller with full adaptation, 2013 International Conference on Systems, Control and Informatics, 2013, Venice, Italy, s. 27-33

6. Niederliński A., Mościński J., Ogonowski Z., Regulacja adaptacyjna, Warszawa WNT, 1995

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
łączy nakład pracy	90	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	15	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) <sup>1</sup>	75	3,0

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