

**KAPITAŁ LUDZKI**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCIProjekt współfinansowany przez
Unię Europejską w ramach
Europejskiego Funduszu
Społecznego**UNIA EUROPEJSKA**
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Nazwa przedmiotu		Kod ECTS	
Teoria sterowania		11.1.0333	
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot			
Instytut Matematyki			
Studia			
wydział	kierunek	poziom	pierwszego stopnia
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Matematyka	forma	stacjonarne
		moduł specjalnościowy	matematyka nauczycielska, matematyka, matematyka ogólna
		specjalizacja	wszystkie
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Matematyka	poziom	drugiego stopnia
		forma	stacjonarne
		moduł specjalnościowy	matematyka teoretyczna, matematyka nauczycielska, matematyka stosowana, matematyka finansowa
		specjalizacja	wszystkie
Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)			
prof. UG, dr hab. Tomasz Człapiński; dr Krzysztof Topolski			
Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin		Liczba punktów ECTS	
Formy zajęć		5	
Wykład, Ćw. audytoryjne			
Sposób realizacji zajęć			
zajęcia w sali dydaktycznej			
Liczba godzin			
Wykład: 30 godz., Ćw. audytoryjne: 30 godz.			
Termin realizacji przedmiotu			
2020/2021 letni			
Status przedmiotu		Język wykładowy	
fakultatywny (do wyboru)		polski	
Metody dydaktyczne		Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne	
<ul style="list-style-type: none"> - Rozwiązywanie zadań - Wykład problemowy 		Sposób zaliczenia	
		<ul style="list-style-type: none"> - Zaliczenie na ocenę - Egzamin 	
		Formy zaliczenia	
		<ul style="list-style-type: none"> - egzamin pisemny z pytaniami (zadaniami) otwartymi - kolokwium 	
		Podstawowe kryteria oceny	
		<ul style="list-style-type: none"> wynik egzaminu pisemnego łącznie ilość punktów z kolokwiów 	
Sposób weryfikacji założonych efektów kształcenia			

zakładany efekt kształcenia	Egzamin	Kolokwium	Aktywność na zajęciach
	Wiedza		
M2_W01	+	+	
M2_W02	+	+	
M2_W03	+		
	Umiejętności		
M2_U01	+		
M2_U03			+
M2_U04	+		
M2_U05	+		
M2_U06		+	
M2_U07			+
	Kompetencje		

Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi**A. Wymagania formalne****B. Wymagania wstępne**

Znajomość podstaw analizy matematycznej i algebry liniowej.

Cele kształcenia

Zapoznanie studentów z podstawami teoretycznymi i głównymi zagadnieniami teorii sterowania.

Treści programowe

1. Ciągłe i dyskretne układy sterowania.
2. Ciągłe i dyskretne liniowe układy sterowania
3. Ogólna definicja układu sterowania.
4. Stacjonarne układy sterowania.
5. Osiągalność i sterowalność.
6. Sterowalność układów liniowych.
7. Stany równowagi i ich analiza dla układów stacjonarnych.
8. Warunki sterowalności dla stacjonarnych układów liniowych ciągłych i dyskretnych (warunek Kalmana).
9. Liniowe układy dyskretne w postaci kanonicznej, związek z dyskretnymi układami wyższego rzędu.
10. Ciągłe liniowe układy sterowania zależne od czasu, Gramian sterowalności, sterowanie minimalno-kwadratowe.
11. Sterowanie z ograniczeniami.
12. Układy z obserwacjami.
13. Rozróżnialność zdarzeń.
14. Obserwowalność układu.
15. Obserwowalność układów liniowych.
16. Obserwowalność układów autonomicznych.
17. Obserwowalność stacjonarnych układów ciągłych i dyskretnych.
18. Sterowanie optymalne dla układów ciągłych.
19. Definicja funkcji Bellmana.
20. Równanie Hamiltona-Jacobiego-Bellmana.
21. Twierdzenie weryfikujące.
22. Programowanie dynamiczne: sterowanie w układzie zamkniętym (sprzężenie zwrotne).
23. Zastosowania sterowania optymalnego (problem farmera).
24. Zagadnienie liniowego regulatora kwadratowego.

Wykaz literatury

1. S. Elaydi, *An Introduction to Difference Equations*, Springer, New York 2005.
2. T. Kaczorek, *Podstawy teorii sterowania*, WNT 2006.
3. B. Kiszczak, G.C. Agarwal - *Linear Control Systems*, Kluwer, New York 2002.
4. E.D. Sontag, *Mathematical Control Theory*, New York 1998.
5. J. Zabczyk, *Zarys matematycznej teorii sterowania*, PWN, Warszawa 1991.

Kierunkowe efekty kształcenia**Wiedza**

Student:

- Zna pojęcie układu sterowania. Zna pojęcia ciągły, dyskretny, liniowy, stacjonarny układ sterowania. Zna pojęcia osiągalności i sterowalności układu.
- Zna pojęcie stanu równowagi. Zna warunki sterowalności dla stacjonarnych układów liniowych ciągłych i dyskretnych.
- Zna związek liniowego układu dyskretnego w postaci kanonicznej z dyskretnymi układami wyższego rzędu. Zna warunki sterowalności dla liniowych układów ciągłych i dyskretnych zależnych od czasu. Zna zagadnienie sterowania minimalno-kwadratowego. Zna zagadnienie sterowania z ograniczeniami.
- Zna pojęcia układu z obserwacjami, rozróżnialności zdarzeń oraz obserwowalności układu. Zna warunki obserwowalności stacjonarnych układów ciągłych i dyskretnych.
- Zna zagadnienie sterowania optymalnego dla układów ciągłych. Zna definicję funkcji Bellmana i równanie Hamiltona-Jacobiego-Bellmana oraz twierdzenie weryfikujące.
- Zna pojęcie programowanie dynamicznego i sterowanie w układzie zamkniętym. Zna wybrane zastosowania sterowania optymalnego. Zna zagadnienie liniowego regulatora kwadratowego.
- Zna dowody twierdzeń i rozumie rolę konstrukcji rozumowań w zagadnieniach sterowania.

M2_W01, M2_W02, M2_W03.

Umiejętności

Student:

- Potrafi klasyfikować układy sterowania (ciągły, dyskretny, liniowy, stacjonarny). Potrafi znajdować zbiory osiągalności dla układów ciągłych i dyskretnych.
- Potrafi wskazać i badać stan równowagi układów dyskretnych i ciągłych. Potrafi badać sterowalność stacjonarnych układów liniowych ciągłych i dyskretnych.
- Potrafi badać sterowalność dla liniowych układów ciągłych i dyskretnych zależnych od czasu. Potrafi rozwiązywać zagadnienie sterowania minimalno-kwadratowego.
- Potrafi rozwiązywać proste zagadnienia sterowania z ograniczeniami. Potrafi badać rozróżnialność zdarzeń oraz obserwowalność układu, w szczególności obserwowalność stacjonarnych układów ciągłych i dyskretnych. Potrafi formułować zagadnienie sterowania optymalnego dla układów ciągłych.
- Potrafi napisać równanie Hamiltona-Jacobiego-Bellmana i wykorzystywać w wybranych sytuacjach twierdzenie weryfikujące.
- Potrafi konstruować sterowanie optymalne w układzie zamkniętym. Potrafi zastosować model sterowania optymalnego w wybranych zastosowaniach.
- Potrafi rozwiązywać zagadnienie liniowego regulatora kwadratowego.
- Rozumie podstawowe teksty matematyczne z teorii sterowania.
- Potrafi dowodzić podstawowe twierdzenia w teorii sterowania.

M2_U01, M2_U03, M2_U04, M2_U05, M2_U06, M2_U07.

Kompetencje społeczne (postawy)**Kontakt**

tomasz.czlapinski@mat.ug.edu.pl