

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

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

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. Kiszczek, 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