

**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 | |
| - Rozwiązywanie zadań - Wykład problemowy | | Sposób zaliczenia | |
| | | - Zaliczenie na ocenę - Egzamin | |
| | | Formy zaliczenia | |
| | | - egzamin pisemny z pytaniami (zadaniami) otwartymi - kolokwium | |
| | | Podstawowe kryteria oceny | |
| | | 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. 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