



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Teoria i metody optymalizacji

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i Robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy Automatyki i Robotyki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

niestacjonarne

Rok/semestr

1 / 1

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

12

Laboratoria

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

12

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Sławomir Stępień

email: Slawomir.Stepien@put.poznan.pl

tel. 61 665 23 64

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul.Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Paulina Superczyńska

email: Paulina.Superczynska@put.poznan.pl

tel. -

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul.Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z algebry liniowej, rachunku macierzowego, analizy matematycznej i rachunku różniczkowego, podstaw teorii modelowania systemów dynamicznych.

Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych zadań z zakresu algebry, analizy matematycznej i geometrii oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji.



Kompetencje Społeczne: W zakresie kompetencji społecznych prezentować takie postawy jak: uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.

### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z zakresu teorii i metod optymalizacji, w tym programowania liniowego, programowania nieliniowego, optymalizacji dynamicznej bez i z ograniczeniami. Podstaw sterowania optymalnego oraz suboptymalnego.
2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów programowania liniowego metodą Simpleks oraz metodą graficzną, problemów programowania nieliniowego, metod Lagrange'a w rozwiązywaniu optymalizacji bez ograniczeń oraz z ograniczeniami na dynamikę systemu. Rozwijanie umiejętności stosowania metod sterowania optymalnego LQR i syboptymalnego SDRE.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Wiedza z zakresu wybranych działów matematyki niezbędną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań z zakresu teorii optymalizacji i sterowania optymalnego.
2. Wiedza z zakresu modelowania liniowych i nieliniowych systemów dynamicznych
3. Wiedza z zakresu teorii optymalizacji oraz projektowania i analizy algorytmów optymalizacyjnych w tym sterowania optymalnego.
4. Zna wybrane metody optymalizacji stosowane do rozwiązywania problemów programowania matematycznego liniowego i nieliniowego, problemów sterowania optymalnego i suboptymalnego.

#### Umiejętności

1. krytycznie korzystać z informacji literaturowych i innych źródeł w języku polskim i angielskim
2. budować modele prostych systemów dynamicznych, liniowych i nieliniowych
3. przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań optymalizacyjnych dostrzegać ich aspekty pozatechniczne (w tym środowiskowe, ekonomiczne i prawne)
4. dobrać odpowiednie metody rozwiązywania problemów optymalizacyjnych
5. poprawnie rozwiązywać proste problemy poddane optymalizacji i sterowania optymalnego

#### Kompetencje społeczne

1. rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doksztalcania się, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych
2. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych i skrupulatnego zapoznania się z podejmowaną problematyką
3. potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy



4. ma świadomość społecznej roli absolwenta uczelni technicznej, rozumie potrzebę i możliwość dalszego przekazywania pozyskanej wiedzy i umiejętności

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena podsumowująca w zakresie wykładów dotyczy weryfikacji założonych efektów kształcenia, tzn. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym.

W zakresie ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne, przy tablicy), ponadto poprzez ocenę nabytej wiedzy i umiejętności poprzez jedno lub dwa kolokwia w semestrze.

### Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

Wprowadzenie do teorii optymalizacji. Problemy programowania matematycznego. Problemy optymalizacji liniowej i nieliniowej. Podstawy algebry liniowej. Zbiory wypukłe. Problemy programowania liniowego (PL). Rozwiązywanie problemów programowania liniowego metodą graficzną. Podstawy teoretyczne metody Simpleks. Algorytm metody Simpleks. Wyznaczanie początkowego rozwiązania dopuszczalnego bazowego. Rozwiązywanie problemów programowania liniowego metodą Simpleks.

Programowanie nieliniowe (PNL). Klasyfikacja problemów programowania nieliniowego. Klasyfikacja metod rozwiązywania problemów PNL. Przypadki problemów programowania nieliniowego, które można sprowadzić do problemów PL. Problemy programowania nieliniowego z ograniczeniami równościowymi. Funkcja Lagrange'a. Warunki Lagrange'a. Twierdzenie Lagrange'a. Problem programowania nieliniowego z ograniczeniami nierównościowymi. Warunki Karusha-Kuhna-Tuckera (KKT). Twierdzenie KKT. Metoda KKT.

Programowanie kwadratowe, programowanie nieliniowe bez ograniczeń, programowanie nieliniowe z ograniczeniami równościowymi – metoda mnożników Lagrange'a. Programowanie dynamiczne – rachunek wariacyjny. Równanie Hamiltona-Jacobiego-Bellmana. Zasada Maksimum Pontriagina.

Sterowanie liniowo-kwadratowe LQR ze skończonym oraz nieskończonym horyzontem czasowym. Parametryzacja zależna od stanu SDP. Sterowanie suboptymalne SDRE ze skończonym oraz nieskończonym horyzontem czasowym.

Ćwiczenia prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych spotkań. Do każdego spotkania obowiązuje przygotowanie z jednego tematu. Podczas ćwiczeń studenci rozwiązują zadania z zakresu materiału przedstawionego na wykładach. Program zajęć obejmuje:

- programowanie liniowe: metoda graficzna, macierzowa metoda simplex, postać tablicowa metody simplex, dwufazowa metoda simplex- programowanie nieliniowe,



- programowanie kwadratowe, programowanie nieliniowe z i bez ograniczeń, metoda mnożników Lagrange'a
- programowanie dynamiczne – rachunek wariacyjny, Zasada Maksimum Pontriagina
- sterowanie systemów liniowych LQR
- sterowanie systemów nieliniowych SDRE

### Metody dydaktyczne

Metody dydaktyczne:

1. wykład: wykład na tablicy wspomagany prezentacją multimedialną z przykładami
2. ćwiczenia: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne, dyskusja

### Literatura

Podstawowa

1. Rumatowski K., Królikowski A., Kasiński A., Optymalizacja układów sterowania. Zadania, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 1984
2. Stadnicki J., Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacji z przykładami zastosowań technicznych, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 2006
3. Superczyńska P., Metoda sterowania suboptymalnego z wykorzystaniem linearyzacji układu zamkniętego, Praca doktorska, Poznań 2019.
4. Donald E. Kirk, Optimal Control Theory: An Introduction, Dover Publications, 2004)

Uzupełniająca

1. Optymalizacja, Kusiak J., Danielewska-Tuńska A., Oprocha P., PWN, 2009.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	45	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	24	2
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) <sup>1</sup>	21	2

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