

**KARTA PRZEDMIOTU**

| | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------|
| Kod przedmiotu | studia stacjonarne: | M#2-S2-AiR-202 |
| | studia niestacjonarne: | M#2-N2-AiR-202 |
| Nazwa przedmiotu | Teoria i metody optymalizacji | |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Theory and methods in optimization | |
| Obowiązuje od roku akademickiego | 2024/2025 | |

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

| | |
|----------------------------------|--|
| Kierunek studiów | Automatyka i Robotyka |
| Poziom kształcenia | II stopień |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | Studia stacjonarne i niestacjonarne |
| Zakres | Wszystkie |
| Jednostka prowadząca przedmiot | Katedra Automatyki i Robotyki |
| Koordinator przedmiotu | prof. dr hab. inż. Dariusz Janecki |
| Zatwierdził | dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn |

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

| | | |
|--|---------------------------------------|------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów | Przedmiot kształcenia ogólnego | |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy | |
| Język prowadzenia zajęć | Polski | |
| Usytuowanie w planie studiów - semestr | studia stacjonarne | Semestr 2 |
| | studia niestacjonarne | Semestr 2 |
| Wymagania wstępne | | |
| Egzamin (TAK/NIE) | Nie | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | |

| Forma prowadzenia zajęć | | wykład | ćwiczenia | laboratorium | projekt | inne |
|---------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------|---------|------|
| Liczba godzin w semestrze | studia stacjonarne: | 30 | | 15 | | |
| | studia niestacjonarne: | 18 | | 9 | | |





EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Kategoria | Symbol efektu | Efekty kształcenia | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|-----------------------|---------------|---|-------------------------------------|
| Wiedza | W01 | Student ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie metod numerycznych optymalizacji używanych w praktyce inżynierskiej. | AiR2_W01 |
| | W02 | Zna zalety, ograniczenia i przeznaczenie różnych algorytmów optymalizacji. | AiR2_W06 |
| | W03 | Zna dostępne komercyjne i bezpłatne oprogramowanie do rozwiązywania zadań optymalizacji. | AiR2_W04 |
| Umiejętności | U01 | Student potrafi sformułować w sposób matematyczny proste zadanie optymalizacji definiując funkcję celu, zmienne decyzyjne i ograniczenia. | AiR2_U02 |
| | U02 | Potrafi dobrać odpowiednią metodę optymalizacji do rodzaju rozwiązywanego zagadnienia. | AiR2_U02 |
| | U03 | Potrafi zaimplementować optymalizowany proces za pomocą specjalistycznego oprogramowania. | AiR2_U02 |
| Kompetencje społeczne | K01 | Ma świadomość potrzeby samodzielnego uzupełniania i poszerzania wiedzy z zakresu automatyki i robotyki. | AiR2_K01 |
| | K02 | Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych związanych z kierunkiem studiów automatyki i robotyki. | AiR2_K05 |



**TREŚCI PROGRAMOWE**

| Forma zajęć | Treści programowe |
|--------------|--|
| wykład | <p>Wiadomości podstawowe: elementy zadania optymalizacji, podział problemów optymalizacji, ogólna informacja o algorytmach optymalizacji, ogólna charakterystyka programów do rozwiązywania zadań optymalizacji (Excel, Matlab i Octave). Formułowanie przykładowych problemów optymalizacji: zagadnienie transportowe, zagadnienie optymalnej diety, problemy identyfikacji układów statycznych i dynamicznych (metoda błędu wyjścia, metoda błędu wejścia, metoda odpowiedzi czasowej), problemy upraszczania modeli układów dynamicznych, dobór optymalnych nastaw regulatorów, zagadnienie aproksymacji i wygładzania danych pomiarowych, zagadnienia sterowania optymalnego, czasoptymalnego, przykład problemu sterowania stochastycznego, wyznaczanie elementów skojarzonych w metrologii powierzchni. Matematyczne podstawy teorii optymalizacji. Warunki konieczne i wystarczające optymalności dla zagadnień bez ograniczeń. Funkcja kwadratowa wielu zmiennych: ekstrema funkcji kwadratowej, macierze dodatnio określone, wektory i wartości własne macierzy symetrycznych, sprowadzanie funkcji kwadratowej do postaci kanonicznej. współczynnik uwarunkowania macierzy. Kryterium najmniejszych kwadratów: metoda identyfikacji najmniejszych kwadratów, metody iteracyjne najmniejszych kwadratów, metoda z wykładniczym zapominaniem przeszłych danych i jej modyfikacje, iteracyjny algorytm Gaussa-Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta. Warunki konieczne i wystarczające optymalności dla zagadnień z ograniczeniami równościowymi, funkcja Lagrange'a. Przykłady zastosowań warunków koniecznych z ograniczeniami równościowymi. Zadania optymalizacji z ograniczeniami nierównościowymi, warunki Kuhna-Tuckera. Zadanie programowania liniowego: przykłady zadań programowania liniowego, interpretacja geometryczna zadania dla funkcji dwóch zmiennych. Postać kanoniczna zadania, algorytm sympleks, metoda tablicowa implementacji algorytmu sympleks. Dualne zadanie programowania liniowego. Metody programowania kwadratowego: metoda funkcji Lagrange'a, metoda zbioru ograniczeń aktywnych. Algorytmy minimalizacji funkcji jednej zmiennej, algorytm złotego podziału, algorytm Fibonacciego, algorytmy wykorzystujące interpolację kwadratową. Algorytmy dla funkcji różniczkowalnych, metoda Newtona-Rawsona, metoda siecznych i inne. Algorytmy poszukiwań prostych, metoda compass, metoda Hooka-Jeevsa, metoda sympleksu Nelder- Meada, metoda kierunków sprzężonych Powela. Algorytmy gradientowe dla zadań bez ograniczeń: metoda najszybszego spadku, metoda Newtona, metody kierunków sprzężonych.</p> |
| laboratorium | <p>Procedury optymalizacji dostępne w programie Excel oraz pakiecie Matlab-Simulink. Rozwiązanie prostego zadania wyznaczenia najszybszej trasy. Programowanie nieliniowe z ograniczeniami. Dobór optymalnych parametrów regulatora PID dla obiektów z opóźnieniem. Programowanie liniowe. Zagadnienie optymalizacji produkcji energii elektrycznej. Sterowanie optymalne. Wystrzelenie satelity na orbitę geostacjonarną. Programowanie nieliniowe bez ograniczeń. Identyfikacja parametrów nieliniowego obiektu dynamicznego metodą błędu wyjścia oraz metodą odpowiedzi skokowej. Zadanie typu minimax. Wyznaczanie wybranych odchyłek kształtu powierzchni (prostoliniowość, okrągłość, walcowość) metodą minimalnej strefy.</p> |

**METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X) | | | | | |
|---------------|--|-----------------|-----------|---------|--------------|------|
| | Egzamin ustny | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01 | | | X | | | |
| W02 | | | X | | | |
| W03 | | | X | | | |
| U01 | | | | | X | |
| U02 | | | | | X | |
| U02 | | | | | X | |
| K01 | | | | | | X |
| K02 | | | | | | X |

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć | Forma zaliczenia | Warunki zaliczenia |
|--------------|--------------------|--|
| wykład | zaliczenie z oceną | Pozytywne zaliczenie końcowego kolokwium. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów. |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Pozytywne zaliczenie sprawozdań z zajęć laboratoryjnych. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen częściowych. |

NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|---------------------|---|----|---|---|-----------------------|---|---|---|---|-----------|
| Lp. | Rodzaj aktywności | Obciążenie studenta | | | | | | | | | | Jednostka |
| | | studia stacjonarne | | | | | studia niestacjonarne | | | | | |
| | | W | C | L | P | S | W | C | L | P | S | |
| 1. | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów | 30 | | 15 | | | 18 | | 9 | | | h |
| 2. | Inne (konsultacje, egzamin) | 2 | | 2 | | | 2 | | 2 | | | h |
| 3. | Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 49 | | | | | 31 | | | | | h |
| 4. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 1,6 | | | | | 1,0 | | | | | ECTS |
| 5. | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta | 11 | | | | | 29 | | | | | h |
| 6. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy | 0,4 | | | | | 1,0 | | | | | ECTS |





| | | | | |
|-----|---|------------|------------|------|
| 7. | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym | 20 | 20 | h |
| 8. | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym | 0,7 | 0,7 | ECTS |
| 9. | Sumaryczne obciążenie pracą studenta | 60 | 60 | h |
| 10. | Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS od 25 do 30 godzin obciążenia studenta</i> | 2 | | ECTS |

LITERATURA

1. Stachurski A., Wierzbicki A.: Podstawy optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1999.
2. Stachurski A.: Wprowadzenie do optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2009.
3. Seidler J., Badach A., Molish W.: Metody rozwiązywania zadań optymalizacji, Podręczniki akademickie, Warszawa, PWN 1980.
4. Ostanin A.: Optymalizacja liniowa i nieliniowa, Politechnika Białostocka, 2005
5. Zalewski A., Cegiela L.: MATLAB – obliczenia numeryczne i ich zastosowanie; NAKOM 1997.
6. MATLAB Optimization toolbox, User's Guide, oryginalna instrukcja programu MATLAB.

