**Nazwa przedmiotu:**

Programowanie matematyczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Ewa Pawelec

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Informatyka i Systemy Informacyjne

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

1120-IN000-MSP-0113

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

6

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. godziny kontaktowe – 78 h; w tym
a) obecność na wykładach – 45 h
b) obecność na ćwiczeniach – 15 h
c) obecność na laboratoriach – 15 h
d) obecność na egzaminie – 3 h
2. praca własna studenta – 100 h; w tym
a) przygotowywanie się do ćwiczeń i kolokwium – 15 h
b) przygotowywanie się do zajęć laboratoryjnych – 30 h
c) poznanie programu Matlab oraz funkcji pakietu Optimization Toolbox – 30 h
d) zapoznanie się z literaturą – 15 h
e) przygotowanie do egzaminu – 10 h
Razem 178 h, co odpowiada 6 pkt. ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1. obecność na wykładach – 45 h
2. obecność na ćwiczeniach – 15 h
3. obecność na laboratoriach – 15 h
4. obecność na egzaminie – 3 h
Razem 78 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1. obecność na laboratoriach – 15 h
2. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 30 h
3. poznanie programu Matlab oraz funkcji pakietu Optimization Toolbox – 30 h
Razem 75 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 45h |
| Ćwiczenia: | 15h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Zalecane przedmioty poprzedzające: Analiza matematyczna (rachunek różniczkowy funkcji jednej i wielu zmiennych), Algebra liniowa (rachunek macierzowy), Metody numeryczne, Programowanie (C, Matlab)

**Limit liczby studentów:**

Bez limitu

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest wprowadzenie w zagadnienia optymalizacji statycznej oraz zapoznanie z podstawowymi metodami poszukiwania ekstremów funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń i w obszarze wyznaczonym ograniczeniami, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień programowania liniowego, kwadratowego i wypukłego. Po ukończeniu kursu studenci powinni posiadać wiedzę teoretyczną i praktyczną o podstawowych metodach analitycznych i algorytmach numerycznych:
- optymalizacji liniowej,
- optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń,
- optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami,
oraz powinni umieć rozwiązać zadanie optymalizacji samodzielnie implementując wybrany algorytm lub wykorzystując funkcje pakietu Optimization Toolbox programu Matlab.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Sformułowanie i klasyfikacja zadań optymalizacji. Przykłady.
Programowanie liniowe (PL): standardowa postać zadania PL; sprowadzanie zagadnienia PL do postaci standardowej; graficzne rozwiązywanie zadania PL; postać kanoniczna, rozwiązania bazowe, wyznaczanie początkowego rozwiązania bazowego; algorytmy obliczeniowe metody sympleks; teoria dualności dla zadań PL; dualna metoda sympleks elementy optymalizacji dyskretnej; zagadnienia post-optymalizacyjne; zmiany strukturalne zadania PL; algorytmy o wielomianowym nakładzie obliczeń; metoda punktu wewnętrznego do rozwiązywania zadania PL; przykłady rozwiązywania zadań PL w środowisku Matlab (Optimization Toolbox).
Optymalizacja nieliniowa bez ograniczeń: zastosowania optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń; pojęcie rozwiązania optymalnego; warunki optymalności dla minimów lokalnych; metody iteracyjne; rząd i szybkość zbieżności; ogólny algorytm kierunków poprawy z poszukiwaniem w kierunku; metody poszukiwań prostych; gradientowe metody kierunków poprawy; metody quasi-newtonowskie; metody kierunków sprzężonych; wybrane metody minimalizacji kierunkowej; przykłady rozwiązywania zadań nieliniowych w środowisku Matlab.
Optymalizacja nieliniowa z ograniczeniami: funkcja Lagrange’a; mnożniki Lagrange’a; warunki Kuhna-Tuckera; warunki regularności; warunki konieczne i dostateczne optymalności dla zadania programowania nieliniowego z ograniczeniami; dualność; wybrane algorytmy rozwiązywania zadań programowania kwadratowego; wybrane algorytmy rozwiązywania zadań programowania wypukłego; zewnętrzna funkcja kary; wewnętrzna funkcja kary;- przykłady rozwiązywania zadań optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami w środowisku Matlab.
Elementy programowania wielokryterialnego; wprowadzenie.
Oprogramowanie do rozwiązywania zadań optymalizacji statycznej.
Ćwiczenia:
Praktyczne zapoznanie z podstawowymi metodami analitycznymi i numerycznymi poszukiwania ekstremum funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń oraz w obecności narzuconych ograniczeń. W szczególności dużo uwagi poświęca się rozwiązywaniu zadań programowania liniowego, kwadratowego i wypukłego.
Laboratorium:
Samodzielne rozwiązywanie zadań optymalizacji. Opracowanie, implementacja oraz testowanie wybranych algorytmów omawianych w części wykładowej. Środowisko programistyczne Matlab.

**Metody oceny:**

Na zaliczenie przedmiotu składają się punkty uzyskane w toku zajęć:
- ćwiczenia 30 pkt (kolokwium zaliczeniowe)
- laboratorium 30 pkt (ocena wykonanych podczas laboratorium programów w Matlabie; wymagane jest zdobycie w sumie minimum 15 pkt)
- oraz egzamin 40 pkt (w formie pisemnej)
Ostateczna ocena zależy od sumy uzyskanych punktów:
51%-60% - 3; 61%-70% - 3,5; 71%-80% - 4; 81%-90% - 4,5; 91%-100% - 5

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. A. Stachurski, A. P. Wierzbicki: Podstawy Optymalizacji. PW 2009.
2. M. Bazaraa, J. Jarvis, H. Sherali: Linear Programming and Network Flows. Wiley 2006.
3. M. Bazaraa, H. Sherali, C. Shetty: Nonlinear Programming, Theory and Algorithms. Wiley 2006.
4. R.J. Vanderbei: Linear Programming. 2001.
5. W. Sun, Y. Yuan: Optimization Theory And Methods. Springer 2006.
6. P.E. Gill, W. Murray, M.H. Wright: Practical Optimization. Academic Press 2002.
7. Optimization ToolBox: dokumentacja dla programu MatLab.
8. W. Yang, W. Cao, T. Chung, J. Morris: Applied Numerical Methods Using Matlab. Wiley 2005.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Zna podstawy teoretyczne metod analitycznych i podstawowych algorytmów optymalizacji statycznej: liniowej, nieliniowej i optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami

Weryfikacja:

egzamin, kolokwium, punktowana ocena wykonanych podczas laboratorium programów w Matlabie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_W01, I2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

**Charakterystyka W02:**

Zna podstawowe algorytmy optymalizacji statycznej

Weryfikacja:

egzamin, kolokwium, punktowana ocena wykonanych podczas laboratorium programów w Matlabie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_W01, I2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi skonstruować i zaimplementować algorytm dla danego problemu optymalizacyjnego i ocenić jego efektywność

Weryfikacja:

kolokwium, punktowana ocena wykonanych podczas laboratorium programów w Matlabie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_U01, I2\_U03, I2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U02:**

Potrafi dokonać wyboru i zastosować poznane algorytmy do rozwiązania prostego problemu optymalizacyjnego lub zastosować funkcje pakietu Optimization Toolbox programu Matlab

Weryfikacja:

kolokwium, punktowana ocena wykonanych podczas laboratorium programów w Matlabie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_U01, I2\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Jest gotowy myśleć i działać w sposób kreatywny

Weryfikacja:

egzamin, punktowana ocena wykonanych podczas laboratorium programów w Matlabie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**