**Nazwa przedmiotu:**

Metody optymalizacji w zastosowaniach

**Koordynator przedmiotu:**

Leszek Opalski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

MOZA

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

- udział w wykładach: 15 x 2 h = 30 h;
- przygotowanie do wykładów (przeczytanie zalecanych materiałów, rozwiązanie zadań domowych): 15h;
- przygotowanie do egzaminu: 10;
- realizacja projektów (w tym konsultacje): 50h;
Suma: 30 + 15 + 10 + 50 = 105h (4ECTS).

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

4

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 15h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagane przedmioty poprzedzające:
- Algebra liniowa;
- Analiza;
- Wstęp do metod numerycznych (lub t.p.)
Zalecane przedmioty poprzedzające:
- Optymalizacja projektów inżynierskich,
- Metody ewolucyjne i uczenie się maszyn

**Limit liczby studentów:**

.

**Cel przedmiotu:**

Przedmiot ma wyposażyć studenta w umiejętności formułowania problemów inżynierskich w postaci zadań optymalizacji, znajomość współczesnych metod rozwiązywania tych zadań, umiejętność skutecznego rozwiązania powstałych zadań za pomocą gotowych narzędzi, a także umiejętność oceny własności numerycznych i użytkowych uzyskanych rozwiązań.
Ważną rolę w budowaniu wiedzy i kompetencji będą odgrywały przykłady zastosowania optymalizacji w różnych dziedzinach życia, nauki i techniki - zarówno prezentowane na wykładzie, jak i te, które będą realizowane w formie indywidualnych projektów.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
Podstawowe koncepcje optymalizacji. (3) Składowe zadania optymalizacji: zmienne projektowe (decyzyjne) i wyjściowe, ograniczenia realizowalności, kryteria jakości rozwiązania. Optymalność (lokalna/globalna) i jej użyteczne przybliżenia. Niepewność w sformułowaniu zadania i jej wpływ na metodę rozwiązania i ocenę wyników. Podsumowanie niezbędnych wiadomości matematycznych: przestrzenie liniowe (bazy, liniowa niezależność, transformacje liniowe, faktoryzacje macierzy), równania liniowe, formy kwadratowe; analiza funkcji wielu zmiennych: różniczkowalność, wypukłość, twierdzenie Taylora; zbieżność ciągów liczbowych.
Programowanie liniowe. (4) Nierówności liniowe. Zadanie programowania liniowego. Algorytm sympleks. Programowanie całkowitoliczbowe. Metoda podziału i ograniczeń. Przykłady rozwiązywania problemów wymagających optymalizacji (np. doboru tolerancji elementów układu, organizacji transportu, optymalizacji diety czy alokacji zasobów).
Optymalizacja bez ograniczeń. (9) Warunki optymalności funkcji jednej i wielu zmiennych. Własności algorytmów iteracyjnych: szybkość zbieżności, asymptotyczna dokładność, uwarunkowanie zadania optymalizacji. Testy zatrzymania algorytmów iteracyjnych. Algorytmy lokalne dla funkcji jednej zmiennej - wykorzystanie złotego podziału i zabezpieczonej interpolacji wielomianowej. Algorytmy lokalne dla wielu zmiennych:
najszybszego spadku, kierunków sprzężonych, Newtona, zmiennej metryki, pełzającego sympleksu, "pattern search". Specjalne algorytmy dla zadania najmniejszych kwadratów.
Zastosowanie metody powierzchni odpowiedzi do optymalizacji obiektów fizycznych. Przykłady rozwiązywania problemów inżynierskich (np. estymacja parametrów modeli nieliniowych, wspomaganie projektowania nominalnego układów).
Optymalizacja z ograniczeniami. (9) Warunki optymalności. Zadania z parametryzowanymi ograniczeniami; mnożniki Lagrange’a i ich wykorzystanie do analizy wrażliwościowej
rozwiązania. Testy zatrzymania algorytmów iteracyjnych. Wykorzystanie transformacji zmiennych, funkcji kary, mnożników Lagrange'a, lokalnych przybliżeń kwadratowych oraz lokalnych algorytmów optymalizacji bez ograniczeń do konstrukcji algorytmów optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Przykłady rozwiązywania problemów inżynierskich (np. wspomaganie syntezy, czy optymalizacja jakości układów elektronicznych).
Optymalizacja globalna. (2) Wprowadzenie do algorytmów globalnych dla funkcji wielu zmiennych (symulowane wyżarzanie, algorytmy ewolucyjne). Przykłady użycia.
Optymalizacja wielokryterialna. (3) Sformułowania zadania wielokryterialnego. Warunki optymalności. Metody znajdywania pojedynczych rozwiązań: skalaryzacja kryterium wektorowego, ograniczenia na wartości kryteriów cząstkowych, programowanie celowe. Metody wyznaczania reprezentacji zbioru rozwiązań Pareto. Przykłady rozwiązywania problemów inżynierskich (np. porównywanie obszarów konkurencyjności różnych architektur
bloku układu scalonego, realizujących tę samą funkcjonalność).
Zakres projektów:
1. Optymalizacja bez ograniczeń lub z ograniczeniami liniowymi
2. Optymalizacja wielokryterialna i/lub z ograniczeniami nieliniowymi

**Metody oceny:**

50% punktów za projekty (min. 25%), 50% za egzamin (min. 25%). Część egzaminu może wymagać rozwiązania zadania numerycznego przy użyciu komputera.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura podstawowa
· A. Stachurski, A.P. Wierzbicki, “Podstawy optymalizacji”, Oficyna Wyd. PW, Warszawa 1999.
· A. Ostanin, Metody optymalizacji z MATLAB, Wyd. NAKOM, Poznań.
· Slajdy wykładowe
Literatura uzupełniająca
· D. Kincaid, W. Cheney, Analiza numeryczna, WNT, Warszawa, 2006.
· D. Horla, Metody obliczeniowe optymalizacji w zadaniach, Wyd. Polit. Poznańskiej, 2008.
· P.E. Gill, W. Murray, M.H. Wright, Practical optimization, Academic Press, 1981.

**Witryna www przedmiotu:**

.

**Uwagi:**

.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Student, który zaliczył przedmiot,posiada uporządkowaną wiedzę na temat : a) podstawowych koncepcji teorii optymalizacji (deterministycznej i stochastycznej, lokalnej i globalnej, jedno- i wielokryterialnej) , b) własności standardowych zadań optymalizacji statycznej, c) zasad działania, budowy i własności wybranych metod optymalizacji

Weryfikacja:

ocena projektu, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W04, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Student, który zaliczył przedmiot, potrafi : a) formułować problemy inżynierskie w postaci zadań optymalizacji, b) dobrać właściwą metodę optymalizacji do rozwiązywanego problemu, c) wykorzystać dostępne implementacje algorytmów optymalizacji do rozwiązania problemu (np. w środowisku MATLAB), d) ocenić prawidłowość uzyskanego rozwiązania oraz oszacować dokładność i uwarunkowanie numeryczne rozwiązania

Weryfikacja:

ocena projektu, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09, K\_U15, K\_U01, K\_U04, K\_U07, K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**