

WYDZIAŁ MATEMATYKI

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: Optymalizacja nieliniowa

Nazwa w języku angielskim: Nonlinear Optimization

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): MATEMATYKA i STATYSTYKA

Stopień studiów i forma: 1 stopień, stacjonarna /niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy/ wybieralny/ogólnouczelniany*

Kod przedmiotu MAT001624

Grupa kursów TAK / NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2				
W tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Algebra, Analiza matematyczna, elementy analizy funkcjonalnej, teoria prawdopodobieństwa

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie pojęć i metod programowania matematycznego.

C2 Poznanie sformułowań zadań programowania liniowego i kwadratowego.

C3 Poznanie podstaw analizy wypukłej i jej znaczenia dla programowania matematycznego.

C4 Nabycie umiejętności analizy warunków koniecznych i wystarczających dla zadań optymalizacji z ograniczeniami.

C5 Poznanie metody programowania dynamicznego.

C6 Zastosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01. Zna sformułowania zadań programowania matematycznego.

PEK_W02. Ma podstawową wiedzę o zastosowaniach i znaczeniu zadań programowania matematycznego.

PEK_W03.	Rozpoznaje sytuacje wymagające stosowania metod optymalizacji w celu rozwiązania praktycznych problemów.
PEK_W04.	Zna ograniczenia metod analitycznych i możliwości numerycznej analizy zadań optymalizacji.
PEK_W05.	Zna randomizowane metody analizy zadań programowania matematycznego.
Z zakresu umiejętności:	
PEK_U01.	Potrafi sformułować zadanie programowania matematycznego w dogodnej do analizy formie.
PEK_U02.	Potrafi zastosować właściwy algorytm do rozwiązania zadania programowania matematycznego.
PEK_U03.	Umie zastosować metody optymalizacji, i metody analityczne lub numeryczne ich analizy, w celu rozwiązania praktycznych problemów.
PEK_U04.	Potrafi rozpoznać zagadnienia optymalizacyjne do których właściwe metody oparte są na wykorzystaniu aparatu stochastycznego.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEK_K01.	Potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu.
PEK_K02.	Potrafi wspomagać analizę modeli matematycznych stosownymi narzędziami informatycznymi.
PEK_K03.	Rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do programowania matematycznego. Programowanie liniowe. Programowanie kwadratowe. Sformułowanie zadania programowania kwadratowego. Algorytm Wolfe'a.	2
Wy2	Zadania optymalizacji bez ograniczeń. Warunki optymalności. Metoda gradientowa -- analiza zbieżności. Metoda Newtona i jej odmiany.	2
Wy3	Elementy analizy wypukłej. Stożek wypukły. Punkty ekstremalne zbioru wypukłego. Funkcje wypukłe. Zadania optymalizacji na zbiorach wypukłych. Kierunki dopuszczalne i zastosowanie modyfikacji kierunków.	6
Wy4	Programowanie nieliniowego. Charakteryzacja ekstremów: warunki konieczne i wystarczające. Przykłady zadań programowania nieliniowego.	4
Wy5	Teoria mnożników Lagrange'a. Warunki konieczne ekstremum przy ograniczeniach w postaci równości. Metoda funkcji kary. Metoda eliminacji. Funkcja Lagrange'a.	4
Wy6	Ograniczenia w postaci nierówności. Warunki optymalności Karush-Kuhn-Tucker. Wypukłe funkcjonały kosztów i liniowe ograniczenia	2
Wy7	Programowanie dynamiczne.	2
Wy8	Deterministyczne modele sterowania z czasem dyskretnym.	2
Wy9	Stochastyczne systemy sterowania z czasem dyskretnym.	4
Wy10	Podsumowanie	2

Suma godzin	30
-------------	-----------

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1.	Ilustracja metody simpleks. Przykłady zadań programowania kwadratowego.	4
Ćw2.	Zagadnienia ilustrujące własności funkcji wypukłych i zbiorów wypukłych.	4
Ćw3.	Przykłady z zastosowaniem wewnętrznej i zewnętrznej funkcji kary. Ilustracja algorytmów: Schmitta-Foxa, Rosenbrocka, Carolla. Metody z zastosowaniem modyfikacji kierunków.	2
Ćw4.	Pojęcie dualności a programowanie wypukłe. Funkcje sprzężone. Punkty siodłowe w grach i twierdzenie minimaksowe. Problem liniowej komplementarności i algorytm Lemekego.	4
Ćw5.	Metody z zastosowaniem wewnętrznej i zewnętrznej funkcji kary. Przykłady algorytmów: Schmitta-Foxa, Rosenbrocka, Carolla. Metody z zastosowaniem modyfikacji kierunków.	4
Ćw6.	Metody losowego poszukiwania ekstremum. Bezpośrednia metoda Monte Carlo. Metoda losowego gradientu.	4
Ćw7.	Przykłady zadań programowania stochastycznego – modele i metody.	4
Ćw8.	Przykład ilustrujące metodę programowania dynamicznego	2
Ćw9.	Kolokwium	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_W05 PEK_K01 PEK_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_W05 PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	kolokwium

	PEK_U04 PEK_K01 PEK_K02 PEK_K03	
P=0,4*F1+0,6*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Dimitri P. Bertsekas: Nonlinear Programming, Athena Scientific, Belmont, MA: 1999.
- [2] Bertsekas, Dimitri P. and Nedic, Angelia and Ozdaglar, Asuman E., Convex Analysis and Optimization, Athena Scientific, Belmont, MA: 2003.
- [3] Bela Martos, Programowanie nieliniowe, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1983.
- [4] Andrzej Ruszczyński, Nonlinear optimization, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2006.
- [5] R. Dautray, J. L. Lions, Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology, Springer, Berlin 1988-1993.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] K. Atkinson, W. Han, Theoretical Numerical Analysis – A Functional Analysis Framework, Springer, 2001.
- [2] A. Bjork, G. Dahlquist, Metody numeryczne, PWN, Warszawa 1987.
- [3] B. P. Flannery, W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, Numerical Recipes in C, Cambridge 1992.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. Krzysztof Szajowski (krzysztof.szajowski@pwr.wroc.pl)
 Dr inż. Piotr Więcek (Piotr.wiecek@pwr.wroc.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
OPTYMALIZACJA NIELINIOWA
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU MATEMATYKA I STATYSTYKA**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K1MIS_W01, K1MIS_W02, K1MIS_W03, K1MIS_W10, K1MIS_W12, K1MIS_W13, K1MIS_W14, K1MIS_W20_MAT, K1MIS_W21_MAT	C1—C3	Wy1—Wy3	1,3,4
PEK_W02	K1MIS_W01, K1MIS_W02, K1MIS_W03, K1MIS_W10, K1MIS_W12, K1MIS_W13, K1MIS_W14, K1MIS_W20_MAT, K1MIS_W21_MAT	C2—C4	Wy2—Wy5	1,3,4
PEK_W03	K1MIS_W01, K1MIS_W02, K1MIS_W03, K1MIS_W10, K1MIS_W12, K1MIS_W13, K1MIS_W14, K1MIS_W20_MAT, K1MIS_W21_MAT	C2—C4	Wy4—Wy8	1,3,4
PEK_W04	K1MIS_W01, K1MIS_W02, K1MIS_W03, K1MIS_W10, K1MIS_W12, K1MIS_W13, K1MIS_W14, K1MIS_W15, K1MIS_W20_MAT, K1MIS_W21_MAT	C4—C6	Wy8—Wy9	1,3,4
PEK_W05	K1MIS_W01, K1MIS_W02, K1MIS_W03, K1MIS_W10, K1MIS_W12, K1MIS_W13, K1MIS_W14, K1MIS_W15, K1MIS_W20_MAT, K1MIS_W21_MAT	C4—C6	Wy8—Wy10	1,3,4
PEK_U01 (umiejętności)	K1MIS_U01, K1MIS_U05, K1MIS_U10, K1MIS_U11, K1MIS_U12, K1MIS_U13, K1MIS_U30_MAT, K1MIS_U31_MAT	C1—C3	Ćw1-Ćw9	2,3,4
PEK_U02	K1MIS_U01, K1MIS_U05, K1MIS_U10, K1MIS_U11, K1MIS_U12, K1MIS_U13, K1MIS_U30_MAT, K1MIS_U31_MAT	C1—C3	Ćw1-Ćw9	2,3,4
PEK_U03	K1MIS_U01, K1MIS_U05, K1MIS_U10, K1MIS_U11, K1MIS_U12, K1MIS_U13,	C2—C5	Ćw1-Ćw9	2,3,4

	K1MIS_U30_MAT, K1MIS_U31_MAT			
PEK_U04	K1MIS_U01, K1MIS_U05, K1MIS_U10, K1MIS_U11, K1MIS_U12, K1MIS_U13, K1MIS_U30_MAT, K1MIS_U31_MAT	C4—C6	Ćw1-Ćw9	2,3,4
PEK_K01 (kompetencje)	K1MIS_K01, K1MIS_K03, K1MIS_K04, K1MIS_K05, K1MIS_K06	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Wy1-Wy10, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K1MIS_K01, K1MIS_K03, K1MIS_K04, K1MIS_K05, K1MIS_K06	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Wy1-Wy10, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4
PEK_K03	K1MIS_K01, K1MIS_K03, K1MIS_K04, K1MIS_K05, K1MIS_K06K2MIS_K07	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Wy1-Wy10, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej