

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku polskim: Teoria optymalizacji**

**Nazwa w języku angielskim: Optimization Theory**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS**

**Specjalność (jeśli dotyczy): MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

**Stopień studiów i forma: 2 stopień, stacjonarna /niestacjonarna\***

**Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany\***

**Kod przedmiotu: MAT001588**

**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)	180				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	6				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2	2			
W tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Algebra, Analiza matematyczna

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie pojęć i metod programowania matematycznego.  
 C2 Poznanie sformułowań zadań programowania liniowego i kwadratowego.  
 C3 Poznanie teoretycznych podstaw programowania matematycznego.  
 C4 Poznanie algorytmów komputerowych rozwiązywania zadań optymalizacyjnych.  
 C5 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. Zna ograniczenia metod analitycznych i metody numerycznej analizy zadań optymalizacji.

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.
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.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykłady</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do programowania matematycznego. Zadania optymalizacji bez ograniczeń. Optima lokalne i globalne. Warunki optymalności.	2
Wy2	Metody gradientowe szukania ekstremum. Metoda najszybszego spadku. Metoda Newtona i jej modyfikacje. Analiza zbieżności.	6
Wy3	Programowanie liniowe. Interpretacja geometryczna. Algorytm sympleks.	4
Wy4	Zagadnienie dualne. Twierdzenia o dualności dla programowania liniowego. Wykorzystanie rozwiązania problemu dualnego do analizy wrażliwości.	2
Wy5	Programowanie całkowitoliczbowe. Relaksacja zagadnienia programowania całkowitoliczbowego. Metoda podziału i ograniczeń.	2
Wy6	Teoria mnożników Lagrange'a. Warunki konieczne i wystarczające istnienia ekstremum przy ograniczeniach w postaci równości. Wykorzystanie mnożników Lagrange'a do analizy wrażliwości.	4
Wy7	Ograniczenia w postaci nierówności. Warunki optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera.	2
Wy8	Programowanie kwadratowe. Algorytm Wolfe'a.	2
Wy9	Elementy analizy wypukłej. Twierdzenie o rzutowaniu na zbiór wypukły. Twierdzenie o hiperpłaszczyźnie podpierającej. Twierdzenie o hiperpłaszczyźnie rozdzielającej.	2
Wy10	Zadania optymalizacji na zbiorze wypukłym. Metoda Franka-Wolfe'a. Metoda rzutowania gradientu.	2
Wy11	Ogólna postać zadania programowania wypukłego. Dualność dla programowania wypukłego. Subgradient. Iteracyjne metody subgradientowe.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>	<b>Liczba godzin</b>
--------------------------------	----------------------

Ćw1.	Zagadnienia ilustrujące warunki konieczne i wystarczające optymalności.	2
Ćw2.	Zagadnienia ilustrujące własności funkcji wypukłych i zbiorów wypukłych.	2
Ćw3.	Ilustracja metod gradientowych szukania ekstremum.	4
Ćw4.	Ilustracja metody sympleks. Przykłady praktycznych zastosowań programowania liniowego. Problem dualny a analiza wrażliwości.	8
Ćw5.	Zastosowanie mnożników Lagrange'a oraz warunków Karusha-Kuhna-Tuckera do rozwiązywania zadań optymalizacyjnych.	6
Ćw6.	Przykłady zadań programowania kwadratowego.	4
Ćw7.	Zastosowania twierdzeń analizy wypukłej do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych.	2
Ćw8.	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### 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_K01 PEK_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01 PEK_K02 PEK_K03	kolokwium
P=0,4*F1+0,6*F2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] S.P. Bradley, A.C. Hax, T.L. Magnanti, Applied Mathematical Programming, Addison-Wesley Publishing Company, 1977
- [2] D.P. Bertsekas, Nonlinear Programming, Athena Scientific, Belmont, MA: 1999.
- [3] I. Nykowski, Programowanie liniowe, PWE Warszawa 1980.
- [4] W. Grabowski, Programowanie matematyczne, PWE Warszawa 1980.
- [5] R.S. Garfinkel, G.L. Nemhauser, Programowanie całkowitoliczbowe, PWN, 1978.
- [6] B. Martos, Programowanie nieliniowe, Warszawa: PWN, 1983.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [7] D.P. Bertsekas, A. Nedic, A.E. Ozdaglar, Convex Analysis and Optimization, Athena Scientific, Belmont, MA: 2003.
- [8] A. Ruszczyński, Nonlinear optimization, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2006.
- [9] R. Dautray, J. L. Lions, Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology, Springer, Berlin 1988-1993.
- [10] S. Boyd, L. Vanderberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr hab. inż. Anna Jaśkiewicz (anna.jaskiewicz@pwr.edu.pl)

Dr inż. Piotr Więcek ([Piotr.wiecek@pwr.edu.pl](mailto:Piotr.wiecek@pwr.edu.pl))

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
TEORIA OPTYMALIZACJI MAT001588  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS  
I SPECJALNOŚCI MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)</b>	<b>Cele przedmiotu**</b>	<b>Treści programowe**</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego**</b>
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W01 K2MST_W06 K2MST_W10 K2MST_mso_W01	C1—C2	Wy1—Wy11	1,3,4
PEK_W02	K2MST_W02 K2MST_W07 K2MST_W15 K2MST_mso_W02	C5	Wy1—Wy6	1,3,4
PEK_W03	K2MST_W03 K2MST_W08 K2MST_mso_W03	C3—C4	Wy1—Wy11	1,3,4
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U01 K2MST_U11 K2MST_mso_U01	C1—C2, C5	Ćw1—Ćw9	2,3,4
PEK_U02	K2MST_U19 K2MST_U24 K2MST_mso_U02	C4—C5	Ćw1—Ćw9	2,3,4
PEK_U03	K2MST_U25 K2MST_U29 K2MST_mso_U03	C1—C2, C4—C5	Ćw1—Ćw9	2,3,4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K01 K2MST_K04 K2MST_mso_K01	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K02 K2MST_K05 K2MST_mso_K02	C1—C5	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4
PEK_K03	K2MST_K03 K2MST_K06 K2MST_K07	C1—C5	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4

\*\* - z tabeli powyżej