

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Optymalizacja ciągła		Kod 1010514371010500098
Kierunek studiów Informatyka	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) ogólnoakademicki	Rok / Semestr 4 / 7
Ścieżka obieralności/specjalność -	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obieralny
Stoień studiów: I stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) niestacjonarna	
Godziny Wykłady: 12 Ćwiczenia: - Laboratoria: 12 Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 2
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) kierunkowy		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) z danego kierunku
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 2 100% 2 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: dr hab. inż. Wojciech Kotłowski email: wkotlowski@cs.put.poznan.pl tel. (61) 665 2936 Wydział Informatyki ul. Piotrowo 3 60-965 Poznań		
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Wiedza z zakresu podstaw algebry liniowej i geometrii, analizy matematycznej, programowania.
2	Umiejętności:	Umiejętność działań na wektorach i macierzach, umiejętność badania właściwości, przebiegu i pochodnych podstawowych funkcji analitycznych, umiejętność projektowania, implementowania i testowania prostych programów komputerowych realizujących podstawowe operacje wektorowo-macierzowe
3	Kompetencje społeczne	W zakresie kompetencji społecznych do pożądaných cech należą: ciekawość poznawcza i wytrwałość w dążeniu do poszerzania swojej wiedzy.
Cel przedmiotu: Zaprezentowanie wybranych elementów problematyki optymalizacji ciągłej, stanowiącej podstawy merytoryczne sprawnego działania rozwiązań współczesnej inżynierii. Optymalizacja uczy jak formułować zagadnienia w taki sposób, aby możliwe było ich ulepszanie pod ustalonymi, wybranymi względami, informując też jednoznacznie, kiedy kontynuowanie tego procesu nie przyniesie dalszej poprawy. Prezentowany przedmiot skupia się na klasycznych problemach optymalizacji ciągłej, zajmującej się modelowymi problemami (np. problemem znajdowania minimum funkcji kwadratowej), których rozwiązania są relatywnie łatwe dzięki licznie przyjmowanym założeniom, ale które mogą posłużyć do konstruowania rozwiązań bardziej złożonych, praktycznych problemów (np. jak optymalnie dobrać elementy portfela inwestycyjnego). Ich poznanie pozwala na wyrobienie sobie dobrego rozeznania w szeroko rozumianej dziedzinie optymalizacji, zapewniając doskonale podstawy pojęciowe i algorytmiczne do dalszego kształcenia się w tym kierunku.		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		
1. Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie optymalizacji, oraz wiedzę szczegółową w zakresie algorytmów optymalizacji i ich złożoności oraz języków programowania w dziedzinie optymalizacji ciągłej - [K1st_W4]		
2. Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w informatyce, w szczególności w zakresie optymalizacji, oraz w wybranych pokrewnych dyscyplinach naukowych, wykorzystujących mechanizmy optymalizacji - [K1st_W5]		
3. Ma wiedzę o metodach stosowanych w ramach optymalizacji ciągłej - [K1st_W7]		
Umiejętności:		

1. Potrafi pozyskiwać informacje na temat optymalizacji ciągłej z literatury oraz innych źródeł w języku ojczystym i angielskim), integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie - [K1st_U1]
2. Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań optymalizacji metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne - [K1st_U4]
3. Ma umiejętność formułowania algorytmów optymalizacji i ich programowania z użyciem przynajmniej jednego z popularnych narzędzi - [K1st_U11]
4. Potrafi ocenić złożoność obliczeniową algorytmów optymalizacji - [K1st_U8]
5. Potrafi odpowiednio posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi, znajdującymi zastosowanie na różnych etapach realizacji przedsięwzięć informatycznych - [K1st_U2]
Kompetencje społeczne:
1. Rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe - [K1st_K1]
2. Ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów inżynierskich, w szczególności problemów optymalizacji - [K1st_K2]

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia
Ocena formująca: a) w zakresie wykładów: na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach, b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń: na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań. Ocena podsumowująca: a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez: ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu pisemnym w formie kilku (3-4) zadań (analogicznych do zadań rozwiązywanych na zajęciach); czas przewidziany na zaliczenie to 60-90 minut; aby uzyskać ocenę pozytywną trzeba zdobyć przynajmniej $1 + \lceil m/2 \rceil$ (zaokrąglenie w dół) punktów, gdzie m jest punktacją maksymalną (np. aby uzyskać ocenę pozytywną przy $m = 30$ należy zdobyć przynajmniej 16 punktów). b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez: ocenie ciągle, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) ? premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi metodami, ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu.
Treści programowe
- Wstęp, idea optymalizacji, problem optymalizacji matematycznej - Metody optymalizacji funkcji jednej zmiennej: metoda przeszukiwania jednostajnego, metody eliminacji obszarów (dzielenie obszaru na połowę, metoda złotego podziału) dla funkcji jednomodalnych, metoda bisekcji dla funkcji różniczkowalnych, wielomiany Taylora, metoda Newtona, rząd zbieżności, zbieżność liniowa i kwadratowa, metoda siecznych, kryteria stopu algorytmów iteracyjnych. - Wektory i podstawowe operacje na wektorach, macierze i podstawowe operacje na macierzach, wyznacznik, odwrotność macierzy, wektory i wartości własne, forma kwadratowa, macierze dodatnio (pół)określone. Pochodne cząstkowe, gradient, reguła łańcuchowa, pochodna kierunkowa, hesjan, wielomiany Taylora dla funkcji wielu zmiennych, - Minima i maksima lokalne, punkty stacjonarne. Warunki konieczne i dostateczne optymalności funkcji jednej i wielu zmiennych. Zbiory wypukłe i ich własności, funkcji wypukłe i ich własności, minimalizacja funkcji wypukłych, przykłady funkcji wypukłych, operacje zachowujące wypukłość. - Minimalizacja bez ograniczeń. Metody spadkowe (kierunków poprawy): kierunki poprawy, zbieżność metod spadkowych, metoda spadku wzdłuż gradientu, algorytm najszybszego spadku (Cauchy'ego), zbieżność metody Cauchy'ego dla funkcji kwadratowej, wskaźnik uwarunkowania, dobór długości kroku za pomocą reguły Armijo (backtracking), metoda Newtona-Raphsona, modyfikacje metody Newtona Raphsona: zmienna długość kroku, Metoda Levenberga-Marquardta, metody quasi-newtonowskie. - Metoda gradientów sprzężonych: wektory sprzężone, metoda gradientów sprzężonych dla funkcji kwadratowej, metoda Fletchera-Reevesa, metoda Polaka-Ribi?re'a. - Problemy optymalizacji z ograniczeniami, warunki optymalności pierwszego rzędu, warunki optymalności KKT, w tym metoda mnożników Lagrange'a, wybrane metody optymalizacji funkcji wielu zmiennych z ograniczeniami. - Metoda stochastycznego spadku wzdłuż gradientu i zastosowanie w uczeniu maszynowym. Część z wyżej wymienionych treści programowych jest realizowana w ramach pracy własnej studenta.
Literatura podstawowa: 1. W. Grabowski: ?Programowanie matematyczne?, PWE, Warszawa, 1980 2. R. Wit: ?Metody programowania nieliniowego?, WNT, Warszawa, 1986 3. W. Findeisen, J. Szymanowski, A. Wierzbicki: ?Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji?, PWN, Warszawa, 1977

Literatura uzupełniająca:		
1. S. Boyd, L. Vandenberghe: "Convex Optimization", Cambridge University Press, 2004		
2. D. Bertsekas: "Nonlinear Programming", Athena Scientific, Nashua, USA, 1999		
Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta		
Czynność	Czas (godz.)	
1. udział w zajęciach laboratoryjnych	12	
2. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	8	
3. dokończenie (w ramach pracy własnej) sprawozdania z zajęć laboratoryjnych	12	
4. udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności zajęć laboratoryjnych	2	
5. udział w wykładach	12	
6. przygotowanie do zaliczenia	12	
Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	58	2
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	26	1
Zajęcia o charakterze praktycznym	32	1