



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	<b>M#1-S2-AiR-203</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Teoria i metody optymalizacji</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Optimization theory and methods</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2019/2020</b>

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>AUTOMATYKA i ROBOTYKA</b>
Poziom kształcenia	<b>II stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>studia stacjonarne</b>
Zakres	<b>wszystkie</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Automatyki i Robotyki</b>
Koordinator przedmiotu	<b>Prof. dr hab. inż. Dariusz Janecki</b>
Zatwierdził	

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>przedmiot kierunkowy</b>
Status przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Język prowadzenia zajęć	<b>polski</b>
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>semestr 2</b>
Wymagania wstępne	<b>Analiza matematyczna, Algebra, Podstawy informatyki</b>
Egzamin (TAK/NIE)	<b>NIE</b>
Liczba punktów ECTS	

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	<b>30</b>		<b>15</b>		

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Student ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie metod numerycznych optymalizacji używanych w praktyce inżynierskiej	AIR2_W01 AIR2_W02 AIR2_W04
	W02	Zna zalety, ograniczenia i przeznaczenie różnych algorytmów optymalizacji	AIR2_W04
	W03	Zna dostępne komercyjne i bezpłatne oprogramowanie do rozwiązywania zadań optymalizacji.	AIR2_W02
Umiejętności	U01	Student potrafi sformułować w sposób matematyczny proste zadanie optymalizacji definiując funkcję celu, zmienne decyzyjne i ograniczenia	AIR2_U02 AIR2_U03
	U02	Potrafi dobrać odpowiednią metodę optymalizacji do rodzaju rozwiązywanego zagadnienia	AIR2_U02
	U03	Potrafi zaimplementować optymalizowany proces za pomocą specjalistycznego oprogramowania	AIR2_U02 AIR2_U03
Kompetencje społeczne	K01	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	AIR2_K03

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<p>- Wiadomości podstawowe: elementy zadania optymalizacji, podział problemów optymalizacji, ogólna informacja o algorytmach optymalizacji, ogólna charakterystyka programów do rozwiązywania zadań optymalizacji (Excel, Matlab i Octave, SciLab).</p> <p>- Formułowanie przykładowych problemów optymalizacji: zagadnienie transportowe, zagadnienie optymalnej diety, problemy identyfikacji układów statycznych i dynamicznych (metoda błędu wyjścia, metoda błędy wejścia, metoda odpowiedzi czasowej), problemy upraszczania modeli układów dynamicznych, dobór optymalnych nastaw regulatorów, zagadnienie aproksymacji i wygładzania danych pomiarowych, zagadnienia sterowania optymalnego, czasoptymalnego, przykład problemu sterowania stochastycznego (dystrybucja zasobów wodnych), wyznaczanie elementów skojarzonych w metrologii powierzchni.</p> <p>- Matematyczne podstawy teorii optymalizacji. Warunki konieczne i wystarczające optymalności dla zagadnień bez ograniczeń.</p> <p>Funkcja kwadratowa wielu zmiennych: ekstrema funkcji kwadratowej, macierze dodatnio określone, wektory i wartości własne macierzy symetrycznych, sprowadzanie funkcji kwadratowej do postaci kanonicznej. współczynnik uwarunkowania macierzy.</p> <p>- Kryterium najmniejszych kwadratów: metoda identyfikacji najmniejszych kwadratów, metody iteracyjne najmniejszych kwadratów, metoda z wykładniczym zapomnianiem przeszłych danych i jej modyfikacje, iteracyjny algorytm Gaussa-Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta.</p> <p>- Warunki konieczne i wystarczające optymalności dla zagadnień z ograniczeniami równościowymi, funkcja Lagrange'a. Przykłady zastosowań warunków koniecznych z ograniczeniami równościowymi. Zadania optymalizacji z ograniczeniami nierównościowymi, warunki Kuhna-Tuckera.</p> <p>- Zadanie programowania liniowego: przykłady zadań programowania liniowego, interpretacja geometryczna zadania dla funkcji dwóch zmiennych. Postać kanoniczna zadania, algorytm sympleks, metoda tablicowa implementacji algorytmu sympleks. Dualne zadanie programowania liniowego. Metody programowania kwadratowego: metoda funkcji Lagrange'a, metoda zbioru ograniczeń aktywnych.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algorytmy minimalizacji funkcji jednej zmiennej, algorytm złotego podziału, algorytm Fibonacciego, algorytmy wykorzystujące interpolację kwadratową. Algorytmy dla funkcji różniczkowalnych, metoda Newtona-Rawsona, metoda siecznych i inne.</li> <li>Algorytmy poszukiwań prostych, metoda compass, metoda Hooaka-Jeevsa, metoda sympleksu Neldera- Meada, metoda kierunków sprzężonych Powela. Algorytmy gradientowe dla zadań bez ograniczeń: metoda najszybszego spadku, metoda Newtona, metody kierunków sprzężonych.</li> <li>- Algorytmy nieliniowe z ograniczeniami, metody zewnętrznej i wewnętrznej funkcji kary.</li> <li>- Nowoczesne metody optymalizacji: algorytmy genetyczne, algorytm symulowanego wyżarzania, metody roju cząstek, algorytm kolonii mrówek.</li> </ul>
laboratorium	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedury optymalizacji dostępne w programie Excel oraz pakiecie Matlab-Simulink. Rozwiązanie prostego zadania wyznaczenia najszybszej trasy.</li> <li>- Programowanie nieliniowe z ograniczeniami. Dobór optymalnych parametrów regulatora PID dla obiektów z opóźnieniem.</li> <li>- Programowanie liniowe. Zagadnienie optymalizacji produkcji energii elektrycznej.</li> <li>- Sterowanie optymalne. Wystrzelenie satelity na orbitę geostacjonarną.</li> <li>- Programowanie nieliniowe bez ograniczeń. Identyfikacja parametrów nieliniowego obiektu dynamicznego metodą błędu wyjścia oraz metodą odpowiedzi skokowej.</li> <li>- Zadanie typu minimax. Wyznaczanie wybranych odchyłek kształtu powierzchni (prostoliniowość, okrągłość, walcowość) metodą minimalnej strefy.</li> </ul>

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

### METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01-W03			X			
U01-U03					X	X

### FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu pisemnego
laboratorium	zaliczenie z oceną	Poprawne wykonanie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych, wykonanie sprawozdania z każdego ćwiczenia i uzyskanie co najmniej 50% punktów z końcowego sprawdzianu ustnego

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

### NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	30		15			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>49</b>					h

4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,0	ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	26	h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,0	ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	25	h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,0	ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	75	h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>3</b>	ECTS

## LITERATURA

1. A. Stachurski, A. Wierzbicki, Podstawy optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1999.
2. A. Stachurski, Wprowadzenie do optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2009.
3. J. Seidler, A. Badach, W. Molish, Metody rozwiązywania zadań optymalizacji, Podręczniki akademickie, Warszawa, PWN 1980.
4. A. Ostanin, Optymalizacja liniowa i nieliniowa, Politechnika Białostocka, 2005
5. A. Zalewski, L. Cegiela: MATLAB – obliczenia numeryczne i ich zastosowanie; NAKOM 1997.
6. MATLAB Optimization toolbox, User's Guide, oryginalna instrukcja programu MATLAB.