

### KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	<b>AiR_TiMO_2/3a</b>
Nazwa modułu	<b>Teoria i metody optymalizacji</b>
Nazwa modułu w języku angielskim	<b>Optimization theory and methods</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2013/2014</b>

### A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>Automatyka i Robotyka</b>
Poziom kształcenia	<b>II Stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólno akademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>studia niestacjonarne</b>
Specjalność	<b>wszystkie</b>
Jednostka prowadząca moduł	<b>Katedra Automatyki i Robotyki</b>
Koordynator modułu	<b>Prof. dr hab. inż. Dariusz Janecki</b>
Zatwierdził:	

### B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>przedmiot kierunkowy</b>
Status modułu	<b>przedmiot obowiązkowy</b>
Język prowadzenia zajęć	<b>polski</b>
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>drugi</b>
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	<b>semestr letni</b>
Wymagania wstępne	<b>Analiza matematyczna, Algebra, Podstawy informatyki</b>
Egzamin	<b>nie</b>
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
<b>w semestrze</b>	<b>18</b>		<b>9</b>		

### C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

<b>Cel modułu</b>	Celem przedmiotu jest nauka formułowania i rozwiązywania wybranych zagadnień inżynierskich, w tym automatyki przy użyciu metod optymalizacji. Studenci otrzymują wiadomości o teoretycznych podstawach metod optymalizacji, algorytmach optymalizacji liniowej i nieliniowej oraz o dostępnych programach do rozwiązywania zagadnień optymalizacji.
-------------------	---

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Student ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie metod numerycznych optymalizacji używanych w praktyce inżynierskiej	wykład	K_W01 K_W02 K_W04	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04 T2A_W07 InzA_W02
W_02	Zna zalety, ograniczenia i przeznaczenie różnych algorytmów optymalizacji	wykład	K_W04	T2A_W01 T2A_W07 InzAW02
W_03	Zna dostępne komercyjne i bezpłatne oprogramowanie do rozwiązywania zadań optymalizacji.	wykład, laborator.	K_W02	T2A_W01 T2A_W07 InzA_W02
U_01	Student potrafi sformułować w sposób matematyczny proste zadanie optymalizacji definiując funkcję celu, zmienne decyzyjne i ograniczenia	wykład, laborator.	K_U02 K_U03	T2A_U05 T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U11 InzA_U01 InzA_U02
U_02	Potrafi dobrać odpowiednią metodę optymalizacji do rodzaju rozwiązywanego zagadnienia	wykład, laborator.	K_U02	T2A_U05 T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U11 InzA_U01 InzA_U02
U_03	Potrafi zaimplementować optymalizowany proces za pomocą specjalistycznego oprogramowania	laborator.	K_U02 K_U03	T2A_U05 T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U11 InzA_U01 InzA_U02
K_01	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	laborator.	K_K03	T2A_K03

#### Treści kształcenia:

##### 1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Wiadomości podstawowe: elementy zadania optymalizacji (funkcja celu, zmienne decyzyjne, ograniczenia), podział problemów optymalizacji, ogólna informacja o algorytmach optymalizacji, ogólna charakterystyka programów do rozwiązywania zadań optymalizacji (Excel, Matlab i Octave, SciLab). Formułowanie przykładowych problemów optymalizacji: zagadnienie transportowe, zagadnienie optymalnej diety, problemy identyfikacji układów	W_01 W_03 W_02 U_01 U_02

	statycznych i dynamicznych (metoda błędu wyjścia, metoda błędu wejścia, metoda odpowiedzi czasowej), problemy upraszczania modeli układów dynamicznych, dobór optymalnych nastaw regulatorów,	
2	Formułowanie przykładowych problemów optymalizacji cd.: zagadnienie aproksymacji i wygładzania danych pomiarowych, zagadnienia sterowania optymalnego, czasooptymalnego, przykład problemu sterowania stochastycznego (dystrybucja zasobów wodnych), wyznaczanie elementów skojarzonych w metrologii powierzchni (prosta, okrąg, walec regresji i minimalnej strefy)	W_01 W_02 U_01 U_02
3	Matematyczne podstawy teorii optymalizacji. własności zbiorów i funkcji wypukłych: szereg Taylora dla funkcji jednej zmiennej, pojęcie gradientu i Hessianu funkcji. Warunki konieczne i wystarczające optymalności dla zagadnień bez ograniczeń. 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.	W_01
4	Kryterium najmniejszych kwadratów - zagadnienia liniowe i nieliniowe: przykłady zastosowań, metoda identyfikacji najmniejszych kwadratów, metody iteracyjne najmniejszych kwadratów, metoda z wykładniczym zapomnianiem przeszłych danych i jej modyfikacje, przykład układu sterowania adaptacyjnego. Iteracyjny algorytm Gaussa-Newtona, algorytm Levenberga-Marquarda	W_01 W_02
5	Warunki konieczne i wystarczające optymalności dla zagadnień z ograniczeniami równościowymi, funkcja Lagrange'a. Zadania optymalizacji z ograniczeniami nierównościowymi, warunki Kuhna-Tuckera. Przykłady zastosowań: problem rzutu ortogonalnego, algorytm projekcyjny identyfikacji na bieżąco, zadanie sterowania optymalnego dla dyskretnych układów liniowych z kwadratowym kryterium jakości sterowania.	W_01 U_01
6	Zadanie programowania liniowego: przykłady zadań programowania liniowego, interpretacja geometryczna zadania dla funkcji dwóch zmiennych. Postać kanoniczna zadania, metoda eliminacji Gaussa rozwiązywania układów liniowych, algorytm sympleks, metoda tablicowa implementacji algorytmu sympleks, przykłady rozwiązywania zadań metodą tablicową. Dualne zadanie programowania liniowego.	W_01 W_02
7	Algorytmy minimalizacji funkcji jednej zmiennej, algorytm złotego podziału, algorytm Fibonacciego, algorytmy wykorzystujące interpolację kwadratową. Algorytmy dla funkcji różniczkowalnych, metoda Newtona-Rawsona, metoda siecznych. Algorytmy poszukiwań prostych (bezgradientowe), metoda Hooke-Jeevsa, metoda sympleksu Nelder-Mead, metoda kierunków sprzężonych Powela, analiza kodu algorytmów bezgradientowych zapisanych w języku C.	W_01 W_02
8	Algorytmy gradientowe dla zadań bez ograniczeń: metoda najszybszego spadku, metoda Newtona, metody kierunków sprzężonych, metody zmiennej metryki. Algorytmy nieliniowe z ograniczeniami, metody zewnętrznej i wewnętrznej funkcji kary, metody programowania kwadratowego. Optymalizacja wielokryterialna. Algorytmy genetyczne	W_01 W_02
9	Kolokwium zaliczające	W_01

## 2. Treści kształcenia w zakresie zadań laboratoryjnych

Nr zajęć lab.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Zapoznanie studentów z procedurami optymalizacji dostępnymi w programie Excel oraz pakiecie Matlab-Simulink. Programowanie nieliniowe z ograniczeniami. Dobór optymalnych parametrów regulatora PID dla obiektów z opóźnieniem, MATLAB i Simulink.	W_03 U_01 U_02 U_03
2	Programowanie liniowe. Zagadnienie optymalizacji produkcji energii elektrycznej, Excel.	U_01 U_02 U_03
3	Sterowanie optymalne. Wystrzelenie satelity na orbitę geostacjonarną, Excel	U_01 U_02

		U_03
4	Programowanie nieliniowe bez ograniczeń. Identyfikacja parametrów nieliniowego obiektu dynamicznego metodą błędu wyjścia oraz metodą odpowiedzi skokowej, MATLAB i Simulink.	U_01 U_02 U_03
5	Sprawdzian umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań optymalizacji przy użyciu oprogramowania komputerowego	U_01 U_02 U_03

## Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01- W_03	Kolokwium pisemne. Sprawdzana jest znajomość i przeznaczenie konkretnych algorytmów optymalizacji, umiejętność formułowania zadań optymalizacji i umiejętność rozwiązywania prostych problemów analitycznych
U_01- U_03	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych. Ocena aktywności studenta przy wykonywaniu ćwiczeń. Sprawdzian końcowy wykonywany samodzielnie przy stanowisku komputerowym – oceniana jest poprawność przygotowanego modelu obliczeniowego i właściwy dobór algorytmów optymalizacji.
K_01	Obserwacja postawy studenta podczas zajęć laboratoryjnych

## D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	18h
2	Udział w ćwiczeniach	
3	Udział w laboratoriach	9h
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	3h
5	Udział w zajęciach projektowych	
6	Konsultacje projektowe	
7	Udział w egzaminie	
8		
9	<b>Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>30h</b>
10	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego</b> (1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)	<b>1 ECTS</b>
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	25h
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwium	10h
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	
15	Wykonanie sprawozdań	10h
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium	5h
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	
18	Przygotowanie do egzaminu	
19		
20	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>50h</b>
21	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b> (1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)	<b>2 ECTS</b>

22	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>80h</b>
23	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>3 ECTS</b>
24	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	<b>25h</b>
25	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>1 ECTS</b>

## **E. LITERATURA**

Wykaz literatury	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. Stachurski, A. Wierzbicki, Podstawy optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1999.</li> <li>2. A. Stachurski, Wprowadzenie do optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2009.</li> <li>3. J. Seidler, A. Badach, W. Molish, Metody rozwiązywania zadań optymalizacji, Podręczniki akademickie, Warszawa, PWN 1980.</li> <li>4. A. Ostanin, Optymalizacja liniowa i nieliniowa, Politechnika Białostocka, 2005</li> <li>5. Zalewski A. Cegieła L.: MATLAB – obliczenia numeryczne i ich zastosowanie; NAKOM 1997.</li> <li>6. MATLAB Optimization toolbox, User's Guide, oryginalna instrukcja programu MATLAB.</li> </ol>
Witryna WWW modułu/przedmiotu	<b><a href="http://cltm.tu.kielce.pl/~djanecki/TO">cltm.tu.kielce.pl/~djanecki/TO</a></b>