

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Identyfikacja i systemy adaptacyjne</b>		Kod <b>1010532111010559220</b>
Kierunek studiów <b>Automatyka i robotyka</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>ogólnoakademicki</b>	Rok / Semestr <b>1 / 1</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>Automatyka</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>II stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>30</b> Ćwiczenia: - Laboratoria: <b>30</b> Projekty/seminaria: -		Liczba punktów <b>4</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>kierunkowy</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>z danego kierunku</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki techniczne</b> <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>4 100%</b> <b>4 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr hab. inż. Maciej Marcin Michałek email: maciej.michalek@put.poznan.pl tel. 665-2848 Wydział Informatyki ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań		
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu statystyki matematycznej oraz z teorii sterowania i systemów (opis systemów w przestrzeni stanu, opis wejściowo-wyjściowy dla ciągłej i dyskretnej dziedziny czasu, analiza stabilności metodą Lapunowa, linearyzacja i aproksymacja liniowa modeli systemów).
2	<b>Umiejętności:</b>	Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu projektowania układów regulacji automatycznej dla systemów liniowych, umiejętność implementacji programów w języku Matlab oraz w języku C (programowanie niskopoziomowe), a także umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Powinien również mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu. Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student powinien prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.
<b>Cel przedmiotu:</b> - rozszerzenie zakresu wiedzy studentów na temat konstruowania i weryfikacji modeli matematycznych obiektów statycznych i procesów dynamicznych w oparciu o metody eksperymentalne (tworzenie modeli na podstawie danych pomiarowych), - zapoznanie studentów z wybranymi technikami identyfikacji systemów oraz kształtowanie umiejętności ich implementacji i praktycznego wykorzystania z użyciem danych syntetycznych oraz rzeczywistych danych pomiarowych, - prezentacja i objaśnienie wybranych technik i systemów adaptacyjnych stosowanych w układach automatyki, - kształtowanie umiejętności praktycznej implementacji podstawowych systemów adaptacyjnych, - kształtowanie umiejętności pracy w małym zespole.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		

<p>1. Pogłębiona wiedza z zakresu wybranych technik obliczeniowych i metod matematycznych niezbędna do rozwiązania specjalizowanych zadań z zakresu identyfikacji systemów. - [K_W1]</p> <p>2. Znajomość podstawowych struktur modeli systemów dynamicznych w ciągłej i dyskretniej dziedzinie czasu; znajomość podstawowych sposobów weryfikacji jakości modeli. - [K_W5]</p> <p>3. Rozszerzona wiedza z zakresu parametrycznych i nieparametrycznych, wsadowych i rekurencyjnych metod identyfikacji statycznych i dynamicznych systemów liniowych i nieliniowych dla modeli zdefiniowanych w ciągłej i dyskretniej dziedzinie czasu. - [K_W5]</p> <p>4. Znajomość zasadniczych problemów i sposobów ich rozwiązania dotyczących planowania eksperymentu identyfikacyjnego oraz akwizycji danych pomiarowych i ich wstępnego przetwarzania; znajomość sposobów wykorzystania modeli matematycznych w zagadnieniach praktycznych. - [K_W5]</p> <p>5. Podstawowa teoretyczna i użytkowa wiedza z zakresu wybranych technik i metod sterowania adaptacyjnego, takich jak techniki autostrojenia regulatorów, sterowanie adaptacyjne z identyfikacją modelu, sterowanie adaptacyjne z modelem referencyjnym, sterowanie adaptacyjne z szeregowaniem parametrów, sterowanie z aktywnym tłumieniem wypadkowego zakłócenia. - [K_W9]</p> <p>6. Świadomość konieczności stosowania obwodów nadzoru i zabezpieczeń w systemach adaptacyjnych; znajomość praktycznych przykładów zastosowania systemów adaptacyjnych oraz znajomość przykładowych komercyjnych systemów wykorzystujących techniki adaptacyjne. - [K_W9]</p>
<p><b>Umiejętności:</b></p> <p>1. Umiejętność projektowania i przeprowadzania procedury identyfikacji z wykorzystaniem danych syntetycznych (w środowisku symulacyjnym) lub z wykorzystaniem danych eksperymentalnych pochodzących z obiektu fizycznego. - [K_U9]</p> <p>2. Umiejętność wyznaczania i weryfikacji empirycznych modeli systemów jedno-wyjściowych (SISO/MISO) oraz umiejętność ich wykorzystania do projektowania systemów sterowania. - [K_U10, K_U15]</p> <p>3. Umiejętność doboru odpowiednich metod i narzędzi do rozwiązania konkretnych zadań z zakresu identyfikacji systemów i sterowania adaptacyjnego. - [K_U22]</p> <p>4. Umiejętność implementacji wybranych typów algorytmów sterowania adaptacyjnego oraz ich uruchomienia w środowisku symulacyjnym, a także w środowisku szybkiego prototypowania (z użyciem rzeczywistych obiektów fizycznych). - [K_U9]</p> <p>5. Umiejętność przygotowania i stosownej prezentacji wyników prac laboratoryjnych. - [K_U8, K_U5]</p>
<p><b>Kompetencje społeczne:</b></p> <p>1. Umiejętność pracy w zespole w duchu odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. - [K_K3]</p> <p>2. Świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych. - [K_K4]</p>

<p><b>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</b></p>
<p>a) W zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę wiedzy studenta wykazaną podczas zaliczenia treści wykładowych w formie testu wyboru; test zawiera 30 pytań - każde z czterema odpowiedziami A,B,C,D, z których dwa są poprawne a dwa fałszywe; wybór przez studenta obu poprawnych odpowiedzi daje 1 punkt za dane pytanie; wybór jednej odpowiedzi poprawnej i pozostawienie drugiej odpowiedzi niewskazanej daje 0.5 punktu za dane pytanie; wybór odpowiedzi jednej poprawnej i jednej fałszywej skutkuje brakiem punktu za dane pytanie (pozostałe możliwości wyboru lub ich brak także skutkują brakiem punktu za dane pytanie); ocena dostateczna z testu zaliczeniowego wymaga zdobycia co najmniej 15.5 punktów; wynik testu determinuje ocenę OW braną pod uwagę podczas obliczania oceny końcowej OK, która wynika ze wzoru: <math>OK = OW \cdot 0.7 + OL \cdot 0.3</math>, gdzie OL stanowi ocenę uzyskaną z zajęć laboratoryjnych (<math>OK &lt; 3.0</math> skutkuje oceną negatywną);</p> <p>b) W zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę i 'obronę' przez zespół studencki końcowego raportu z realizacji zadania (sprawdzeniu i ocenie podlegają: jakość uzyskanych wyników, treść i jakość raportu końcowego oraz odpowiedzi na pytania merytoryczne związane z wykonanym zadaniem).</p>
<p><b>Treści programowe</b></p>
<p>Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- definicja modelu, rodzaje modeli, identyfikacja jako alternatywne podejście do tworzenia modelu, pragmatyka modelowania, schemat procedury identyfikacji, błędy modelowania, cechy modeli eksperymentalnych,</li> <li>- struktury liniowych i nieliniowych modeli statycznych, struktury deterministycznych i stochastycznych modeli wejściowo-wyjściowych w ciągłej i dyskretniej dziedzinie czasu, liniowość struktur modeli ze względu na parametry; linearyzacja modeli ze względu na parametry,</li> <li>- prognozowanie odpowiedzi systemu: optymalny predyktor jednokrokowy a model symulowany,</li> <li>- proste metody identyfikacji deterministycznej dla modeli transmitacyjnych (metody odpowiedzi czasowej),</li> <li>- nieparametryczne metody identyfikacji (analiza korelacyjna i analiza widmowa),</li> <li>- cechy i ogólne schematy identyfikacji modeli czasu ciągłego i dyskretnego,</li> <li>- błąd równania a błąd wyjściowy, wybrane stochastyczne metody identyfikacji wsadowej: metoda najmniejszych kwadratów błędów równania (LS), ważona metoda LS, metoda zmiennych instrumentalnych (IV); własności statystyczne wybranych metod identyfikacji,</li> <li>- wybrane stochastyczne metody identyfikacji rekurencyjnej: RLS, RELS (rozszerzona metoda RLS), RIV, metody konstrukcji zmiennych instrumentalnych, wybrane zagadnienia dotyczące implementacji metod rekurencyjnych,</li> <li>- adaptacyjna identyfikacja rekurencyjna systemów o zmiennych parametrach (współczynnik zapominania, resetowanie macierzy kowariancji),</li> </ul>

- projektowanie eksperymentu identyfikacyjnego (planowanie eksperymentu, wstępne przetwarzanie danych pomiarowych, metoda filtracji SVF dla modeli ciągłej dziedziny czasu, dobór okresu próbkowania, wybór i kształtowanie sygnałów pobudzających, rząd ustawicznego pobudzenia);
- problem identyfikacji w układzie sterowania ze sprzężeniem zwrotnym,
- ocena jakości modeli (elastyczność i oszczędność) oraz testowanie modeli, wybrane metody redukcji modeli, ostateczny wybór modelu,
- adaptacja i sterowania adaptacyjne, cele sterowania adaptacyjnego, cechy idealnego i rzeczywistego układu sterowania adaptacyjnego, ogólny schemat sterowania adaptacyjnego, uwagi na temat stosowalności systemów adaptacyjnych, schemat decyzyjny zastosowania systemu sterowania adaptacyjnego,
- zastosowanie identyfikacji w zagadnieniach sterowania adaptacyjnego i strojenia regulatorów,
- podstawowe techniki adaptacyjne: MIAC-STR (sterowanie z identyfikacją modelu i samostrojeniem), MMAC (sterowanie z przełączanymi wieloma modelami), AT (autostrojenie), MRAC (sterowanie z modelem referencyjnym), PS (sterowanie z szeregowaniem parametrów), ADRC (sterowanie z aktywnym/adaptacyjnym odrzucaniem zaburzenia),
- wybrane zagadnienia praktycznej implementacji adaptacyjnych układów sterowania (układy nadzoru i zabezpieczeń),
- przykłady wykorzystania technik adaptacyjnych w praktyce, wybrane komercyjne systemy adaptacyjne.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium. Ćwiczenia realizowane są przez 2-osobowe zespoły studentów. Program laboratorium podzielony jest na dwie części. W części pierwszej wszystkie zespoły realizują zestaw 4 ćwiczeń symulacyjnych w następującej tematyce:

- analiza sygnałów deterministycznych i losowych w dziedzinie czasu i częstotliwości (stacjonarny proces losowy i jego wartość oczekiwana oraz wariancja, szum biały i kolorowy, funkcja korelacji własnej i wzajemnej sygnałów, periodogram i gęstość widmowa mocy sygnału),
- nieparametryczna identyfikacja systemów SISO (aproksymacja modeli na podstawie odpowiedzi czasowej, analiza korelacyjna, analiza widmowa),
- wsadowe metody identyfikacji parametrycznej dla obiektów statycznych i dynamicznych (metoda najmniejszych kwadratów LS i metoda zmiennych instrumentalnych IV),
- rekurencyjne metody identyfikacji parametrycznej (metody RLS i RIV, identyfikacja adaptacyjna - współczynnik zapominania i resetowanie macierzy kowariancji).

W części drugiej każdy zespół studencki wybiera i realizuje jedno spośród zestawu 6 do 8 zadań o charakterze programistyczno-obliczeniowym połączone z wykonaniem eksperymentów na obiektach fizycznych. Tematyka zadań obejmuje zagadnienia identyfikacji modeli obiektów rzeczywistych (układy mechaniczne i elektryczne) oraz implementacji podstawowych systemów adaptacyjnych z wykorzystaniem narzędzi szybkiego prototypowania (Code Composer Studio, VisSim, Matlab-Simulink + Real Time Workshop).

#### Literatura podstawowa:

1. Identyfikacja systemów , T. Söderström, P. Stoica, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1997
2. Adaptive Control. Second Edition, K. J. Aström,, B. Wittenmark, Addison Wesley, 1995
3. Robust and Adaptive Control with Aerospace Applications, E. Lavretsky, K. A. Wise, Springer-Verlag, London, 2013

#### Literatura uzupełniająca:

1. Identification of continuous-time models from sampled data. Advances in industrial control, H. Garnier, L. Wang, red., Springer-Verlag, Londyn, 2008
2. Adaptive Control. Algorithms, Analysis and Applications, I. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, A. Karimi, Springer, London, 2011
3. Adaptive control tutorial, P. Ioannou, B. Fidan, Advances in Design and Control, SIAM, Philadelphia 2006
4. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań, T. P. Zieliński, WKŁ, Warszawa, 2007
5. Probabilistyka, A. Plucińska, E. Pluciński, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000
6. Advanced PID control, K. J. Aström, T. Häggglund, ISA 2006

#### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

Czynność	Czas (godz.)
1. udział w zajęciach laboratoryjnych (15 x 2 godz.)	30
2. przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	8
3. udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń laboratoryjnych	10
4. testowanie programów na stanowiskach sprzętowych (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)	6
5. przygotowanie raportu końcowego	30
6. udział w wykładach	10
7. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.), 100 stron	16
8. przygotowanie do zaliczenia wykładów i udział w teście zaliczeniowym	

#### Obciążenie pracą studenta

<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	111	4
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	63	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	48	2