

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: Elek

Stopień studiów: I

Specjalności: Automatyka w układach elektrycznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Identyfikacja układów dynamicznych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Dynamic System Identification
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ELEKTROTECH oIS PW48 15/16
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	7

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
7	30	0	0	30	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Przekazanie studentom wiedzy o tym kiedy konieczna jest identyfikacja układu.

**Cel 2** Wprowadzenie studentów w problematykę identyfikacji połączoną z praktyką inżynierską konstruowania modelu do celów sterowania lub diagnostyki.

**Cel 3** Zapoznanie studentów z wybranymi metodami i algorytmami identyfikacji.

Cel 4 Wyrobienie w studentach umiejętności samodzielnego rozwiązywania typowych problemów identyfikacji i umiejętności samodzielnego zdobywania wiedzy w tym zakresie.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Zaliczenie przedmiotu AUTOMATYKA

2 Umiejętność podstaw programowania w środowisku MATLAB/SIMULINK

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student potrafi określić cel i zadania identyfikacji wybranego układu

**EK2 Umiejętności** Student potrafi stosować klasyczne metody i algorytmy identyfikacji układów dynamicznych

**EK3 Umiejętności** Student potrafi samodzielnie konstruować algorytmy identyfikacji dla badanych układów dynamicznych z wykorzystaniem pakietu Identification System (Matlab)

**EK4 Wiedza** Student posiada wiedzę algorytmach identyfikacji sygnałów stacjonarnych i niestacjonarnych

**EK5 Kompetencje społeczne** Student potrafi samodzielnie zdobywać i wykorzystywać wiedzę o identyfikacji sygnałów do konstruowania prostych algorytmów identyfikacji uszkodzeń układu

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Modelowanie i identyfikacja- podstawowe pojęcia, klasyfikacja procesu identyfikacyjnego. Etapy identyfikacji. Podejścia: statystyczne i inżynierskie. Metody podstawowe: metody odpowiedzi skokowej i impulsowej, modele rzędu pierwszego, drugiego i wyższych rzędów, metoda odpowiedzi próbkowanej, metoda Strejca.	3
W2	Identyfikacja nieparametryczna - przykłady. Metody korelacyjne - zasada identyfikacji. Eksperymentalne wyznaczanie funkcji korelacyjnych. Metody częstotliwościowe. Analiza harmoniczna. Identyfikacja charakterystyk częstotliwościowych przy wykorzystaniu transformaty Fouriera. Algorytm FFT i jego najprostsza realizacja. Wprowadzenie do identyfikacji sygnałów niestacjonarnych metodą analizy czasowo-częstotliwościowej.	4
W3	Identyfikacja parametryczna metodą modelu. Model regresji prostej. Obliczanie parametrów modelu regresji wielowymiarowej. Modele nieliniowy i liniowy względem parametrów. Metoda najmniejszych kwadratów. Ocena poprawności modelu regresji liniowej.	2
W4	Elementy teorii estymacji. Pomiary jako realizacje zmiennych losowych. Estymacja przy założeniu normalności zmiennych. Wprowadzenie do optymalnej estymacji liniowej. Zasada ortogonalności. Funkcja wiarygodności. Estymacja metodą największej wiarygodności.	2

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W5</b>	Regresja nieliniowa. Obliczanie regresji wielowymiarowej z wykorzystaniem pakietu System Identification Toolbox. Wnioskowanie statystyczne o parametrach modelu - testowanie hipotez.	1
<b>W6</b>	Modele nieparametryczne w liniowych systemach stacjonarnych i niestacjonarnych - wzajemne relacje między wybranymi modelami. Związek funkcji korelacji z gęstością widmową. Wykorzystanie pakietu System Identification do obliczania modeli nieparametrycznych.	2
<b>W7</b>	Szumy i inne błędy pomiarowe. Model zakłócenia jako wyjście liniowego, stacjonarnego, szerokopasmowego, dolnoprzepustowego filtra dynamicznego pobudzonego białym szumem. Twierdzenie o rozkładzie. Omówienie kilku przykładów zastosowań.	2
<b>W8</b>	Ciąg pomiarowy - model dyskretny procesu ciągłego. Emulacja parametrów modelu dyskretnego w przestrzeni stanów - zastosowanie pakietu System Identification.	2
<b>W9</b>	Przykład eksperymentu czynnego: identyfikacja systemu dynamicznego z zakłóceniem addytywnym na wyjściu przy wykorzystaniu regresji liniowej. Dobór sygnału pobudzającego. Model ARX. Zwiększenie efektywności estymacji metodą najmniejszych kwadratów poprzez filtrowanie wstępne. Metoda zmiennych pomocniczych.	2
<b>W10</b>	Standardowe modele parametryczne typu: ARX, ARMAX, ARARX, ARARMAX, model błędu wyjściowego, model Box-Jenkinsa. Modele wielowymiarowe. Omówienie opisu modeli i funkcji pakietu System Identification.	2
<b>W11</b>	Estymacja widma mocy sygnału stacjonarnego w szerszym sensie. Proste przykłady zastosowań: transformacje FFT, Haara, Walsh, cosinusowa, zmodyfikowana metoda Pronyego. Zastosowanie metody periodogramu.	2
<b>W12</b>	Identyfikacja procesów niestacjonarnych za pomocą scałkowanych modeli ciągów czasowych. Modele ARI, IMA, ARIMA. Metoda korelacyjna Yule-Walkera. Korelacja częściowa.	2
<b>W13</b>	Estymacja stanu sygnału zaszumionego. Zastosowanie rekurencyjnego algorytmu Kalmana. Wyprowadzenie zależności określających poszczególne kroki algorytmu iteracyjnego. Omówienie przykładu programowania filtra Kalmana przy zastosowaniu Control System Toolbox Matlaba.	2
<b>W14</b>	Identyfikacja rekurencyjna przeprowadzana w czasie rzeczywistym. Zasada działania algorytmu rekurencyjnego. Przykład zastosowania metody zmiennej pomocniczej, rozszerzony estymator najmniejszych kwadratów przy obliczany z zastosowaniem formuły Shermana-Morrisona-Woodburyego. Identyfikacja obiektów ze sprzężeniem zwrotnym: pośrednia, bezpośrednia i procesu łącznego.	2

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Identyfikacja wartości współczynnika tłumienia układu masowo-sprężystego elektromagnesu.	3
K2	Identyfikacja wartości współczynnika tłumienia układu masowo-sprężystego elektromagnesu.	3
K3	Napisanie prostego programu szybkiego przekształcenia Fouriera. Identyfikacja wystąpienia niewielkiej skokowej zmiany rezystancji stojana silnika indukcyjnego w stanie ustalonym przy wykorzystaniu widma Fouriera sygnału wektora prądu stojana (wykorzystanie napisanego programu FFT).	3
K4	Realizacja algorytmu falkowego Haara. Identyfikacja niewielkiej skokowej zmiany rezystancji stojana silnika indukcyjnego w stanie nieustalonym przy wykorzystaniu rozwinięcia falkowego sygnału wektora prądu (wykorzystanie napisanego programu).	3
K5	Identyfikacja parametryczna dyskretnego układu sterowania silnika obcowzbudnego metodą najmniejszych kwadratów.	3
K6	Identyfikacja parametryczna zamkniętego układu sterowania na przykładach obiektów zawierających: opóźnienie, przekaźnik z histerezą (regulacja dwupołożeniowa).	3
K7	Generacja zakłóceń o rozkładzie jednostajnym - budowa generatora i przeprowadzenie testów. Wykorzystanie generatora o rozkładzie jednostajnym do budowy generatora o rozkładzie wykładniczym i rozkładzie normalnym. Przeprowadzenie testów.	3
K8	Identyfikacja uszkodzeń czujników pomiarowych prądu i prędkości w układzie kaskadowym napędu prądu stałego obciążonego momentem zawierającym zakłócenia przypadkowe. Wykorzystanie generatorów zakłóceń skonstruowanych w ćwiczeniu K7.	3
K9	Estymacja struktury i parametrów modelu oraz ich weryfikacja - wirtualny eksperyment przy wykorzystaniu System Identification Toolbox.	3
K10	Identyfikacja widma metodą graficznej reprezentacji gęstości widmowej (metodą periodogramu). Weryfikacja jakości estymatora kowariancji.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Praca w grupach

N4 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	12
Opracowanie wyników	7
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	7
Praca w grupach	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>90</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Kolokwium

**P2** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest wykonanie wszystkich ćwiczeń , zaliczenie poszczególnych sprawozdań i pozytywna ocena z kolokwium

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiadał w dostatecznym stopniu wiedzy o celach i zadaniach identyfikacji układów dynamicznych.

NA OCENĘ 3.0	Student posiadał wiedzę encyklopedyczną o celach i zadaniach identyfikacji, która pozwala mu odpowiedzieć na zadane pytanie. Student ma jednak problemy z samodzielnością myślenia.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada ogólną wiedzę o celach i zadaniach identyfikacji, potrafi omówić typowe algorytmy poprawnie, ma jednak duże problemy koncepcyjne gdy problem nie jest typowy.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada wystarczającą wiedzę o celach i zadaniach identyfikacji, potrafi proponować typowe rozwiązania, proponowanie własnych rozwiązań sprawia mu kłopoty.
NA OCENĘ 4.5	Student w pełni posiadał wiedzę o celach i zadaniach identyfikacji układów dynamicznych, ma jednak pewne trudności w samodzielnym wyborze metody rozwiązania problemu.
NA OCENĘ 5.0	Student w pełni posiadał wiedzę o celach i zadaniach identyfikacji układów dynamicznych, potrafi samodzielnie zaproponować metodę rozwiązania problemu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi samodzielnie zastosować wybranych metod i algorytmów identyfikacji wybranego układu
NA OCENĘ 3.0	Student w stopniu dostatecznym potrafi stosować klasyczne metody i algorytmy identyfikacji, potrafi też wymienić zadania realizowane na poszczególnych etapach identyfikacji
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi w przeciętnym stopniu stosować klasyczne metody i algorytmy identyfikacji i potrafi ogólnie omówić zadania realizowane na poszczególnych etapach identyfikacji
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi dobrze stosować klasyczne metody i algorytmy identyfikacji i omówić zadania realizowane na poszczególnych etapach identyfikacji
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi bardzo dobrze stosować klasyczne metody i algorytmy identyfikacji i potrafi szczegółowo omówić zadania realizowane na poszczególnych etapach identyfikacji
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi biegle stosować klasyczne metody i algorytmy identyfikacji wybranego układu oraz potrafi wykazać, że dokonany przez niego wybór metody identyfikacji jest w pełni uzasadniony.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi samodzielnie konstruować algorytmów identyfikacji dla badanych układów dynamicznych.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi samodzielnie konstruować ogólną strukturę algorytmu identyfikacji, ma jednak problemy z realizacją programu obliczeniowego w System Identification.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi samodzielnie skonstruować jedynie standardową wersję struktury algorytmu identyfikacji, nie potrafi wprowadzać jej koniecznych modyfikacji.

NA OCENĘ 4.0	Student potrafi samodzielnie skonstruować własną wersję struktury algorytmu identyfikacji, potrafi wprowadzać jej konieczne modyfikacje.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi samodzielnie konstruować alternatywne wersje struktury algorytmu identyfikacji, potrafi wprowadzać jej konieczne modyfikacje.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi swobodnie konstruować algorytmy identyfikacji dla badanych układów dynamicznych z wykorzystaniem pakietu System Identification. Potrafi dokonać najlepszego wyboru metody i swój wybór uzasadnić.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiadał wystarczającej wiedzy o algorytmach identyfikacji sygnałów stacjonarnych i niestacjonarnych
NA OCENĘ 3.0	Student posiadał wystarczającą wiedzę o algorytmach identyfikacji sygnałów stacjonarnych
NA OCENĘ 3.5	Student posiadał ogólną wiedzę o algorytmach identyfikacji sygnałów stacjonarnych i niestacjonarnych
NA OCENĘ 4.0	Student posiadał dobrą wiedzę o algorytmach identyfikacji sygnałów stacjonarnych i niestacjonarnych
NA OCENĘ 4.5	Student posiadał bardzo dobrą wiedzę o algorytmach identyfikacji sygnałów stacjonarnych i niestacjonarnych
NA OCENĘ 5.0	Student posiadał wszechstronną i praktyczną wiedzę o algorytmach identyfikacji sygnałów stacjonarnych i niestacjonarnych, przekładającą się na konstruowanie programów komputerowych. Student powinien osiąść wiedzę algorytmach identyfikacji sygnałów stacjonarnych i niestacjonarnych
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi samodzielnie zdobywać i wykorzystywać wiedzy o identyfikacji sygnałów do konstruowania prostych algorytmów.
NA OCENĘ 3.0	Student z trudnością potrafi zdobywać i wykorzystywać wiedzę o identyfikacji sygnałów do konstruowania prostych algorytmów.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi zdobywać i wykorzystywać wiedzę o identyfikacji sygnałów do konstruowania prostych algorytmów identyfikacji uszkodzeń układu. Prezentowane przez niego rozwiązania nie są jednak samodzielne.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi samodzielnie zdobywać i wykorzystywać wiedzę o identyfikacji sygnałów do konstruowania prostych algorytmów identyfikacji uszkodzeń układu.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi samodzielnie zdobywać i w pełni wykorzystywać wiedzę o identyfikacji sygnałów do konstruowania prostych algorytmów identyfikacji uszkodzeń układu
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi samodzielnie zdobywać i w pełni wykorzystywać wiedzę o identyfikacji sygnałów do konstruowania złożonych algorytmów identyfikacji uszkodzeń układu

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W7 W10 W12 K1 K3 K5 K7 K9	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK2		Cel 2 Cel 3	W1 W5 W6 W7 W8 K4 K5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK3		Cel 2 Cel 3	W4 W5 W6 W8 W10 W13 K1 K4 K5 K8 K10	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK4		Cel 3 Cel 4	W2 W6 W7 W11 W12 K3 K4	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK5		Cel 4	W1 W2 W3 W9 W11 W14 K3 K4 K7 K9 K10	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Zimmer A., Englot A. — *Identyfikacja obiektów i sygnałów*, Kraków, 2005, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [2] | Świątek J. — *Wybrane zagadnienia identyfikacji statycznych systemów złożonych*, Wrocław, 2009, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej
- [3] | Mańczak K., Nahorski Z. — *Komputerowa identyfikacja obiektów dynamicznych*, Warszawa, 1983, PWN
- [4] | Mańczak K. — *Metody identyfikacji wielowymiarowych obiektów sterowania*, Warszawa, 1979, WNT
- [5] | Kasprzyk J. (red.) — *Identyfikacja procesów*, Gliwice, 2002, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
- [6] | Królikowski A., Horla D. — *Identyfikacja obiektów sterowania*, Poznań, 2010, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej
- [7] | Ljung L. — *System Identification*, Natick, MA, 1997, Mathworks
- [8] | Wysocki H. — *Zastosowanie nieklasycznego rachunku operatorów do identyfikacji liniowych układów dynamicznych*, Warszawa, 2006, EXIT



**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1 ] Soderstrom T., Stoica P. — *Identyfikacja systemów*, Warszawa, 1997, PWN
- [2 ] Zając M. — *Metody falkowe w monitoringu i diagnostyce układów elektromechanicznych*, Kraków, 2009, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż. Prof PK Janusz Gołdasz (kontakt: jgoldasz@pk.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab. inż. Janusz Gołdasz (kontakt: jgoldasz@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....