

(pieczęć wydziału)

KARTA PRZEDMIOTU

--	--	--

1. Nazwa przedmiotu: MODELOWANIE I ANALIZA OBIEKTÓW DYNAMICZNYCH		2. Kod przedmiotu: MiAOD		
3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego: 2017/18				
4. Forma kształcenia: studia doktoranckie				
5. Forma studiów: studia stacjonarne, niestacjonarne				
6. Kierunek studiów: AUTOMATYKA I ROBOTYKA				
7. Profil studiów: akademicki				
8. Specjalność:				
9. Semestr:				
10. Jednostka prowadząca przedmiot: Instytut Automatyki, RAU I				
11. Prowadzący przedmiot prof. dr hab. Mieczysław Metzger, dr hab. inż. Ewa Bielińska				
12. Przynależność do grupy przedmiotów: przedmioty obowiązkowe				
13. Status przedmiotu:				
14. Język prowadzenia zajęć: polski/angielski				
15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne: Analiza matematyczna, Fizyka, Dynamika układów, Podstawy identyfikacji, Statystyka i Rachunek Prawdopodobieństwa, Dynamika Procesów, Metody Numeryczne, Podstawy Automatyki. Zakłada się znajomość pojęcia modelu układu dynamicznego w postaci układu równań różniczkowych, równań stanu, transmitancji, odpowiedzi impulsowych i skokowych oraz charakterystyk częstotliwościowych. Zakłada się znajomość pojęć niezbędnych do opisu właściwości procesów losowych tj. prawdopodobieństwo, gęstość rozkładu, wartość oczekiwana, korelacja, kowariancja. Zakłada się znajomość podstaw identyfikacji, estymacji parametrycznej, równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych oraz ich numerycznego rozwiązywania. Niezbędne są też wiadomości potrzebne dla syntezy opisu matematycznego obiektów sterowania oraz algorytmów sterowania.				
16. Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest przedstawienie sposobów tworzenia eksperymentalnych modeli obiektów dynamicznych i metod ich analizy, na podstawie danych obarczonych błędami, a także w przypadku ograniczonej liczebności danych eksperymentalnych. Istotny nacisk kładzie się na przekonanie studentów doktorantów do wykorzystania eksperymentów symulacyjnych jako bardzo potężnego i przydatnego narzędzia analizy dynamiki obiektów dynamicznych ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki procesów przemysłowych. Cel ten realizuje się poprzez nauczanie umiejętności syntezy symulatorów układów sterowania w czasie rzeczywistym dla potrzeb projektowania i testowania układów automatyki oraz syntezy symulatorów trenażowych i systemów wizualizacji układów sterowania. Jako środowisko programowania aktualnie stosuje się powszechnie uznane światowe standardy LabVIEW i Matlab.				
17. Efekty kształcenia:				
Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów
W1	Zna różne typy dynamicznych modeli obiektów i ich właściwości (w tym – ograniczenia)		WM	RAU_AIR_W04
W2	Rozumie wpływ czynników losowych na końcową postać modelu i wie jak interpretować		WM	RAU_AIR_W02, RAU_AIR_W04

	jego ważność.			
W3	Zna metodykę symulacji w czasie rzeczywistym (RTS - real-time simulation)		WT, WM, L	RAU_AIR_W05
W4	Zna podstawowe metody programowania obiektów sterowania, algorytmów sterowania i różne możliwości ich połączenia w układ sterownia (4-20-mA, TCP, UDP, OPC)		WT, WM, L	RAU_AIR_W05
W5	Ma wiedzę o podstawowych sposobach syntezy wirtualnych instrumentów automatyki programowanych w języku G.		WT, WM, L	RAU_AIR_W07
U1	Potrafi wybrać postać modelu dynamicznego obiektu, w zależności od celu, któremu model ma służyć.		WM	RAU_AIR_U04
U2	Potrafi zaplanować eksperyment prowadzący do uzyskania poprawnego modelu dynamicznego obiektu.		WM	RAU_AIR_U01, RAU_AIR_U02
U3	Potrafi podjąć próbę znalezienia efektywnego modelu w przypadku małej liczby danych obserwacji.		WM	RAU_AIR_U04
U4	Potrafi zaadaptować modele matematyczne oraz metody numeryczne dla syntezy symulatorów umożliwiających realizację eksperymentów symulacyjnych w czasie rzeczywistym.		WM	RAU_AIR_U05, RAU_AIR_U06
U5	Potrafi oprogramować i prowadzić eksperymenty symulacyjne układów sterowania z wizualizacją graficzną rezultatów.		WM	RAU_AIR_U06
K1	Potrafi samodzielnie podejmować decyzje dotyczące wyboru metod syntezy symulatorów		WM	RAU_AIR_K01, RAU_AIR_K03
K2	Potrafi zaprezentować i obronić wykonaną aplikację symulatora		WM	RAU_AIR_K02

18. Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)

W: 2 x 8h = 16h

19. Treści kształcenia:

Wykład

Modelowanie analityczne: Modelowanie w ujęciu makroskopowym; Modelowanie w ujęciu mikroskopowym; Modele w postaci równań różniczkowych; Modele operatorowe; Porównanie własności modeli.

Modelowanie eksperymentalne: Eksperymentalna identyfikacja dynamiki; Modele parametryczne; Modele probabilistyczne; Model predykcyjny; Modele funkcji przejścia;

Przykład analizy modeli obiektu dynamicznego: metody parametryczne, metody nieparametryczne.

Tworzenie modeli dynamicznych na podstawie małej liczby obserwacji.

Modele biliniowe: Założenia, właściwości, problemy identyfikacji, przykłady zastosowań.

Podstawowe pojęcia modelowania i symulacji. Testowanie układów automatyki. Oprogramowania LabVIEW jako światowy standard dla syntezy instrumentów wirtualnych (czyli w pełni funkcjonalnych urządzeń zrealizowanych na PC). Rola indywidualnej syntezy HMI dla konkretnych eksperymentów symulacyjnych.

Programowanie graficznego panelu użytkownika. Omówienie implementacji gałek, pokręteł, manipulatorów, przycisków oraz wskaźników i okien wykresów czasowych. Wizualizacja trendów i alarmów. Dobór mechanicznej reakcji kontrolek. Idea programowania graficznego za pomocą ikon. Tworzenie programu za pomocą łączenia ikon. Idea i realizacja paradygmatu „data flow computing”.

Okna aplikacji (panele czołowe urządzeń oraz systemów SCADA/HMI/MMI/GUI) oraz diagramu programu.

Adaptacja podstawowych metod numerycznego całkowania RRZw i RRCz. oraz analitycznych metod badania dynamiki procesów. Metody Eulera, RK2, RK4, AB2, ABM4 oraz metody linii.

Przykłady symulacji w czasie rzeczywistym obiektów automatyki. Realizacja prostych algorytmów regulacji i sterowania. Symulacja układów automatyki.

Podstawowe metody modelowania obiektów i systemów dynamicznych. Bilansowanie jako podstawa syntezy modeli matematycznych procesów. Bilanse w skali makro – układy o parametrach skupionych. Paradygmat idealnego mieszania. Bilanse infitezymalne – układy o parametrach rozłożonych. Paradygmat przepływu tłokowego. Dyfuzja. Ogólne bilanse objętości, masy substancji, energii cieplnej, energii mechanicznej. Podstawowe składniki bilansów. Jednostki. Realizacja standardu UDYN w Matlabie; Zbiorniki z wymuszonymi przepływami; Zbiornik wypełniony z przelewem; zbiorniki z samoregulacją; właściwości uśredniające zbiornika stabilizującego dla periodycznych zmian stężeń wejściowych; Model 2 zbiorników wypełnionych (często występuje w oczyszczalniach); bilanse substancji i energii; Mieszalniki; Bioreaktory; Prosty bioreaktor przepływowy dla redukcji substratu; Chemostat; konkurencja kultur w chemostacie; możliwości koegzystencji kultur w chemostacie; Problem obliczenia warunku początkowego i ustalonego punktu pracy. Metody analizy dynamiki procesów na podstawie wyników badań symulacyjnych.

20. Egzamin: nie

Zaliczenie na podstawie dyskusji w trakcie wykładów oraz opcjonalnie na podstawie przedłożonego przez studenta opracowania pisemnego wybranego zagadnienia.

21. Literatura podstawowa:

1. Czemplik A.: Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów. Zasady i przykłady konstrukcji modeli dynamicznych obiektów automatyki, WNT, Warszawa 2008.
2. Osowski S.: Modelowanie i symulacja układów i procesów dynamicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007.
3. Ljung L.: System Identification. Theory for the user, Prentice Hall, 1987 i wyd. późniejsze.
4. Metzger M.: Modelling, simulation and control of continuous processes, Wyd. Jacka Skalmierskiego, 2000.
5. LabVIEW - aktualny podręcznik użytkownika.

22. Literatura uzupełniająca:

1. Schweppe F.: Układy dynamiczne w warunkach losowych, WNT, Warszawa 1978.
2. Morrison F.: Sztuka modelowania układów dynamicznych deterministycznych, chaotycznych, stochastycznych, WNT, Warszawa 1996.
3. Janiszowski K.: Identyfikacja modeli parametrycznych w przykładach, Exit 2004.
4. Zoubir, Abdelhak M. and Iskander, D. Robert : Bootstrap Methods and Applications : A Tutorial for the Signal Processing Practitioner. IEEE - SignalProcessing Magazine 24(4):pp. 10-19.
5. Metzger M: Graphical programming of real-time simulation of a class of distributed parameter systems. Proceedings of the 16 IMACS World Congress, Lousanne 2000 (w formie pdf).

23. Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1	Wykład	16 / 14
2	Ćwiczenia	0/0
3	Laboratorium	0/0
4	Projekt	0/0
5	Seminarium	0/0
6	Inne: Konsultacje	10 /10
	Suma godzin	26 / 24

24. Suma wszystkich godzin: 50

25. Liczba punktów ECTS: 2 x 1 ECTS = 2 ECTS

26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego: 2
27. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty): 0
26. Uwagi: Efekty kształcenia w zakresie wiedzy weryfikowane są na bieżąco w trakcie wykładów, natomiast umiejętności podlegają weryfikacji poprzez formułowanie i rozwiązywanie zadań praktycznych. Efekty kształcenia w zakresie kompetencji społecznych sprawdzane są w trakcie pracy zespołowej nad przykładowymi problemami badawczymi oraz przy opracowywaniu i prezentacji raportów końcowych.

Zatwierdzono:

.....
(data i podpis kierownika studiów doktoranckich)