

**Przedmiot: Dynamika procesowa**  
**Kod przedmiotu: WTiCh/IIS/IC/C4-2**

- 1. Odpowiedzialny za przedmiot, jego miejsce zatrudnienia i e-mail:** Prof. dr hab. inż. Stanisław Masiuk, Zakład Ciepłownictwa i Gospodarki Odpadami, Instytut Inżynierii Chemicznej i Procesów Ochrony Środowiska, e-mail: smasiuk@ps.pl
- 2. Język wykładowy:** polski
- 3. Liczba punktów:** 6
- 4. Rodzaj studiów, kierunek, specjalność:** studia II stopnia, stacjonarne, kierunek Inżynieria Chemiczna i Procesowa, specjalność Inżynieria bioprocusowa
- 5. Status przedmiotu dla ww. studiów:** obowiązkowy
- 6. Informacje o formach zajęć:**

Sem.	Pkt	Zajęcia praktyczne									
		Wykład		Seminarium		Ćw/ćw. komp.		Laboratorium		Projekt	
		G/sem	F.z.	G/sem	F.z.	G/sem	F.z.	G/sem	F.z.	G/sem	F.z.
I	6	15	Z			15	Z	30	Z		
Waga		1,0				0,8		0,7			

**Objaśnienia:** Pkt – liczba punktów, G/sem. – liczba godzin w semestrze, F.z. – forma zaliczenia zajęć (E – egzamin, Z – zaliczenie). Ćw. komp – zajęcia w formie ćwiczeń, na stanowiskach komputerowych

**7. Wymagane zaliczenie przedmiotów poprzedzających (lub określenie wymaganej wiedzy):**

**8. Program wykładów**

Dynamika obiektów. Obiekt dynamiczny. Formułowanie modelu matematycznego. Ogólne wiadomości o analizie modeli oraz charakterystykach dynamicznych. Podstawowe aparaty inżynierii chemicznej. Przegląd modeli liniowych, nieliniowych jednowymiarowych oraz wielowymiarowych o parametrach skupionych i rozłożonych. Nieliniowe przypadki modeli dynamicznych. System dynamiczny. Zbiory stanów, sygnałów wejściowych, wyjściowych oraz sygnałów sterowania. Operatory systemów. Model matematyczny systemu. Grafy sygnałowe systemów. Optymalizacja systemów złożonych. Obiekty dynamiczne w układach regulacji automatycznej.

**9. Program zajęć praktycznych**

**Ćwiczenia:** Modele obiektów i układów dynamicznych liniowe i nieliniowe. Sygnały, modele i ich właściwości. Opis procesów technologicznych i postaci modeli. Charakterystyki układów dynamicznych. Transmitancja układu. Wskaźniki oceny modeli. Metody analizy krzywych RTD. Metoda momentów ważonych statystycznych. Analiza w dziedzinach częstotliwości. Analiza korelacyjna i widmowa procesów stochastycznych ustalonych i nieustalonych. Modele parametryzowane za pomocą zbiorów rozmytych. Modele w formie sztucznych sieci neuronowych. Pakiety programowe Matlab i Simulink - zasady działania, obsługa i aplikacja. Elementy teorii chaosu. Wykładniki Lapunova. Diagramy przestrzenno-fazowe. Elementy teorii katastrof. Metodyka tworzenia modelu komputerowego. Określanie charakterystyk statycznych. Problemy optymalizacyjne w układach sterowania i regulacji. Metody identyfikacji wielowymiarowych obiektów sterowania. Dynamika zbiornika przepływowego. Dynamika kaskady reaktorów. Dynamika kolumny rektyfikacyjnej. Dynamika wymiennika ciepła. Kolumna absorpcyjna. Dynamika elementarnego systemu złożonego.

**Laboratorium:** Wprowadzenie do obsługi pakietów inżynierskich Matlab i Simulink. Podstawy języka symulacyjnego Matlab. Opis dynamiki układów: równanie różniczkowe skalarne, równanie stanu, transmitancja operatorowa i widmowa. Wyznaczanie charakterystyk czasowych i częstotliwościowych. Badanie układu regulacji. Modelowanie układów regulacji automatycznej. Badanie stabilności - metody analityczne i częstotliwościowe. Ocena dokładności statycznej i jakości dynamicznej. Dobór nastaw regulatorów według cech przebiegu przejściowego. Analiza błędów w praktycznej realizacji próbkowania sygnałów. Analiza korelacyjna i widmowa procesów stochastycznych. Zastosowanie Matlaba w analizie układów liniowych i nieliniowych. Modele układów dynamicznych w Simulinku. Symulacja rozwiązania w dziedzinie czasu. Opisy układów dynamicznych i ich transformacja. Charakterystyki częstotliwościowe i ich aproksymacja. Projektowanie filtrów dyskretnych. Podstawy modelowania z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Modele przepływów trasaera przez aparaty i instalacje chemiczne. Transformacja modeli. Badanie dynamiki reaktora nieizotermicznego. Badanie dynamiki kaskady mieszalników. Badanie reaktora rurowego. Dobór nastaw regulatorów pracujących w układzie zamkniętym z kaskadą reaktorów chemicznych. Dynamika zbiornika ze swobodnym i wymuszonym przepływem cieczy. Dynamika układu zbiornika z idealnym wymieszaniem. Badanie zbiornika z idealnym wymieszaniem metodą analizy częstotliwościowej. Badanie mieszalnika statycznego z idealnym wymieszaniem metodą analizy częstotliwościowej. Analiza hydrodynamiki przepływu mieszanin dwufazowych ciecz-ciało stałe w wirującym, pulsującym oraz stacjonarnym polu magnetycznym. Dynamika zbiornika z regulatorem. Dynamika wymiennika ciepła.

**10. Literatura**

- Masiuk S.: Dynamika procesowa, Wydawnictwo PS, Szczecin 1990.
- Douglas J.M.: Dynamika i sterowanie procesów, WNT, Warszawa, 1976.
- Kafarow W.W.: Metody cybernetyki w chemii i technologii chemicznej, WNT, Warszawa, 1979.
- Brzózka J.: Regulatory i układy automatyki, Wydawnictwo Warszawa, 2004.
- Jędrzykiewicz Z.: Teoria sterowania układów jednowymiarowych, WND AGH, Kraków, 2002.
- Kowal J. Podstawy automatyki, Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2003.
- Urbaniak A.: Podstawy automatyki, Wydawnictwa Politechniki Poznańskiej, 2001.
- Doniec A.: Podstawy dynamiki procesów, Wydawnictwo, Łódź, 1996.
- Luyben W.L.: Modelowanie symulacja i sterowanie procesów przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1976.
- Luyben M.L., Luyben W.L.: Essentials of Process Control, McGraw-Hill, New York, 1997.
- Marlin T.E.: Process Control: Designing process and control systems for dynamic performance, McGraw-Hill, New York, 1995.
- Ogunnaike B.A., Ray W.H.: Process dynamics, modeling and control, Oxford, New York, 1994.
- Ott E.: Chaos w układach dynamicznych, WNT, Warszawa, 1997.
- Kuźnik J., Metzger M., Pasek K.: Laboratorium dynamiki i automatyzacji procesów chemicznych, Wydawnictwo PŚ, Gliwice 1990.
- Iller E.: Badania znacznikowe w inżynierii procesowej, WNT, Warszawa, 1992.
- Szabatn J. (red.): Teoria sygnałów i regulacji, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2004.
- Mańczak K.: Metody identyfikacji wielowymiarowych obiektów sterowania, WNT, Warszawa, 1970.
- Kosiński R.A.: Sztuczne sieci neuronowe: Dynamika nieliniowa i chaos, WNT, Warszawa, 2004.
- Osowski S. (red): Matlab: zastosowanie do obliczeń obwodowych i przetwarzania sygnałów, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2006.