

Przedmiot: Dynamika procesowa
Kod przedmiotu: WTiCh/IIS/IC/Ch/C7-2

- 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
- Język wykładowy:** polski
- Liczba punktów:** 6
- Rodzaj studiów, kierunek, specjalność:** studia II stopnia, stacjonarne, kierunek Inżynieria Chemiczna i Procesowa, specjalność Inżynieria procesów ekoenergetyki
- Status przedmiotu dla ww. studiów:** obowiązkowy
- 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. |
| II | 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

Podstawy formułowania modeli matematycznych obiektów dynamicznych. Typy modeli matematycznych. Modele liniowe. Sygnały wejściowe zdeterminowane. Przekształcenie całkowe. Funkcja przejścia. Charakterystyki dynamiczne. Odpowiedź obiektu na dowolne wymuszenie. Charakterystyki częstotliwościowe. Podstawowe czony dynamiczne. Schematy blokowe. Strukturalne modele obiektów. Redukcja struktur. Zastępcza funkcja przejścia. Komórki elementarne modelu fizycznego. Aproksymacja charakterystyk dynamicznych. Sygnały wejściowe stochastyczne. Statystyczne charakterystyki liczbowe i funkcyjne. Analiza korelacyjna. Przekształcenie Fouriera. Analiza widmowa. Estymatory charakterystyk. Aproksymacja funkcji korelacyjnych. Operatory przejścia. Przejście sygnału przypadkowego przez obiekt dynamiczny. Model matematyczny liniowego obiektu wielowymiarowego. Sygnały wejściowe zdeterminowane. Elementy algebry macierzy. Procesy przejściowe w obiekcie wielowymiarowym. Macierz charakterystyki impulsowej i macierz funkcji przejścia. Sygnały wejściowe dynamiczne. Macierze funkcji korelacyjnych. Macierz charakterystyki impulsowej dla sygnałów zależnych i nie zależnych statystycznie. Modelowanie obiektów o nieliniowych charakterystykach statycznych. Linearyzacja. Obiekty liniowe o parametrach rozłożonych. Operator modelu. Charakterystyka impulsowa. Funkcja przejścia. Przejście sygnału zdeterminowanego przez obiekt dynamiczny. Aproksymacja charakterystyk dynamicznych. Ogólne informacje o obiektach z parametrami niestabilnymi oraz przypadkowymi. Przykłady modeli elementarnych systemów dynamicznych. Podstawy wykorzystania dynamiki w procesach sterowania automatycznego. Ogólne własności dynamiczne układów regulacji automatycznej.

9. Program zajęć praktycznych

Ćwiczenia: Formułowanie równań obiektów. Opis matematyczny obiektów dynamicznych liniowych ustalonych o parametrach skupionych. Charakterystyki czasowe i częstotliwościowe. Analiza korelacyjna i widmowa. Modele matematyczne elementarnych procesów inżynierii chemicznej. Linearyzacja. Podstawowe czony dynamiczne i ich charakterystyki czasowe i częstotliwościowe. Wyznaczanie transmitancji układów złożonych. Badanie dynamiki układów w dziedzinie czasowej, transformata oraz częstotliwościowej. Analiza i synteza układów liniowych. Stabilność układów dynamicznych liniowych. Algebraiczne kryteria stabilności. Jakość sterowania. Układy wielowymiarowe i ich charakterystyki czasowe i częstotliwościowe. Schematy analogowe. Problemy sterowania w układzie zamkniętym. Układy regulacji, zadania i struktura. Wybór typu regulatora i nastaw. Metodyka tworzenia modelu komputerowego. Określanie charakterystyk statycznych. Podstawy oprogramowania Matlab i Simulink. Opis procesów technologicznych i postaci modeli. Wskaźniki oceny modeli. Proces liniowy II rzędu. Metodyka tworzenia modelu komputerowego. Problemy optymalizacyjne w układach sterowania i regulacji. Układy o parametrach zmiennych i rozłożonych. Równania dynamiki układów nieliniowych. 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 skalarnie, 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.
- Urbanik 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.
- Szabatin 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.
- Oowski S. (red): Matlab: zastosowanie do obliczeń obwodowych i przetwarzania sygnałów, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2006.