



## KARTA PRZEDMIOTU

|   |  |                       |  |                    |   |
|---|--|-----------------------|--|--------------------|---|
| Kod przedmiotu                          | IC.MK111   | Nazwa przedmiotu      | w j. polskim                               | Dynamika procesowa |   |
|   |  |                       | w j. angielskim                            | Process Dynamics   |   |
| Jednostka prowadząca przedmiot          |  |                       | Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej |                    |   |
| Osoba odpowiedzialna za moduł/przedmiot |  |                       | prof. nzw. dr hab. inż. Marek Henczka      |                    |   |
| Kierunek studiów                        | Inżynieria chemiczna i procesowa   |                       | Forma studiów                              | stacjonarne        |   |
| Profil/poziom kształcenia               | ogólnoakademicki<br>II stopień (studia magisterskie)                                       |                       | Nominalny semestr studiów                  |                    | 1 |
| Specjalność                             | Inżynieria Procesów Przemysłowych – Bioinżynieria – Inżynieria Procesów Ochrony Środowiska |                       |  |                    |   |
| Forma zajęć/<br>liczba godzin           | Wykład   | Ćwiczenia audytoryjne | Ćwiczenia projektowe                       | Laboratorium       |   |
|   | 30   | -                     | -  | -                  |   |
| Status zajęć/grupa                      | obowiązkowe/podstawowe   |                       | Liczba punktów ECTS                        |                    | 2 |
| Język zajęć                             | polski   | Poziom przedmiotu     | średnio-zaawansowany                       |                    |   |

### I. Wymagania wstępne i dodatkowe

|     |               |
|-----|---------------|
| I.1 | Brak wymagań. |
|-----|---------------|

### II. Cele przedmiotu

|      |  |
|------|--|
| II.1 | Przekazanie studentom wiedzy dotyczącej dynamiki obiektów inżynierii chemicznej oraz zmienności w czasie parametrów takich obiektów w stanach nieustalonych.                                   |
| II.2 | Przedstawienie metod opisu matematycznego dynamiki obiektów elementarnych, regulatorów i układów regulacji automatycznej, a także zasad sterowania i regulacji obiektów inżynierii chemicznej. |
| II.3 | Omówienie zagadnień stabilności układów regulacji i doboru nastaw regulatorów w układach regulacji automatycznej procesów inżynierii chemicznej.   |

### III. Treści programowe przedmiotu (oddzielnie dla każdej formy zajęć)

#### III.1. Wykład

| Lp. | Treść  | Liczba godz. |
|-----|--|--------------|
| 1.  | Pojęcia podstawowe (obiekt, sygnały wejściowe i wyjściowe, wymuszenie odpowiedź obiektu, modele matematyczne: statyczne i dynamiczne, liniowość i rzędowość obiektów dynamicznych), tworzenie modeli matematycznych obiektów dynamicznych, metoda opisu zachowań dynamicznych w przestrzeni czasu, linearyzacja obiektów nieliniowych; rodzaje funkcji wymuszających (skokowe, impulsowe, liniowe, sinusoidalne).  | 4            |
| 2.  | Dynamika i metody analitycznej identyfikacji dynamiki obiektów liniowych I rzędu, współczynnik wzmocnienia i stała czasowa obiektu inercyjnego, przykłady obiektów inercyjnych i ich odpowiedzi na różne rodzaje wymuszeń.   | 2            |
| 3.  | Dynamika i metody analitycznej identyfikacji dynamiki obiektów liniowych II rzędu, klasyfikacja obiektów II rzędu (przetłumiony, tłumiony krytycznie, niedotłumiony, nietłumiony i niestabilny), obiekty inercyjne II rzędu i oscylacyjne oraz ich odpowiedzi na różne rodzaje wymuszeń.   | 3            |
| 4.  | Równanie charakterystyczne obiektu i pierwiastki równania charakterystycznego, stabilność obiektów liniowych różnych rzędów, kryteria stabilności obiektów dynamicznych, całka splotu.   | 3            |
| 5.  | Przekształcenie Laplace'a i jego własności, metoda opisu matematycznego dynamiki obiektów fizycznych w przestrzeni Laplace'a, transmitancja operatorowa, zastosowanie transmitancji operatorowej do opisu dynamiki obiektów.   | 3            |
| 6.  | Rodzaje elementarnych członów dynamicznych (proporcjonalny, całkujący, inercyjny, różniczkujący, oscylacyjny i opóźniający) i ich interpretacja fizyczna na przykładzie obiektów inżynierii chemicznej, odpowiedzi członów elementarnych na typowe rodzaje wymuszeń; transmitancje obiektów złożonych (połączenia szeregowo, równoległe i w pętli sprzężenia zwrotnego, wyznaczanie analityczne odpowiedzi obiektów złożonych, doświadczalna identyfikacja dynamiki obiektów rzeczywistych). | 5            |
| 7.  | Regulacja automatyczna (struktura układów regulacji, rodzaje regulatorów, prawo regulacji); własności dynamiczne regulatorów z ciągłym sygnałem wyjściowym (typu P, I, D, PI, PD, PID) i nieciągłym sygnałem wyjściowym, prawo regulacji w przestrzeni fizycznej i Laplace'a.  | 4            |
| 8.  | Dynamika układów regulacji automatycznej realizowanych przy użyciu regulatorów różnych typów, kryteria jakości regulacji; stabilność i kryteria stabilności układów regulacji automatycznej, wpływ nastaw regulatorów na przebiegi regulacji. Zastosowanie transformaty Laplace'a do opisu dynamiki układów regulacji automatycznej.   | 6            |

| IV. Wykaz osiągniętych efektów kształcenia |                        |                               |  |     |
|--|------------------------|-------------------------------|--|-----|
| Rodzaj efektu *                            | Odniesienie do efektu: |                               | Opis efektu kształcenia  | kod |
|  | dla kierunku           | dla obszaru                   |  |     |
| W  | K_W13                  | T2A_W06                       | Ma wiedzę dotyczącą własności dynamicznych obiektów fizycznych, w tym obiektów inżynierii chemicznej, regulatorów i układów regulacji automatycznej. | W1  |
| W  | K_W01                  | T2A_W01                       | Ma wiedzę dotyczącą metod matematycznego opisu dynamiki obiektów fizycznych w przestrzeni czasu i przestrzeni Laplace'a.                             | W2  |
| U  | K_U04<br>K_U08         | T2A_U07<br>T2A_U13            | Potrafi opisywać matematycznie zachowania dynamiczne obiektów fizycznych inżynierii chemicznej i układów regulacji automatycznej.                    | U1  |
| U  | K_U05<br>K_U16         | T2A_U08<br>T2A_U11<br>T2A_U15 | Potrafi zaprojektować układ regulacji automatycznej, dobrać odpowiedni regulator do obiektu regulacji i dobrać nastawy regulatora.                   | U2  |
| KS   | K_K01<br>K_K04         | T2A_K01<br>T2A_K06            | Potrafi myśleć i działać samodzielnie oraz rozumie potrzebę dokończenia się.   | KS1 |

\*) Rodzaje efektów: W- wiedza, U- umiejętności, KS – kompetencje społeczne

| V. Metody weryfikacji efektów kształcenia |                   |                 |                    |          |              |                       |                      |
|---|-------------------|-----------------|--------------------|----------|--------------|-----------------------|----------------------|
| Efekt                                     | Forma weryfikacji |                 |                    |          |              |                       |                      |
|   | Egzamin ustny     | Egzamin pisemny | Zaliczenie pisemne | Kolokwia | Prace domowe | Referat/ sprawozdanie | Dyskusja/ seminarium |
| W1  |                   | X               |                    |          |              |                       |                      |
| W2  |                   | X               |                    |          |              |                       |                      |
| U1  |                   | X               |                    |          |              |                       |                      |
| U2  |                   | X               |                    |          |              |                       | X                    |
| KS1                                       |                   | X               |                    |          |              |                       | X                    |

| VI. Literatura  |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Kostro, Elementy, urządzenia i układy automatyki, WSiP.</li> <li>2. B. Chorowski, M. Werszko, Mechaniczne urządzenia automatyki, WNT.</li> <li>3. A. Burghardt, G. Bartelmus, Inżynieria reaktorów chemicznych, Wydawnictwo Naukowe PWN.</li> <li>4. J. Brzózka, Regulatory i układy automatyki, MIKOM.</li> <li>5. A. Dębowski, Automatyka – podstawy teorii, WNT, Warszawa, 2008.</li> </ol> |

| <b>VII. Nakład pracy studenta</b>  |  |               |
|--|--|---------------|
| Lp.  | Treść  | Liczba godzin |
| 1.   | Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów       | 30            |
| 2.   | Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji             | 2             |
| 3.   | Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach zaliczeń i egzaminów    | 3             |
| 4.   | Przygotowanie do zajęć (studiowanie literatury, odrabianie prac domowych itp.) | -             |
| 5.   | Zbieranie informacji, opracowanie wyników                                      | -             |
| 6.   | Przygotowanie sprawozdania, prezentacji, raportu, dyskusji                     | -             |
| 7.   | Nauka samodzielna – przygotowanie do zaliczenia/kolokwium/egzaminu             | 20            |
| <b>Sumaryczne obciążenie studenta pracą</b>  |  | 55 godz.      |
| <b>Łączna liczba punktów ECTS</b>  |  | 2             |
| <b>Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć</b>                          |  |               |
| <b>a) wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów</b>             |  | 1,3           |
| <b>b) o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych, warsztatowych i projektowych</b> |  | 0             |
| <b>Liczba punktów ECTS w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych</b>                          |  | 2             |