

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

| <b>1. Nazwa przedmiotu:</b> STEROWANIE SYSTEMAMI<br>BIOLOGICZNYMI   |  | <b>2. Kod przedmiotu:</b>             |                         |   |
|---|--|---------------------------------------|-------------------------|---|
| <b>3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego:</b> 2012  |  |                                       |                         |   |
| <b>4. Forma kształcenia:</b> studia drugiego stopnia  |  |                                       |                         |   |
| <b>5. Forma studiów:</b> studia stacjonarne   |  |                                       |                         |   |
| <b>6. Kierunek studiów:</b> BIOTECHNOLOGIA; WYDZIAŁ AEII  |  |                                       |                         |   |
| <b>7. Profil studiów:</b> ogólnoakademicki  |  |                                       |                         |   |
| <b>8. Specjalność:</b> BIOINFORMATYKA   |  |                                       |                         |   |
| <b>9. Semestr:</b> 1, 2   |  |                                       |                         |   |
| <b>10. Jednostka prowadząca przedmiot:</b> Instytut Automatyki, RAU1  |  |                                       |                         |   |
| <b>11. Prowadzący przedmiot:</b> Dr hab. inż. Jacek Czczot, Prof. Nzw. w Pol. Śl.   |  |                                       |                         |   |
| <b>12. Przynależność do grupy przedmiotów:</b> przedmioty specjalnościowe   |  |                                       |                         |   |
| <b>13. Status przedmiotu:</b> obowiązkowy   |  |                                       |                         |   |
| <b>14. Język prowadzenia zajęć:</b> polski  |  |                                       |                         |   |
| <b>15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne:</b> Modelowanie biosystemów, Transport ciepła i masy, Sygnały systemy sterowanie, Wirtualne instrumenty i systemy.<br>Zakłada się znajomość zasad modelowanie dynamiki i statyki procesów biochemicznych z włączeniem procesów wymiany ciepła, podstawowych wiadomości na temat sterowania, dynamiki, linearyzacji, opisu w postaci różniczkowych równań stanu i funkcji przejścia. |  |                                       |                         |   |
| <b>16. Cel przedmiotu:</b> Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do zadań związanych z projektowaniem i implementacją klasycznych i zaawansowanych metod regulacji procesów biochemicznych z uwzględnieniem procesów wymiany ciepła i masy. Celem ćwiczeń laboratoryjnych jest przybliżenie praktycznych aspektów implementacyjnych oraz badania symulacyjne dla wybranych zagadnień omawianych na wykładzie.                       |  |                                       |                         |   |
| <b>17. Efekty kształcenia:<sup>1</sup></b>  |  |                                       |                         |   |
| Nr  | Opis efektu kształcenia  | Metoda sprawdzenia efektu kształcenia | Forma prowadzenia zajęć | Odniesienie do efektów dla kierunku studiów |
| W1  | Zna specyfikę sterowania obiektami biochemicznymi.   | SP                                    | WT                      | K_W01<br>K_W02                              |
| W2  | Zna znaczenie elementów układu regulacji oraz ich wpływ na jakość regulacji w układach regulacji nieliniowej.  | SP, CL, OS                            | WT, L                   | K_W04<br>K_W06                              |
| W3  | Zna sposoby identyfikacji parametrów uproszczonych modeli fizykalnych oraz sposób ich wykorzystania do poprawy jakości regulacji.                                  | SP, CL, OS                            | WT, L                   | K_W06<br>K_W19                              |
| W4  | Zna sposoby poprawy jakości regulacji poprzez zastosowanie zaawansowanych algorytmów sterowania.   | CL, OS                                | WT, L                   | K_W06<br>K_W11                              |
| U1  | Potrafi określić warunki przeprowadzenia praktycznego eksperymentu identyfikacyjnego oraz wyznaczyć charakterystyki rzeczywistego nieliniowego obiektu sterowania. | SP, CL, OS                            | WT, L                   | K_U08                                       |
| U2  | Potrafi właściwie wybrać zaawansowaną technikę regulacji oraz typ i nastawy samego regulatora w sterowaniu procesów biotechnologicznych                            | SP, CL, OS                            | WT, L                   | K_U08                                       |

<sup>1</sup> należy wskazać ok. 5 – 8 efektów kształcenia

|    |  |        |       |                         |
|----|--|--------|-------|-------------------------|
| U3 | Posiada umiejętności oceny jakości pracy rzeczywistego układu regulacji ze wskazaniem ewentualnych przyczyn nieprawidłowości oraz sposobu ich usunięcia. | CL, OS | WT, L | K_U13<br>K_U25          |
| U4 | Potrafi w syntetyczny sposób opracować wyniki praktycznych i symulacyjnych badań układów regulacji.  | CL, OS | WT, L | K_U07<br>K_U20          |
| K1 | Potrafi samodzielnie podejmować decyzje dotyczące najlepszych rozwiązań w zakresie doboru układów sterowania procesami biologicznymi.                    | CL, OS | WT, L | K_U08<br>K_U16<br>K_U23 |
| K2 | Potrafi zaprezentować i obronić zaproponowane rozwiązanie konstrukcyjne  | OS, CL | L     | K_K03<br>K_K04          |

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

W. : 30 L.: 30

### 19. Treści kształcenia:

#### Wykład

Zagadnienia omawiane podczas wykładu:

1. Przypomnienie elementarnych pojęć z dziedziny teorii sterowania i estymacji (zmienna stanu, zakłócenie, wielkość wejściowa, parametr modelu matematycznego).
2. Zasady tworzenia uproszczonych modeli fizykalnych dla procesów biotechnologicznych w oparciu o zasadę zachowania masy i energii.
3. Redukcja rzędu modelu.
4. Weryfikacja struktury modelu i identyfikacja parametrów modelu w oparciu o dane pomiarowe.
5. Rola eksperymentu planowanego i swobodnego w gromadzeniu danych pomiarowych do weryfikacji modeli fizykalnych.
6. Rekurencyjna metoda najmniejszych kwadratów – własności metody.
7. Estymacja parametrów modelu fizykalnego na bieżąco (identyfikacja *on-line*).
8. Podstawowe zasady tworzenia obserwatorów niemierzalnych zmiennych stanu (tzw. *soft sensors*) – obserwator Luenbergera i Kallmana.
9. Metoda transformacji zmiennych stanu i wykorzystanie jej do tworzenia obserwatorów zmiennych stanu dla procesów biologicznych.
10. Błędy w urządzeniach pomiarowych i ich wpływ na jakość regulacji z uwzględnieniem specyfiki pomiarów w biotechnologii.
11. Urządzenia wykonawcze ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń wykorzystywanych w instalacjach biotechnologicznych.
12. Przypomnienie podstawowych informacji na temat automatycznej regulacji procesów – jednopętlowa struktura regulacji, regulator PID, regulacja dwupołożeniowa o trójpołożeniowa.
13. Złożone struktury regulacji – regulacja kaskadowa, regulacja stosunku dwóch wielkości, regulacja w pętli otwartej (*feedforward*).
14. Regulacja ekstremalna i jej znaczenie w biotechnologii.
15. Podstawowe wiadomości na temat regulacji nieliniowej (algorytmy typu *model-based*, takie jak sterowanie linearyzujące, *PMBC*, itp.).
16. Regulacja adaptacyjna jako metoda kompensacji niedokładności modelowania w regulatorach typu *model-based*.
17. Regulacja predykcyjna – podstawowe pojęcia (trajektoria odniesienia, horyzont predykcji, horyzont sterowania, zasada repetycji).
18. Systemy akwizycji i przetwarzania danych (SCADA), ich budowa, funkcjonalność i znaczenie w sterowaniu procesami biologicznymi.

#### Zajęcia laboratoryjne

Program ćwiczeń laboratoryjnych jest ściśle związany z tematyką wykładu i obejmuje najważniejsze zagadnienia związane ze sterowaniem w systemach biologicznych i biotechnologicznych.

Zajęcia laboratoryjne poprzedzone są wprowadzeniem omawiającym specyfikę instalacji oraz samego zagadnienia. Przed każdym ćwiczeniem studenci powinni opanować określony zakres wiedzy omawianej w ramach wykładu z niniejszego przedmiotu. Do każdego ćwiczenia przygotowana jest także instrukcja laboratoryjna ułatwiająca studentom opanowanie wymaganego zakresu wiedzy.

Lista ćwiczeń laboratoryjnych obejmuje:

1. Sterowanie procesem neutralizacji (praktyczna weryfikacja z dostępem do pilotażowej instalacji neutralizacji).
2. Sterowanie procesem sedymentacji (praktyczna weryfikacja z dostępem do pilotażowej instalacji sedymentacji).
3. Obserwatory zmiennych stanu.
4. System wizualizacji SCADA.
5. Regulacja PWM.
6. Sterowanie przepływem (praktyczna weryfikacja z dostępem do pilotażowej instalacji).
7. Wspomaganie sterowania nadrzędnego.
8. Sterowanie bilansem biomasy (praktyczna weryfikacja z dostępem do pilotażowej instalacji neutralizacji).

|  |
|--|
| <p>biologicznej oczyszczalni ścieków).</p> <p>9. Sterowanie prostym obiektem dynamicznym (praktyczna weryfikacja z dostępem do pilotażowej instalacji).</p> <p>10. Sterowanie natlenianiem (praktyczna weryfikacja z dostępem do pilotażowej instalacji neutralizacji biologicznej oczyszczalni ścieków).</p> <p>Praca podczas każdego z ćwiczeń przebiegać będzie zgodnie z podobnym planem:</p> <p>a) Zapoznanie się z obiektem technologicznym lub omawianym zagadnieniem.</p> <p>b) Realizacja planu ćwiczenia pod kierunkiem prowadzącego.</p> <p>d) Dyskusja uzyskanych wyników.</p> <p>d) Przygotowanie i obrona sprawozdania.</p> <p><b>20. Egzamin:</b> tak, egzamin pisemny jednoczęściowy po semestrze 1.</p> |
|--|

| <p><b>21. Literatura podstawowa:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bastin G., Dochain D., „On-line estimation and adaptive control of bioreactors”, Elsevier, 1990.</li> <li>2. Dochain D., Vanrolleghem P., “Dynamical modelling and estimation in wastewater treatment plant”, IWA Publishing, 2001.</li> <li>3. Praca zbiorowa pod redakcją K. Mikscha. Biotechnologia Ścieków, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2000.</li> </ol>   |              |   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
|---|--------------|---|---|---|--------|-------|---|-----------|-----|---|--------------|-------|---|---------|-----|---|------------|-----|---|------|-------|--|-------------|-------|
| <p><b>22. Literatura uzupełniająca:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Isidori A., „Nonlinear control systems”, Springer-Verlag, 1989.</li> <li>2. Luyben W.L., “Process modeling, simulation, and control for chemical engineers”, McGraw-Hill, 1973.</li> <li>3. Niederliński A., Mościński J., Ogonowski Z., „Regulacja adaptacyjna”, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1995.</li> <li>4. Henson M.A., Seborg D.E., “Nonlinear Process Control”, Prentice Hall PTR, 1997.</li> </ol>   |              |   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| <p><b>23. Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Lp.</th> <th>Forma zajęć</th> <th>Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Wykład</td> <td>30/30</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Ćwiczenia</td> <td>0/0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Laboratorium</td> <td>30/30</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Projekt</td> <td>0/0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Seminarium</td> <td>0/0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Inne</td> <td>15/15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Suma godzin</td> <td>75/75</td> </tr> </tbody> </table> | Lp.          | Forma zajęć                                 | Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta | 1 | Wykład | 30/30 | 2 | Ćwiczenia | 0/0 | 3 | Laboratorium | 30/30 | 4 | Projekt | 0/0 | 5 | Seminarium | 0/0 | 6 | Inne | 15/15 |  | Suma godzin | 75/75 |
| Lp.   | Forma zajęć  | Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| 1   | Wykład       | 30/30                                       |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| 2   | Ćwiczenia    | 0/0   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| 3   | Laboratorium | 30/30                                       |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| 4   | Projekt      | 0/0   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| 5   | Seminarium   | 0/0   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| 6   | Inne         | 15/15                                       |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
|   | Suma godzin  | 75/75                                       |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| <p><b>24. Suma wszystkich godzin: 150 (125)</b></p>   |              |   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| <p><b>25. Liczba punktów ECTS:<sup>2</sup> 5</b></p>  |              |   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| <p><b>26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego: 2</b></p>  |              |   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| <p><b>27. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty): 2 (3)</b></p>  |              |   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |
| <p><b>26. Uwagi:</b></p>  |              |   |   |   |        |       |   |           |     |   |              |       |   |         |     |   |            |     |   |      |       |  |             |       |

Zatwierdzono:

.....  
(data i podpis prowadzącego)

.....  
(data i podpis dyrektora instytutu/kierownika katedry/  
Dyrektora Kolegium Języków Obcych/kierownika lub  
dyrektora jednostki międzywydziałowej)

<sup>2</sup> 1 punkt ECTS – 30 godzin.