

(pieczęć jednostki organizacyjnej)

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>1) Nazwa przedmiotu:</b> STEROWANIE PROCESAMI		<b>2) Kod przedmiotu:</b>		
<b>3) Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego:</b> 2018/2019				
<b>4) Forma kształcenia:</b> studia stacjonarne				
<b>5) Poziom kształcenia:</b> studia drugiego stopnia				
<b>6) Kierunek studiów:</b> AUTOMATYKA I ROBOTYKA (WYDZIAŁ AEI)				
<b>7) Profil studiów:</b> ogólnoakademicki				
<b>8) Specjalność:</b> SYSTEMY POMIAROWE I INFORMACYJNE				
<b>9) Semestr:</b> 1,2				
<b>10) Jednostka prowadząca przedmiot:</b> Instytut Automatyki (RAu1)				
<b>11) Prowadzący przedmiot:</b> Dr inż. Zbigniew Ogonowski				
<b>12) Przynależność do grupy przedmiotów:</b> przedmioty specjalnościowe				
<b>13) Status przedmiotu:</b> obieralny w ramach modułu				
<b>14) Język prowadzenia zajęć:</b> polski				
<b>15) Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne:</b> Zakłada się, że przed rozpoczęciem nauki z przedmiotu Sterowanie Procesów student posiada przygotowanie w zakresie: opisu liniowych i nieliniowych układów dynamicznych, metody analizy i syntezy standardowych układów regulacji i kompensacji, metod numerycznych i metod optymalizacji.				
<b>16) Cel przedmiotu:</b> Celem przedmiotu jest nauczenie studentów metod projektowania układów sterowania procesami przemysłowymi. Studenci poznają metody analizy struktury funkcjonalnej zarówno całego ciągu technologicznego, jak również pojedynczego aparatu, uczą się metod syntezy systemu sterowania z wszystkimi aspektami wynikającymi z jego warstwowej struktury. W nauczaniu rozwiązywania powyższych problemów uwypukla się złożoność rzeczywistych procesów przemysłowych, a więc wielowymiarowość, nieliniowość i hierarchiczność.				
<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	Ma wiedzę na temat hierarchiczności systemów sterowania procesami oraz jej elementów: modułów sprzętowych sterowania bezpośredniego, systemu zbierania i przetwarzania danych procesowych wraz z układami transmisji, algorytmów sterowania i podejmowania decyzji wraz z aspektami monitorowania, dokumentacji i archiwizacji.	SP	WT, L	K1A_W11, K1A_W16
W2	Zna postulaty konstrukcyjne w warstwie sterowania bezpośredniego i wymagania stawiane układom sterowania oraz zadania realizowane w warstwie sterowania nadrzędnego i warstwie optymalizacji.	SP	WT, L	K1A_W12, K1A_U15
W3	Ma wiedzę na temat systemów sterowania dla specyficznych struktur procesów przemysłowych: układów szeregowych aparatów, rozdziału pomiędzy równolegle pracujące aparaty, procesów kolektorowych oraz recyklu z uzupełnieniem strat.	SP	WT, L,P	K1A_W13, K1A_W18

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

U1	Potrafi zaprojektować strukturę funkcjonalną układów automatycznej regulacji w warstwie sterowania bezpośredniego zgodnie z obowiązującymi normami.	SP, RP,OP	WT, L,P	K1A_U16, K1A_U19
U2	Potrafi zaprojektować system przetwarzania i wizualizacji danych procesowych procesowych oraz algorytmów podejmowania decyzji w wyższych warstwach sterowania.	SP, RP,OP	WT, L,P	K1A_U03, K1A_U08
U3	Potrafi zaprojektować i wykonać system pomiarowo-sterujący działający w warunkach rzeczywistych.	RP,OP	WT,P	K1A_U13
K1	Potrafi samodzielnie podejmować decyzje w zakresie całościowego projektowania systemów sterowania procesów.	RP	WT,P	K1A_U21 K1A_K02
K2	Potrafi pracować w grupie z podziałem zadań przy realizacji i wdrażaniu projektów systemów sterowania procesami.	RP	WT,P	K1A_K03

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

Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
30		15	15	

#### Treści kształcenia: (oddzielnie dla każdej z form zajęć dydaktycznych W./Ćw./L./P./Sem.)

Pojęcia podstawowe; warstwowa struktura układów sterowania procesami przemysłowymi; system zbierania i przetwarzania danych procesowych; projektowanie struktury funkcjonalnej systemu sterowania; wielkość wiodąca; postulaty konstrukcyjne dla warstwy sterowania bezpośredniego; rozdział pomiędzy aparaty pracujące równolegle; recykl z uzupełnieniem strat; przykład projektu struktury funkcjonalnej; horyzont sterowania; modele procesów; zaawansowane algorytmy sterowania; sterowanie procesami złożonymi; system sygnalizacji, kontroli i dokumentacji procesu; ocena statystyczna procesu; zagadnienia optymalizacji procesu w poszczególnych warstwach systemu sterowania; przykłady problemów optymalizacji procesu.

#### Wykład

Wykład rozpoczyna się od definicji pojęć podstawowych takich jak proces (w szczególności przemysłowy), cele realizowane przez system sterowania, elementy układów sterowania procesów. Następnie omawia się warstwowość systemu sterowania procesami: warstwę sterowania bezpośredniego, nadrzędnego i operatywnego oraz uzupełniający go system zbierania i przetwarzania danych procesowych. Dla warstwy sterowania bezpośredniego omawia się problemy projektowania struktury funkcjonalnej systemu sterowania, a więc: pojęcie i zasady wyboru wielkości wiodącej, postulaty konstrukcyjne, typowe konfiguracje aparatów jak rozdział strumieni pomiędzy aparaty pracujące równolegle oraz recykl z uzupełnieniem strat. Przedstawia się proste przykłady projektów struktury funkcjonalnej oraz jeden przykład projektu złożonego. Omawia się metody projektowania zaawansowanych wielowymiarowych układów sterowania: metoda względnego współczynnika wzmocnienia, analizy singularnej, indeksu Niederlińskiego i tablic Nyquista, sterowania z modelem wewnętrznym, odsprężania w układach wielopętlowych i odsprężania w sterowaniu predykcyjnym. Omówione metody ilustruje się przykładami sterowania procesami złożonymi: blok energetyczny, system sterowania rozproszonego procesem przemysłowym, system telekomunikacyjny, sterowanie lotem samolotu i ruchem pojazdu mechanicznego.

Przedstawia się cele i zasady tworzenia systemu sygnalizacji, kontroli i dokumentacji procesu oraz funkcjonującego w jego ramach systemu oceny statystycznej procesu. Omawia się projektowanie układów wspomaganie podejmowania decyzji w zakresie oceny struktury funkcjonalnej systemu sterowania, jego strojenia oraz reakcji na sytuacje awaryjne. Wykład kończą zagadnienia optymalizacji procesu w poszczególnych warstwach systemu sterowania: począwszy od pojedynczego aparatu, poprzez optymalizację punktu pracy w warstwie nadrzędnej i skończywszy na złożonych zadaniach optymalizacji w warstwie sterowania operatywnego. Omawia się zagadnienia dekompozycji złożonych zadań optymalizacji. Przedstawia się przykład problemu optymalizacji procesu i jego rozwiązanie.

#### Zajęcia laboratoryjne

Studenci wykonują 6 ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Zaprogramowanie symulatora przykładowego prostego procesu technologicznego wraz z układem jednopętlowych regulatorów w warstwie sterowania bezpośredniego.
2. Projekt i badanie struktury funkcjonalnej układu automatycznej regulacji w warstwie sterowania bezpośredniego dla przykładu prostego układu technologicznego.

3. Analiza projektu złożonego układu automatycznej regulacji w warstwie sterowania bezpośredniego.
4. Programowanie algorytmu sterowania nadrzędnego dla przykładowego procesu technologicznego.
5. Opracowanie algorytmu pomiaru pośredniego dla wybranego wskaźnika bilansowego procesu.
6. Sformułowanie i rozwiązanie problemu optymalizacji dla wybranego procesu.

### Zajęcia projektowe

W ramach projektu każdy student otrzymuje swój własny temat. Tematy są w każdym roku zmieniane. Przed pierwszymi zajęciami studenci zaznajamiają się z listą tematów i deklarują, który temat wybierają. Jednocześnie prowadzący dokładnie wyjaśnia zakres zadań do wykonania w ramach danego tematu. Kolejne zajęcia mają charakter konsultacyjny. Dwa spotkania mają specjalny charakter: w połowie semestru i na końcu każdy student w obecności całej grupy referuje krótko stan realizacji swojego projektu. Te zajęcia mają charakter seminaryjny. Podstawowym zadaniem jest wykonanie projektu struktury funkcjonalnej systemu sterowania procesem w warstwie sterowania bezpośredniego dla przykładowego procesu wskazanego przez prowadzącego. W każdym projekcie student wykonuje zadanie dodatkowe związane ze specyfiką wybranego procesu, np.: projektuje algorytm warstwy nadrzędnej dla doboru punktu pracy, wykonuje eksperymenty identyfikacyjny i tworzy model procesu dla celów symulacji, tworzy oprogramowanie realizujące zaprojektowaną strukturę z systemem wymiany danych, wykonuje obliczenia optymalizacyjne dla danego procesu. Projekt kończy się dokumentacją wykonaną zgodnie z normą oraz opisem wykonania zadania dodatkowego.

### 19) Egzamin: nie<sup>2</sup>

#### 20) Literatura podstawowa:

1. Z. Bubnicki "Teoria i algorytmy sterowania", PWN, Warszawa, 2005.
2. M. Rao i in. "Modeling and advanced control for process industries", Springer, 1994.
3. M. Grimble "Industrial control system design", Wiley, 2001

#### 21) Literatura uzupełniająca:

1. T. Kok Kiong i in. "Advances in PID control", Springer, 1999.
2. J.M. Maciejowski "Multivariable feedback design", Addison-Wesley, 1989.
3. P. Deshpande "Multivariable process control", Instrument Society of America, 1989.
4. G. Box, A. Luceno "Statistical control by monitoring and feedback adjustment", Wiley, 1997.
5. J. Mościński, Z. Ogonowski "Advanced control with Matlab and Simulink", Prentice Hall, 1995.

#### 22) Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1.	Wykłady	30/10
2.	Ćwiczenia	
3.	Laboratorium	15/10
4.	Projekt	15/10
5.	Seminarium	
6.	Inne	
Suma godzin:		60/30

#### 23. Suma wszystkich godzin: 90

#### 24. Liczba punktów ECTS<sup>3</sup>: 3

#### 25. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego: 1

#### 26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty, ćwiczenia): 2

#### 27. Uwagi:

<sup>2</sup> wybrać właściwe

<sup>3</sup> 1 punkt ECTS – 25-30 godzin pracy student

Zatwierdzono:

.....  
*(data i podpis prowadzącego)*

.....  
*(data i podpis Dyrektora/Kierownika podstawowej  
lub międzywydziałowej jednostki organizacyjnej)*