

## KARTY PRZEDMIOTÓW

<b>WYDZIAŁ:</b>	ELEKTRONIKI
<b>KIERUNEK:</b>	<b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA</b>
<b>POZIOM KSZTAŁCENIA:</b>	II stopień, studia magisterskie
<b>FORMA STUDIÓW:</b>	niestacjonarna
<b>PROFIL:</b>	ogólnoakademicki
<b>JĘZYK STUDIÓW:</b>	polski
<b>SPECJALNOŚCI:</b>	<b>ASU</b> – Systemy informatyczne w automatyce i robotyce <b>AUN</b> – Systemy automatyki i robotyki

**Wydział Elektroniki PWr****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Modelowanie i identyfikacja**Nazwa w języku angielskim: **Modeling and identification**Kierunek studiów: **Automatyka i robotyka**Stopień studiów i forma: **II stopień, niestacjonarne**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**Kod przedmiotu: **ARKK001**Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>20</b>		<b>10</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>60</b>		<b>60</b>		
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>-</b>		<b>2</b>		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>		<b>1</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy z zakresu metod generacji liczb pseudolosowych.
- C2. Nabycie wiedzy z zakresu podstaw teorii estymacji oraz kryteriów oceny jakości estymatorów.
- C3. Poznanie parametrycznych i nieparametrycznych metod estymacji funkcji gęstości prawdopodobieństwa i funkcji regresji
- C4. Poznanie metod identyfikacji liniowych obiektów dynamicznych w warunkach losowych.
- C5. Poznanie metody najmniejszych kwadratów, jej własności, zakresu stosowalności oraz odpowiednich procedur numerycznych.
- C6. Poznanie metody zmiennych instrumentalnych i metod generacji instrumentów.
- C7. Poznanie wybranych metod identyfikacji systemów blokowych Hammersteina i Wienera
- C8. Poznanie funkcji pakietu 'System Identification Toolbox' programu Matlab.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna metody komputerowego modelowania środowiska losowego

PEK\_W02 – zna parametryczne i nieparametryczne algorytmy syntezy modeli systemów liniowych i nieliniowych na podstawie niepewnych danych

PEK\_W03 – zna realizacje komputerowe typowych metod identyfikacji systemów

PEK\_W04 – zna metody generacji liczb pseudolosowych

PEK\_W05 – zna wybrane metody identyfikacji systemów blokowo-zorientowanych Hammersteina i Wienera

z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi wykorzystywać dane pomiarowe do budowy i testowania modeli systemów liniowych i nieliniowych przy różnej wiedzy wstępnej.

PEK\_U02 – potrafi prognozować procesy czasowe na podstawie danych historycznych.

PEK\_U03 – umie dobrać odpowiedni model do danych.

PEK\_U04 – umie prowadzić badania eksperymentalne i korzystać z dedykowanego oprogramowania.

z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,

PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Generacja liczb losowych metodą odwracania dystrybuanty i metodą odrzucania	2
Wy2	Podstawy estymacji, metody oceny estymatora, twierdzenia graniczne, typy zbieżności probabilistycznej	2
Wy3	Nieparametryczna estymacja dystrybuanty i funkcji gęstości prawdopodobieństwa	2
Wy4	Estymacja funkcji regresji. Metody parametryczne i nieparametryczne	2
Wy5	Identyfikacja liniowych obiektów dynamicznych metoda najmniejszych kwadratów	2
Wy6	Przejście procesu losowego przez obiekt dynamiczny. Analiza korelacyjna procesów. Wybielanie	2
Wy7	Metoda zmiennych instrumentalnych	2
Wy8	Procedury obliczeniowe, rozkład spektralny, LU oraz SVD	2
Wy9	Systemy Hammersteina i Wienera	2
Wy10	Podsumowanie, przykłady zastosowań	2
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

Forma zajęć – laboratorium		Liczba Godzin
La1	Generacja liczb losowych	1
La2	Podstawy estymacji, metody oceny estymatora, twierdzenia graniczne	1
La3	Nieparametryczna estymacja dystrybuanty i funkcji gęstości prawdopodobieństwa	1
La4	Estymacja funkcji regresji. Metody parametryczne i nieparametryczne	1

La5	Identyfikacja liniowych obiektów dynamicznych	1
La6	Analiza korelacyjna procesów losowych, wybielanie	1
La7	Metoda zmiennych instrumentalnych	1
La8	Procedury obliczeniowe, rozkład spektralny, LU oraz SVD	1
La9	Systemy Hammersteina i Wienera	1
La10	Podsumowanie, zaliczenia	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>10</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
2. Ćwiczenia laboratoryjne
3. Konsultacje
4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych, opracowywanie wyników, sprawozdania
5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U04 PEK_K01 ÷ PEK_K02	Sprawdziany pisemne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawozdania z ćwiczeń,
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W05	Kolokwium (test)
$P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Gajek, Kałuszka — „Wnioskowanie statystyczne dla studentów”
- [2] Greblicki, Pawlak – „Nonlinear system identification”, Cambridge 2008.
- [3] Kiełbasiński, Schwetlick — „Numeryczna algebra liniowa — wprowadzenie do obliczeń zautomatyzowanych”
- [4] Kincaid, Cheney — „Analiza numeryczna”, WNT Warszawa, 2006.
- [5] Ljung “System Identification - Theory For the User”
- [6] Nahorski, Mańczak — „Komputerowa identyfikacja obiektów dynamicznych”
- [7] Söderström, Stoica — „Identyfikacja systemów”
- [8] Niederlinski — „Systemy komputerowe automatyki przemysłowej”
- [9] lista publikacji pracowników Zakładu Sterowania i Optymalizacji na stronie <http://diuna.ict.pwr.wroc.pl>

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Magiera — „Modele i metody statystyki matematycznej”, wyd. GiS, Wrocław, 2002.
- [2] Stanisław — „Przystępny kurs statystyki w oparciu o pakiet STATISTICA”
- [3] Klonecki — „Statystyka matematyczna dla inżynierów”
- [4] Krysicki, Włodarski — „Statystyka matematyczna”
- [5] Jakubowski, Stencel — „Wstęp do teorii prawdopodobieństwa”, wyd. Script, Warszawa, 2004.
- [6] Trybuła — „Statystyka matematyczna z elementami teorii decyzji”, Ofic. Wyd. PWr., 2002.
- [7] Fisz — „Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna”
- [8] Feller — „Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa”
- [9] Chow, Teicher — „Probability theory”
- [10] Strang — „Introduction to linear algebra”

[11] Hannan, Deistler — "The statistical theory of linear systems"  
 [12] Greblicki — "Podstawy automatyki"  
 [13] Łysakowska, Mzyk — "Komputerowa symulacja układów automatycznej regulacji w środowisku Matlab/Simulink"

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Grzegorz Mzyk, 71 320 32 77; [grzegorz.mzyk@pwr.wroc.pl](mailto:grzegorz.mzyk@pwr.wroc.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Modelowanie i identyfikacja**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K2AIR_W06	C1..C8	Wy1..Wy10	1,3,5
PEK_W02	K2AIR_W06	C2,C3	Wy3,Wy4	1,3,5
PEK_W03	K2AIR_W06	C5,C8	Wy8	1,3,5
PEK_W04	K2AIR_W06	C1	Wy1	1,3,5
PEK_W05	K2AIR_W06	C7	Wy9	1,3,5
PEK_U01	K2AIR_U03	C1..C8	La1..La10	2,3,4
PEK_U02	K2AIR_U03	C3,C4	La5..La7	2,3,4
PEK_U03	K2AIR_U03	C2,C3,C5,C6	La5,La9	2,3,4
PEK_U04	K2AIR_U03	C5,C8	La1..La10	2,3,4
PEK_K01, PEK_K02	K2AiR_K01 K2AiR_K02		Wy1÷Wy10 La1÷La10	1,2,3,4,5

<b>Wydział Elektroniki PWr</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim: Teoria i metody optymalizacji</b>	
<b>Nazwa w języku angielskim: Optimization theory and numerical methods</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Automatyka i Robotyka</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)</b>	
<b>Stopień studiów i forma: II stopień, niestacjonarna</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>ARKK002</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>20</b>			<b>10</b>	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>60</b>			<b>60</b>	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-			<b>2</b>	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>			<b>1</b>	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie podstawowych elementów teorii optymalizacji
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu analitycznych metod optymalizacji wraz z ich warunkami optymalności.
- C3 Nabycie wiedzy z zakresu metod liniowej optymalizacji i nieliniowej optymalizacji bez ograniczeń i z ograniczeniami wraz z algorytmami przybliżonymi.
- C4 Nabycie umiejętności stosowania algorytmów dokładnych i przybliżonych do zadań optymalizacji statycznej bez ograniczeń i z ograniczeniami
- C5 Nabycie umiejętności wykorzystywania standardowych procedur do rozwiązywania praktycznych zadań optymalizacji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – posiada wiedzę z zakresu analitycznych metod optymalizacji –funkcji wielu zmiennych i zna warunki optymalności

PEK\_W02 – zna numeryczne metody optymalizacji lokalnej przeznaczone do rozwiązywania wybranych typów zadań optymalizacji statycznej bez ograniczeń i z ograniczeniami

PEK\_W03 – posiada wiedzę z zakresu algorytmów heurystycznych, przeznaczonych do rozwiązywania wybranych typów zadań optymalizacji statycznej

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi zastosować algorytmy dokładne i przybliżone do zadań optymalizacji statycznej bez ograniczeń i z ograniczeniami

PEK\_U02 – potrafi wykorzystać standardowe procedury do rozwiązania zadania optymalizacji i dobrać odpowiednie parametry dla wybranych metod optymalizacji

PEK\_U03 – potrafi wyznaczyć rozwiązanie zadania optymalizacji i zinterpretować jego znaczenie dla wybranego modelu z zakresu automatyki i robotyki.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Optymalizacja – modele matematyczne, klasyfikacja zadań, pojęcia podstawowe.	2
Wy2	Przykłady zadań optymalizacji w dziedzinie automatyki i robotyki	2
Wy3	Warunki konieczne istnienia ekstremum. Zadanie programowania liniowego PL. Interpretacja graficzna.	2
Wy4	Uogólniony algorytm simpleks, warunek dopuszczalności i optymalności zadania programowania liniowego. Teoria dualności.	2
Wy5	Metody optymalizacji dla zadania programowania całkowitoliczbowego (techniki sterowanego przeglądu: podziału i ograniczeń, budowy odcięć i techniki przeglądu kombinatorycznego).	2
Wy6	Warunki optymalności dla zadania programowania nieliniowego z ograniczeniami – warunki Kuhn’a-Tucker’a-Karusch’a. Warunki regularności, metoda Lagrange’a.	2
Wy7	Algorytmy optymalizacji lokalnej – dla zadań optymalizacji bez ograniczeń i z ograniczenia: metody poszukiwań prostych, metody bez-gradientowe i gradientowe.	2
Wy8	Algorytmy optymalizacji globalnej – przegląd metod meta-heurystycznych poszukiwań lokalnych i populacyjnych.	2
Wy9	Rozwiązanie praktycznego zadania optymalizacji: maksymalizacja zysku z uwzględnieniem ograniczeń finansowych.	2
Wy10	Zadanie wielokryterialne. Optymalność w sensie Pareto .	2
	Suma godzin	<b>20</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Ustalenie tematu i celu projektu ( np. Rozwiązanie zadania optymalizacji zysku w firmie przy ograniczeniach na media z zastosowaniem wybranego algorytmu optymalizacji).	2
Pr2	Zapoznanie się z modelem matematycznym zadania optymalizacji. Analiza dostępnych metod i wybór algorytmu.	2
Pr3	Realizacja zadania projektowego z wykorzystaniem standardowego dostępnego oprogramowania – dobór niezbędnych parametrów.	2
Pr4	Testowanie wybranego narzędzia dla zadania optymalizacji, określonego w projekcie.	2
Pr5	Przedstawienie ostatecznej dokumentacji projektu w formie pisemnej wraz z niezbędnymi zdokumentowanymi obliczeniami.	2
	Suma godzin	<b>10</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych i tablicy N2. Dyskusja problemowa N3 Konsultacje N4. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie projektu

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	<b>Aktywność na wykładach</b> <b>Zaliczenie sprawdzianów pisemnych</b> <b>Konsultacje</b>
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U003	<b>Ocena jakości wykonanego projektu oraz ocena z dokumentacji projektowej</b>
<b><math>P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2</math></b>		



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Stachurski A.: Wprowadzenie do optymalizacji, Ofic. Wyd. PW, Warszawa, 2009.
- [2] Cegielski A.: Programowanie matematyczne, Ofic. Wyd. Uniw. Zielona Góra, Zielona Góra, 2002.
- [3] Kusiak J., Danielewska-Tułęcka A.: Oprycha P., Optymalizacja. Wybrane metody z przykładami zastosowań, PWN, Warszawa, 2009.
- [4] Ostanin A.: Optymalizacja liniowa i nieliniowa, Wyd. Pol. Biał., Białystok, 2005.
- [5] Arabas J.: Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, Warszawa, 2001.
- [6] Białoszewski T.: Wielokryterialna optymalizacja parametryczna układów z zastosowaniem algorytmów ewolucyjnych, PWNT, Gdańsk, 2007.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki A., Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji, PWN, Warszawa 1980.
- [2] Garfinkel R.S., Nemhauser G.L., Programowanie całkowitoliczbowe, PWN Warszawa 1985.
- [3] Michalewicz Z.: algorytmy genetyczne+struktury danych=programy ewolucyjne, PWN, Warszawa, 1999.
- [4] Wierzchoń S.T., Sztuczne systemy immunologiczne, Wyd. EXIT, Warszawa, 2001.
- [5] M. Brdyś, A. Ruszczyński, Metody optymalizacji w zadaniach, WNT, Warszawa 1985.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Ewa Szlachcic, tel.: 71 320 38 52; ewa.szlachcic@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Teoria i metody optymalizacji** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **AUTOMATYKA I ROBOTYKA**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K2AIR_W07	C1, C2	Wy1÷Wy4 Wy6	N1, N2,N3, N4
PEK_W02	K2AIR_W07	C3	Wy5, Wy7	N1, N2, N3, N4
PEK_W03	K2AIR_W07	C4	Wy8÷Wy10	N1, N2, N3, N4
PEK_U01	K2IR_U04	C3	Pr1÷Pr3	N2, N3, N5
PEK_U02	K2IR_U04	C4, C5	Pr4	N2, N3, N5
PEK_U03	K2IR_U04	C5	Pr5	N2, N3, N5

<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
	<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Teoria sterowania</b>
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	<b>Control theory</b>
<b>Kierunek studiów:</b>	<b>Automatyka i robotyka</b>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ARKK003</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20	10			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	1			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy z zakresu modelowania ciągłych i dyskretnych układów sterowania.
- C2. Nabycie umiejętności oceny przebiegów procesów w ciągłych i dyskretnych układach sterowania.
- C3. Nabycie wiedzy z zakresu stabilności ciągłych i dyskretnych układów sterowania.
- C4. Nabycie umiejętności projektowania stabilnych ciągłych i dyskretnych układów sterowania.
- C5. Nabycie wiedzy z zakresu głównych struktur systemów sterowania, zasad działania urządzeń pomiarowych, sterujących i wykonawczych oraz sieci przemysłowych.
- C6. Nabycie wiedzy z zakresu kryteriów jakości i algorytmów sterowania optymalnego i adaptacyjnego.
- C7. Nabycie umiejętności projektowania układów sterowania o pożądanym własnościach.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna zasady modelowania ciągłych i dyskretnych układów sterowania.

PEK\_W02 – zna metody oceny przebiegów procesów w układach ciągłych i dyskretnych.

PEK\_W03 – zna podstawowe kryteria stabilności ciągłych i dyskretnych układów sterowania.

PEK\_W04 – zna typowe kryteria jakości układów sterowania i metody doboru regulatora.

PEK\_W05 – ma wiedzę z zakresu głównych struktur systemów sterowania, zasad działania urządzeń pomiarowych, sterujących i wykonawczych oraz sieci przemysłowych.

PEK\_W06 – ma wiedzę z zakresu doboru algorytmów sterowania optymalnego i adaptacyjnego.

z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi modelować ciągłe i dyskretne układy sterowania.

PEK\_U02 – potrafi wyznaczać przebiegi procesów w ciągłych i dyskretnych układach sterowania przy zadanych wymuszeniach.

PEK\_U03 – potrafi projektować stabilne układy sterowania ze sprzężeniem zwrotnym

PEK\_U04 - potrafi dobierać kryteria jakości i algorytmy sterowania.

PEK\_U05 – potrafi analizować systemy o złożonej strukturze.

PEK\_U06 – potrafi projektować ciągłe i dyskretne układy sterowania o pożądanych własnościach.

z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – rozumie znaczenie kreatywnej dyskusji środowiskowej.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
W-y1,2	Modelowanie ciągłych i dyskretnych układów sterowania. Wyznaczanie przebiegów procesów w układach sterowania.	4
W-y3,4	Kryteria stabilności ciągłych i dyskretnych układów sterowania. Projektowanie stabilnych zamkniętych układów sterowania.	4
W-y5,6	Dobór kryteriów jakości sterowania oraz algorytmów sterowania optymalnego i adaptacyjnego w układach ciągłych i dyskretnych.	4
W-y7,8	Analiza złożonych ciągłych i dyskretnych systemów sterowania. Dobór urządzeń pomiarowych, sterujących i wykonawczych.	4
W-y9,10	Projektowanie ciągłych i dyskretnych układów sterowania o zadanych własnościach dynamicznych. Ciągły i dyskretny optymalny regulator stanu.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Przykłady modelowania ciągłych i dyskretnych układów sterowania.	2
Ćw2	Badanie stabilności ciągłych i dyskretnych układów sterowania.	2
Ćw3	Algorytmy sterowania optymalnego i adaptacyjnego w układach ciągłych i dyskretnych	2
Ćw4	Przykłady syntezy ciągłych i dyskretnych układów sterowania o zadanych własnościach dynamicznych.	2
Ćw5	Przykłady syntezy ciągłego i dyskretnego optymalnego regulatora stanu.	2

Suma godzin	10
-------------	----

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora. N2. Konsultacje. N3. Praca własna – samodzielne doksztalcanie się i przygotowanie do kolokwium.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U0 - PEK_U06 PEK_K01	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawdziany
F2	PEK_W01- PEK_W07	Egzamin pisemno-ustny
P=0.4*F1+0.6*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Greblicki W., <i>Podstawy automatyki</i>, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2006</p> <p>[2] Halawa J., <i>Symulacja i komputerowe projektowanie dynamiki układów sterowania</i>, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007</p> <p>[3] Kaczorek T., Dzieliński A., Dąbrowski W., Łopatka R., <i>Podstawy teorii sterowania</i>, WNT, Warszawa, 2005</p> <p>[4] Kaczorek T., <i>Teoria sterowania i systemów</i>, PWN, Warszawa 1996</p> <p>[5] Kaczorek T., <i>Teoria sterowania</i>, PWN, Warszawa, t.1,1977, t.2,1981</p> <p>[6] Górecki H., <i>Optymalizacja systemów dynamicznych</i>, PWN, Warszawa, 1993</p> <p>[7] Zabczyk J., <i>Zarys matematycznej teorii sterowania</i>, PWN, 1991</p> <p>[8] Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki A., <i>Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji</i>, PWN, 1980</p> <p>[9] Pełczewski W., <i>Teoria sterowania</i>, WNT, Warszawa, 1980</p> <p>[10] Pułaczewski J., Szacka K., Manitius A., <i>Zasady automatyki</i>, WNT, Warszawa, 1974</p> <p>[11] Kaczorek T., <i>Teoria układów regulacji automatycznej</i>, WNT, 1974</p> <p>Strona internetowa: <a href="http://staff.iiar.pwr.wroc.pl/krystyn.styczen/">http://staff.iiar.pwr.wroc.pl/krystyn.styczen/</a></p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Betts J.T., <i>Practical Methods for Optimal Control and Estimation Using Nonlinear Programming</i>, SIAM, Philadelphia, 2010</p> <p>[2] Speyer J.L., Jacobson D.H., <i>Primer on Optimal Control Theory</i>, SIAM, Philadelphia, 2010.</p> <p>[3] Biegler L.T., <i>Nonlinear Programming</i>, SIAM, Philadelphia, 2010</p> <p>[4] Åström K.J., Murray R.M., <i>Feedback Systems</i>, Princeton University Press, 2008</p>

- [5] Vinter R., *Optimal Control*, Birkhauser, Boston, 2000  
 [6] Fattorini H.O., *Infinite Dimensional Optimization and Control Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, 1999  
 [7] Nijmeijer H., van der Shaft A., *Nonlinear Dynamical Control Systems*, Springer-Verlag, New York, 1990

Czasopisma:

[1] *Pomiary Automatyka Kontrola*

[2] *Automatica*

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Krystyn Styczeń, 71 320 78 78; krystyn.styczen@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Teoria sterowania**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka**

Specjalność: **Systemy automatyki i robotyki (AUN)**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01	S2ASU_W01	C1	W-y1,2	1, 2, 3
PEK_W02	S2ASU_W01	C1	W-y1,2	1, 2, 3
PEK_W03	S2ASU_W01	C2	W-y3,4	1, 2, 3
PEK_W04	S2ASU_W01	C3	W-y5,6	1, 2, 3
PEK_W05	S2ASU_W04	C6	W-y7,8	1, 2, 3
PEK_W06	S2ASU_W01	C6	W-y7,8	1, 2, 3
PEK_W07	S2ASU_W01	C7	W-y9,10	1, 2, 3
PEK_U01	S2ASU_U10	C1	Ćw1	2, 3
PEK_U02	S2ASU_U10	C2	Ćw1	2, 3
PEK_U03	S2ASU_U10	C3	Ćw2	2, 3
PEK_U04	S2ASU_U01	C4,C5	Ćw3	2, 3
PEK_U05	S2ASU_U01	C6	Ćw4	2, 3
PEK_U06	S2ASU_U12	C7	Ćw5	2, 3
PEK_K01	S2ASU_K01	C7	Wy1 – Wy10	1, 2, 3

\*\* - z tabeli powyżej

**Wydział Elektroniki PWr****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Sterowanie procesami ciągłymi**Nazwa w języku angielskim: **Control of continuous-time processes**Kierunek studiów: **Automatyka i robotyka**Stopień studiów i forma: **II stopień, niestacjonarne**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**Kod przedmiotu: **ARKK004**Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>20</b>		<b>10</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>100</b>		<b>50</b>		
Forma zaliczenia	<b>Egzamin</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>-</b>		<b>3</b>		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>2</b>		<b>2</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

K2AIR\_W05  
 K2AIR\_W06  
 K2AIR\_U01  
 K2AIR\_U03

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy z zakresu metod wyboru struktury układu regulacji i ustawiania regulatorów na podstawie danych pomiarowych.
- C2. Nabycie umiejętności biegłego posługiwania się funkcjami pakietów 'Control System', 'System Identification', 'Signal Processing', 'Fuzzy Control, programu Matlab oraz edytorem Simulink, do symulacji systemów dynamicznych.
- C3. Nabycie umiejętności formalnego opisu systemów o złożonej strukturze połączeń.
- C4. Nabycie umiejętności projektowania prostych, pośrednich i bezpośrednich układów regulacji adaptacyjnej oraz odpornej, dla obiektów niestacjonarnych, z wykorzystaniem rekurencyjnej metody błędu predykcji.
- C5. Nabycie umiejętności projektowania regulatorów dyskretnych dla obiektów z czasem ciągłym.
- C6. Nabycie wiedzy z zakresu zastosowań logiki rozmytej w teorii sterowania.
- C7. Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu sterowania wielopoziomowego (hierarchicznego) metodą dekompozycji i koordynacji.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna strukturę układu automatycznej regulacji

PEK\_W02 – zna typowe kryteria oceny jakości regulacji i metody ustawiania regulatorów PID

PEK\_W03 – zna koncepcję pośredniego i bezpośredniego algorytmu sterowania adaptacyjnego oraz metodę błędu predykcji dla obiektów niestacjonarnych oraz pracujących w obecności zakłóceń

PEK\_W04 – zna struktury układów sterowania odpornego typu MFC i ich własności

PEK\_W05 – zna pojęcie impulsatora i ekstrapolatora oraz metody projektowania dyskretnych układów regulacji dla obiektów z czasem ciągłym

PEK\_W06 – zna metody formalnego opisu systemów o złożonej strukturze połączeń

PEK\_W07 – zna podstawy logiki rozmytej oraz zasady działania regulatorów rozmytych

PEK\_W08 – ma podstawową wiedzę z zakresu sterowania wielopoziomowego z warstwą adaptacji, optymalizacji i sterowania bezpośredniego

z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – umie biegle posługiwać się wybranymi ‘toolboxami’ programu Matlab oraz nakładką Simulink w celu symulacji złożonych układów sterowania

PEK\_U02 – umie programować tzw. m-skrypty, sporządzać charakterystyki symulowanych systemów i wizualizować ich działanie

PEK\_U03 – umie dokonać konwersji opisu obiektu dynamicznego na inną postać

PEK\_U04 – umie opisać system o złożonej strukturze połączeń w sposób formalny, zidentyfikować jego parametry na podstawie pomiarów i przeprowadzić symulację

PEK\_U05 – umie opracować sterownik dyskretny dla obiektu z czasem ciągłym

PEK\_U06 – umie zdekomponować zadanie sterowania na warstwy i koordynować działania w poszczególnych warstwach

PEK\_U07 – umie dowolnie kształtować charakterystykę regulatora za pomocą tzw. tablic sterowań (look-up tables), lub z użyciem metod rozmywania

z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,

PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Opisy obiektów dynamicznych, równania stanu	2
Wy2	Sterowalność i obserwowalność	1
Wy3	Sprzężenia zwrotne, przesuwanie biegunów	1
Wy4	Sterowanie optymalne, typowe zadania i metody	1
Wy5	Układy z regulatorem P, PI oraz PID	2
Wy6	Kryteria jakości regulacji	1
Wy7	Sterowanie dyskretnie procesem ciągłym (impulsowe i odcinkami stałe)	1
Wy8	Sterowanie adaptacyjne	1
Wy9	Metoda błędu predykcji	2
Wy10	Sterowanie odporne, układy typu MFC	1
Wy11	Sterowanie rozmyte	1

Wy12	Systemy o złożonej strukturze	2
Wy13	Sterowanie wielopoziomowe	1
W14	Przykładowe zastosowania	2
Wy15	Podsumowanie	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>20</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		Liczba Godzin
La1	Wprowadzenie, sprawy organizacyjne, szkolenie BHP. Charakterystyki czasowe i częstotliwościowe liniowych obiektów dynamicznych.	1
La2	Systemy szeregowo, równoległe i ze sprzężeniem zwrotnym, stabilność	1
La3	Układy regulacji z regulatorem P, PI oraz PID. Dobór nastaw regulatorów	1
La4	Impulsator i ekstrapolator. Sterowanie dyskretne procesem ciągłym	1
La5	Obiekty niestacjonarne, sterowanie adaptacyjne. Metoda błędu predykcji	1
La6	Systemy o złożonej strukturze. Sterowanie wielopoziomowe (hierarchiczne)	1
La7	Sterowanie odporne, struktury typu MFC	1
La8	Sterowanie rozmyte	1
La9	Tablice sterowań (look-up tables)	1
La10	Regulatory nieliniowe. Podsumowanie, zaliczenia, poprawki	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>10</b>

### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
2. Ćwiczenia laboratoryjne
3. Konsultacje
4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych, opracowywanie wyników, sprawozdania
5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U07 PEK_K01 ÷ PEK_K02	Sprawdziany pisemne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawozdania z ćwiczeń,
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W08	Egzamin (test)
$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA**

- [1] Findeisen W., Wielopoziomowe układy sterowania, PWN, Warszawa, 1974.
- [2] Greblicki W., Podstawy automatyki, Ofic. Wyd. Pol. Wroc., 2006.
- [3] Kaczorek T., Teoria sterowania i systemów, T. 1, PWN, Warszawa, 1999.
- [4] Kulikowski R., Sterowanie w wielkich systemach, WNT, Warszawa, 1970.
- [5] Łysakowska B., Mzyk G., Komputerowa symulacja układów automatycznej regulacji w środowisku Matlab/Simulink, Ofic. Wyd. Pol. Wroc., 2005.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Amborski K., Marusak A., Teoria sterowania w ćwiczeniach, PWN, Warszawa, 1978.



- [2] Kaczorek T., Teoria wielowymiarowych układów dynamicznych liniowych, WNT, Warszawa, 1983.
- [3] Ogata K., Metody przestrzeni stanów w teorii sterowania; WNT, Warszawa, 1974.
- [4] Pełczewski W., Teoria sterowania. Ciągłe stacjonarne układy liniowe, WNT, Warszawa, 1980.
- [5] Tatjewski P., Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych, Wyd. Exit, Warszawa, 2002.
- [6] Zalewski A., Cegiela R., Matlab - obliczenia numeryczne i ich zastosowania, Wyd. Nakom, Poznań, 1997.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Grzegorz Mzyk, 71 320 32 77; [grzegorz.mzyk@pwr.wroc.pl](mailto:grzegorz.mzyk@pwr.wroc.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Sterowanie procesami ciągłymi**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K2AiR_W08	C1, C2	Wy1..Wy6	1,3,5
PEK_W02	K2AiR_W08	C1, C2	Wy1..Wy6	1,3,5
PEK_W03	K2AiR_W08	C4	Wy8, Wy9	1,3,5
PEK_W04	K2AiR_W08	C4	Wy10, Wy14	1,3,5
PEK_W05	K2AiR_W08	C5	Wy7, Wy14	1,3,5
PEK_W06	K2AiR_W08	C3	Wy12, Wy14	1,3,5
PEK_W07	K2AiR_W08	C6	Wy11, Wy14	1,3,5
PEK_W08	K2AiR_W08	C7	Wy13, Wy14	1,3,5
PEK_U01	K2AiR_U05	C1, C2	La1..La10	2,3,4
PEK_U02	K2AiR_U05	C1, C2	La1..La10	2,3,4
PEK_U03	K2AiR_U05	C1	La1	2,3,4
PEK_U04	K2AiR_U05	C3, C4	La5, La6	2,3,4
PEK_U05	K2AiR_U05	C5	La4	2,3,4
PEK_U06	K2AiR_U05	C7	La6	2,3,4
PEK_U07	K2AiR_U05	C6	La8, La9	2,3,4
PEK_K01, PEK_K02	K2AiR_K01 K2AiR_K02		Wy1÷Wy15 La1÷La10	1,2,3,4,5

<b>Wydział Elektroniki PWr</b>	
	<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa w języku polskim:	<b>Sterowanie procesami dyskretnymi</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Discrete Process Control</b>
Kierunek studiów:	<b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>ARKK005</b>
Grupa kursów	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2		2		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. nabycie wiedzy o procesach dyskretnych
- C2. nabycie wiedzy dotyczącej metod projektowania algorytmów dokładnych rozwiązujących problemy dyskretnie
- C3. nabycie wiedzy dotyczącej metod konstruowania algorytmów heurystycznych dla problemów dyskretnych
- C4. nabycie wiedzy na temat struktury systemów produkcyjnych oraz narzędzi wspomagających optymalizację harmonogramowania
- C5. nabycie umiejętności projektowania i implementowania algorytmów optymalizacji w systemach dyskretnych
- C6 nabycie umiejętności korzystania z aplikacji wspomagających optymalizację i sterowanie w

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01    Wie co to są procesy dyskretne. Zna podstawowe modele rzeczywistych systemów sterowanych zdarzeniami.
- PEK\_W02    Zna sposoby modelowania procesów dyskretnych,
- PEK\_W03    Zna opisy i modele wybranych problemów praktycznych.
- PEK\_W04    Wie jakie są podstawowe różnice pomiędzy dokładnymi i przybliżonymi metodami optymalizacji dyskretnej. Zna oceny jakości metod.
- PEK\_W05    Zna schemat programowania dynamicznego.
- PEK\_W06    Zna schemat algorytmów opartych na metodzie podziału i ograniczeń.
- PEK\_W07    Zna algorytm Land-Doiga oraz algorytm płaszczyzn odcinających.
- PEK\_W08    Zna problem programowania liniowego binarnego oraz algorytm Balasa.
- PEK\_W09    Zna termodynamiczne metody konstruowania algorytmów przybliżonych dla problemów dyskretnych.
- PEK\_W10    Zna metody konstruowania algorytmów oparte na przeszukiwaniach genetycznych
- PEK\_W11    Posiada wiedzę na temat różnych metod konstruowania algorytmów przybliżonych.
- PEK\_W12    Zna struktury sterowania oraz strategie wytwarzania w systemach produkcyjnych.
- PEK\_W13    Zna priorytetowe reguły szeregowania zadań w systemach produkcyjnych.
- PEK\_W14    Zna narzędzia informatyczne do symulacji systemów produkcyjnych.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01    Potrafi opracować model oraz znaleźć rozwiązanie dokładne problemu dyskretnego przy pomocy pakietu optymalizacyjnego
- PEK\_U02    Potrafi opracować i zaimplementować algorytm dokładny dla problemów jednomaszynowych rozwiązywanych w czasie wielomianowym
- PEK\_U03    Umie zaprojektować i zaimplementować algorytmu Carliera
- PEK\_U04    Potrafi zaimplementować algorytm oparty na metodzie programowania dynamicznego.
- PEK\_U05    Umie zaimplementować konstrukcyjny algorytm harmonogramowania zadań w przepływowym systemie produkcyjnym
- PEK\_U06    Potrafi stworzyć aplikację wspomagającą harmonogramowanie w przepływowym systemie produkcyjnym wykorzystującą termodynamiczne algorytmy optymalizacyjne.
- PEK\_U07    Potrafi zaimplementować algorytm przeszukiwań lokalnych dla problemu gniazdowego
- PEK\_U08    Umie przeprowadzić symulację procesu wytwórczego na wybranym oprogramowaniu

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01    Ma świadomość znaczenia umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,
- PEK\_K02    Rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1-2	Modele systemów i procesów: grafowe, kombinatoryczne, programowania dyskretnego, Petriego, rozmyte, kolejkowe, stochastyczne.	2
Wy3	Wybrane problemy praktyczne: plecak, rozmieszczenie, komiwojażer, szeregowanie zadań.	1
Wy4	Dokładne i przybliżone metody optymalizacji dyskretniej. Ocena jakości metod.	1
Wy5	Schemat programowania dynamicznego. Schemat podziału i ograniczeń.	1
Wy6	Programowanie liniowe. Algorytm Land-Doiga. Algorytm płaszczyzn odcinających. Algorytm Balasa.	1
Wy7	Algorytmy termodynamiczne. Symulowane wyżarzanie.	1
Wy8	Algorytmy poszukiwań lokalnych. Algorytmy genetyczne.	1
Wy9	Warstwowe struktury sterowania. Strategie wytwarzania. Sterowanie a zarządzanie.	1
Wy10	Priorytetowe reguły szeregowania. Symulacje systemów i procesów.	1
	Suma godzin	<b>10</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne.	1
La2	Opracowanie modeli oraz znalezienie rozwiązania dokładnego przy pomocy pakietów optymalizacyjnych dla rzeczywistych przykładów optymalizacji dyskretniej	3
La3-4	Opracowanie i implementacja algorytmów dokładnych dla problemów jednomaszynowych rozwiązywanych w czasie wielomianowym	4
La5-6	Implementacja algorytmu programowania dynamicznego dla problemu $1  \sum W_i T_i$ , porównanie do przeglądu zupełnego.	4
La7-8	Implementacja algorytmu NEH dla problemu przepływowego. Projekt, implementacja oraz badania algorytmu symulowanego wyżarzania dla problemu przepływowego	4
La9-10	Przeprowadzenie symulacji procesu wytwórczego na wybranym oprogramowaniu	4
	Suma godzin	<b>20</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
N3	Konsultacje
N4	Ćwiczenia laboratoryjne
N5	Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 - PEK_W14	Kolokwium pisemne
F2	PEK_U01 - PEK_U08	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawozdania z ćwiczeń
$P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] C. Smutnicki, Algorytmy szeregowania, EXIT, Warszawa 2002.  
 [2] T. Sawik, Optymalizacja dyskretna w elastycznych systemach produkcyjnych, WNT Warszawa 1992.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] T. Sawik, Planowanie i sterowanie produkcji w elastycznych systemach montażowych, Warszawa, WNT, 1996.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Czesław Smutnicki, [czeslaw.smutnicki@pwr.wroc.pl](mailto:czeslaw.smutnicki@pwr.wroc.pl)

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Sterowanie procesami dyskretnymi

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka

#### I SPECJALNOŚCI Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C1	Wy1	N1, N2, N3
PEK_W02	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C1	Wy2-3	N1, N2, N3
PEK_W03	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C1	Wy4	N1, N2, N3
PEK_W04	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C2	Wy5	N1, N2, N3

PEK_W05	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C2	Wy6	N1, N2, N3
PEK_W06	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C2	Wy7	N1, N2, N3
PEK_W07	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C2	Wy8	N1, N2, N3
PEK_W08	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C2	Wy9	N1, N2, N3
PEK_W09	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C3	Wy10	N1, N2, N3
PEK_W10	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C3	Wy11	N1, N2, N3
PEK_W11	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C3	Wy12	N1, N2, N3
PEK_W12	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C4	Wy13	N1, N2, N3
PEK_W13	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C4	Wy14	N1, N2, N3
PEK_W14	S2ASU_W07 S2AUN_W07 K2AIR_W08	C4	Wy15	N1, N2, N3
PEK_U01	K2AIR_U05 K2AIR_U10	C6	La1	N3, N4, N5
PEK_U02	K2AIR_U05 K2AIR_U10	C5	La2-3	N3, N4, N5
PEK_U03	K2AIR_U05 K2AIR_U10	C5	La4	N3, N4, N5
PEK_U04	K2AIR_U05 K2AIR_U10	C5	La5-6	N3, N4, N5
PEK_U05	K2AIR_U05 K2AIR_U10	C5	La7-8	N3, N4, N5
PEK_U06	K2AIR_U05 K2AIR_U10	C5	La9-10	N3, N4, N5
PEK_U07	K2AIR_U05 K2AIR_U10	C5	La11	N3, N4, N5
PEK_U08	K2AIR_U05 K2AIR_U10	C6	La12-13	N3, N4, N5
PEK_K01 PEK_K02	K2AIR_K01 K2AIR_K02	C1-C6	Wy1-Wy15, La1-La8	N1-N5

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim **Wybrane zagadnienia robotyki**  
 Nazwa w języku angielskim **Selected problems in robotics**  
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Automatyka i Robotyka**  
 Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy informatyczne w automatyce i robotyce**  
 Stopień studiów i forma: **I, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **ARKS001**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>20</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>40</b>		
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>	<b>zaliczenie na ocenę</b>	<b>zaliczenie na ocenę</b>		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Pogłębienie wiedzy na temat budowy złożonych układów robotycznych
- C2. Pogłębienie wiedzy na temat modelowania złożonych układów robotycznych i otaczającego je świata
- C3. Poznanie zaawansowanych metod planowania ruchu i sterowania robotów
- C4. Rozwinięcie umiejętności programowania robotów przemysłowych w różnych zastosowaniach
- C5. Nabycie umiejętności analizy i projektowania złożonych układów sterowania robotów przemysłowych i usługowych

\*niepotrzebne skreślić

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – Zna metody modelowania robotów manipulacyjnych i mobilnych

PEK\_W02 – Zna metody przetwarzania danych sensorycznych

PEK\_W03 – Zna metody modelowania środowiska robota

PEK\_W04 – Zna metody planowania ruchu robotów

PEK\_W05 – Zna metody sterowania robotów

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Umie wykorzystać dane sensoryczne w zadaniach planowania ruchu i sterowania robota

PEK\_U02 – Umie modelować układy robotów i identyfikować ich parametry

PEK\_U03 – Umie programować układy i zespoły robotów

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Modele kinematyki i dynamiki robotów stacjonarnych i mobilnych	2
Wy2	Modele układów sensorycznych	2
Wy3	Fuzja danych z sensorów, filtrowanie	2
Wy4	Systemy wizyjne robotów	2
Wy5	Planowanie trajektorii robotów, trajektorie optymalne	2
Wy6	Algorytmy linearyzacji statycznej i dynamicznej	2
Wy7	Algorytmy obliczanego momentu	2
Wy8	Identyfikacja parametrów	2
Wy9	Algorytmy adaptacyjne	2
Wy10	Sterowanie pozycyjno-siłowe	2
	Suma godzin	20

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Metody filtracji i fuzji danych sensorycznych	2
Ćw2	Wykorzystanie modeli układów sensorycznych w planowaniu ruchu	2
Ćw3	Wyznaczanie trajektorii optymalnych robotów	2
Ćw4	Metody identyfikacji parametrów robotów	2
Ćw5	Zastosowanie sterowania pozycyjno-siłowego	2
	Suma godzin	10

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie. Podstawy obsługi stanowisk laboratoryjnych.	4
La2	Programowanie manipulatora przemysłowego	4
La3	Współpraca manipulatorów przemysłowych	4
La4	Planowanie ruchu robota mobilnego	4
La5	Sterowanie robotem mobilnym	4
	Suma godzin	20



## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład tradycyjny
2. Ćwiczenia rachunkowe
3. Ćwiczenia laboratoryjne
4. Konsultacje
5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
6. Praca własna – rozwiązywanie zadań rachunkowych
7. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 - PEK_U03	Odpowiedzi ustne, ocena realizacji zadań laboratoryjnych, sprawozdania z laboratorium
F2	PEK_U01 - PEK_U03	Kolokwium pisemne, weryfikacja przygotowania do ćwiczeń, aktywność podczas realizacji ćwiczeń
F3	PEK_W01 - PEK_W05	Kolokwium pisemne, opracowanie wybranych zagadnień
$P=0.5 \cdot F3 + 0.25 \cdot F2 + 0.25 \cdot F1$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Honczarenko. Roboty przemysłowe. Budowa i zastosowanie. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2009.
- [2] K. Tchoń et al. Manipulatory i roboty mobilne. Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2000.
- [3] Handbook of robotics. Springer, 2008.
- [4] I. Dulęba: Metody i algorytmy planowania ruchu robotów mobilnych i manipulacyjnych, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2001.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J.J.Craig. Wprowadzenie do robotyki. WNT, W-wa, 1983.
- [2] M. W. Spong, M. Vidyasagar. Dynamika i sterowanie robotów. WNT, Warszawa, 1997.
- [3] S.M. LaValle. Planning algorithms. <http://planning.cs.uiuc.edu/>
- [5] S.Thrun i in. Probabilistic robotics. MIT Press, 2006.
- [4] B. K. P. Horn. Robot Vision, MIT Press, McGraw-Hill, 1986
- [5] The DARPA Urban Challenge. Springer, 2010.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Janusz Jakubiak, Janusz.Jakubiak@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Wybrane zagadnienia robotyki**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI Systemy informatyczne w automatyce i robotyce**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)</b>	<b>Cele przedmiotu**</b>	<b>Treści programowe**</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego**</b>
<b>PEK_W01</b>	S2ASU_W03	C1,C2	Wy1,Wy2, Wy9	1,4,5
<b>PEK_W02</b>	S2ASU_W03	C1,C2	Wy2 – Wy4	1,4,5
<b>PEK_W03</b>	S2ASU_W03	C2	Wy3, Wy4	1,4,5
<b>PEK_W04</b>	S2ASU_W03	C3	Wy5, Wy9	1,4,5
<b>PEK_W05</b>	S2ASU_W03	C3	Wy6 – Wy9	1,4,5
<b>PEK_U01</b>	S2ASU_U03,S2ASU_U04	C2,C5	Ćw1 – Ćw3, La3, La5	2,3,6,7
<b>PEK_U02</b>	S2ASU_U04	C2,C5	Ćw4, La2	2,3,6,7
<b>PEK_U03</b>	S2ASU_U03,S2ASU_U04	C4	Ćw3, Ćw5, La1 – La5	2,3,6,7

S2ASU\_W03

\*\* - z tabeli powyżej

**Wydział Elektroniki PWr****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Diagnostyka procesów**Nazwa w języku angielskim: **Fault diagnosis of industrial processes**Kierunek studiów: **Automatyka i robotyka**Stopień studiów i forma: **II stopień, niestacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **Obowiązkowy**Kod przedmiotu: **ARKS102 ASU**Grupa kursów: **TAK**

	Wykład X	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>10</b>		<b>20</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>60</b>		<b>60</b>		
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		<b>2</b>		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>		<b>2</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy o różnego rodzaju podejściach do diagnostyki
- C2. Nabycie umiejętności dobierania kamery i jej ustawień do diagnozowanego procesu
- C3. Nabycie wiedzy z zakresu metod wykrywania obiektów i defektów, bazujących na progowaniu
- C4. Nabycie wiedzy z zakresu metod wykrywania obiektów i defektów, bazujących na konturowaniu
- C5. Nabycie wiedzy z zakresu stosowania metod podejmowania decyzji w diagnostyce
- C6. Nabycie wiedzy o klasycznych metodach monitorowania jakości produkcji za pomocą kart kontrolnych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – jest w stanie wymienić podstawowe metody wyodrębniania obiektów i defektów na obrazach

PEK\_W02 – zna podstawowe bloki funkcjonalne aplikacji do przetwarzania obrazów przemysłowych

PEK\_W03 – jest w stanie objaśnić działanie klasycznych metod progowania i konturowania

PEK\_W04 – ma wiedzę o podstawowych kartach kontrolnych

PEK\_W04 – zna zasady działania metod podejmowania decyzji w diagnostyce

z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi dobrać kamere i jej ustawienia do danego zadania diagnostyki

PEK\_U02 – umie dobrać kartę kontrolną do danego procesu

PEK\_U03 – potrafi dobrać metodę podejmowania decyzji

z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia jakości produkcji dla firmy i społeczeństwa

PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Organizacja zajęć, wymagania i przegląd zastosowań kart kontrolnych i przetwarzania obrazów w przemyśle i przetwórstwie żywności	2
Wy2	Dobór kamery, jej ustawień i metody przetwarzania do danego procesu	2
Wy3	Znajdowanie obiektów i defektów	2
Wy4	Przykłady zastosowań	2
Wy5	Karty kontrolne i ich współpraca z systemem wizyjnym	2
<b>Suma godzin</b>		<b>10</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba Godzin
Lab1	Zapoznanie się z typami kamer i doбором ich parametrów	4
Lab2	Wykrywanie defektów za pomocą segmentacji i konturowania	4
Lab3	Wybór cech i klasyfikacja defektów – dobór klasyfikatora	4
Lab4	Wykrywanie zmian jakości – karty kontrolne dla wartości średniej	4
Lab5	Wykrywanie zmian jakości – karty kontrolne dla wariancji	4
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
2. Projekt
3. Konsultacje
4. Praca własna – opracowanie projektu
5. Praca własna – samodzielne studia

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 ÷ PEK_W04 PEK_K01 ÷ PEK_K02	Odpowiedzi ustne z pytań zadawanych w trakcie wykładu, obserwacje z etapów wykonywania projektu,
F2	PEK_U01 ÷ PEK_U03	pisemne sprawozdanie z projektu
$P = 0,3 * F1 + 0,7 * F2$		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA**

[1] Pod red. E. Rafajłowicza, W. Rafajłowicza, Algorytmy przetwarzania obrazów i wstęp do pracy z biblioteką OpenCV. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006 (książka dostępna bezpłatnie na portalu Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej).

[2] Thompson J.~R., Koronacki J., Statystyczne sterowanie procesem. Metoda Deminga etapowej optymalizacji jakości. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1994.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] Hryniewicz O., Współczesne metody statystyczne w sterowaniu jakością. IBS PAN, Warszawa 1996.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Prof. dr hab. inż. Ewaryst Rafajłowicz, 71 320 27 95; ewaryst.rafajlowicz@pwr.wroc.pl

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Diagnostyka procesów przemysłowych** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka,** **Specjalność ASU**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04,	S2ASU_W07	C1-C6	Wy1 - Wy5,	1,3,5
PEK_U01-PEK_U03,	S2ASU_U08	C1-C6	Lab1 - Lab5	2,4

## WYDZIAŁ ELEKTRONIKI

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Programowanie obiektowe**  
 Nazwa w języku angielskim: **Object Oriented Programming**  
 Kierunek studiów: **Automatyka i Robotyka**  
 Specjalność: **Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)**  
 Stopień studiów i forma: **II (niestacjonarny – magisterskie uzupełniające)**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **ARKS104**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		2		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Zna ideę podejścia obiektowego i jej zastosowania w różnych dyscyplinach  
 C2. Zna metodologię programowania obiektowego  
 C3. Potrafi tworzyć programy zorientowane obiektowo w takich językach jak C++ , C#, Java

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Zna i potrafi objaśniać filozofię podejścia obiektowego  
PEK\_W02 Zna podejście obiektowe jako sposób pojmowania otaczającej rzeczywistości  
PEK\_W03 Zna podstawy zunifikowanego języka modelowania (UML)  
PEK\_W04 Zna podstawy inżynierii i metodologii programowania obiektowego  
PEK\_W05 Zna podstawowe narzędzia obiektowo zorientowanego języka programowania na przykładzie języka C++  
PEK\_W06 Zna korzyści wynikające z tworzenia programów obiektowych  
PEK\_W07 Zna pojęcie hermetyzacji (enkapsulacji)

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Potrafi samodzielnie formułować i używać technologii budowy programów obliczeniowych zorientowanych obiektowo  
PEK\_U02 Potrafi wykonywać i tworzyć fragmenty kodu pozwalające na aktywowanie konstruktorów i destruktorów zarówno w klasach bazowych jak i pochodnych  
PEK\_U03 Potrafi wykonywać i tworzyć fragmenty kodu zawierające samodzielnie opracowane funkcje polimorficzne i operatory przeciążone  
PEK\_U04 Potrafi posługiwać się pojęciem referencji  
PEK\_U05 Potrafi stosować narzędzia wspomagającego programowanie zorientowane obiektowo w wybranym środowisku, jak np. AppWizard w środowisku Windows.

Z zakresu kompetencji:

- PEK\_K01 Potrafi myśleć i działać kreatywnie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wyk1	Wprowadzenie. Omówienie idei podejścia obiektowego	2
Wyk2	Prezentacja typowych zastosowań podejścia obiektowego (np. zarządzanie projektami) i najnowszych języków programowania obiektowego	2
Wyk3	Język C++. Pojęcie klasy. Składowe klasy. Konstruktor i destruktor.	2
Wyk4	Paradygmaty podejścia obiektowego. Hermetyzacja i dziedziczenie.	2
Wyk5	Funkcje wirtualne i klasy abstrakcyjne.	2
Wyk6	Język C#. Klasy, wyrażenia i operatory.	2
Wyk7	Dziedziczenie, interfejsy, iteratory, obsługa wyjątków, procesy i wątki.	2
Wyk8	Podsumowanie, kierunki dalszego rozwoju podejścia obiektowego	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zapoznanie się ze środowiskiem programistycznym. Realizacja prostego programu z użyciem podejścia strukturalnego	2
La2	Realizacja wskazanego przez prowadzącego prostego programu w C++ z wykorzystaniem filozofii podejścia obiektowego	2
La3,4	Indywidualny program w języku C++ uzgodniony z prowadzącym	4
La5,6	Realizacja wskazanego przez prowadzącego prostego programu w C# lub w języku Java	4
La7,8	Indywidualny program w języku C# lub Java uzgodniony z prowadzącym	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Rzutnik, tablica N2. Stanowisko komputerowe, środowisko programistyczne IDE, MS Visual Studio, pakiet aplikacji biurowych N3. Konsultacje N4. Praca własna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01- PEK_W05	Aktywność na wykładach, ocena z pisemnego kolokwium zaliczeniowego
F2	PEK_U01- PEK_U05	Aktywność na zajęciach laboratoryjnych prezentacja opracowanej aplikacji
$P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2$ (pod warunkiem zaliczenia laboratorium)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Grębosz J., Symfonia C++ standard. Programowanie w języku C++ orientowane obiektowo, Kraków, Oficyna Kallimach, 2005.</p> <p>[2] Stroustrup B., Język C++, Warszawa, WNT, 2004.</p> <p>[3] Eckel, B. Thinking in Java, Wydawnictwo Helion, 2006</p> <p>[4] Hejlsberg A., Torgersen M., Wiltamuth S., Golde P., Język C#. Programowanie. Wydanie III, Microsoft .NET Development Series</p> <p>[5] Kisilewicz J., Język C++. Programowanie obiektowe, Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2005.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[6] Martin F., UML w kropelce, Warszawa, Oficyna Wydawnicza LTP, 2005.</p> <p>[7] Martin J., Odell J.J., Podstawy metod obiektowych, WNT, 1997</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Jerzy Kotowski (<a href="mailto:jerzy.kotowski@pwr.wroc.pl">jerzy.kotowski@pwr.wroc.pl</a>)</b>



**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Programowanie obiektowe**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**  
**Automatyka i Robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI**  
**Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
PEK_W01	S2ASU_W04, S2ASU_W05	C1	Wyk1	N1, N3, N4
PEK_W02	S2ASU_W04, S2ASU_W05	C1	Wyk2	N1, N3, N4
PEK_W03	S2ASU_W05	C1	Wyk2	N1, N3, N4
PEK_W04	S2ASU_W05	C1	Wyk4	N1, N3, N4
PEK_W05	S2ASU_W05	C1	Wyk3, Wyk5	N1, N3, N4
PEK_W06	S2ASU_W05	C2	Wyk6	N1, N3, N4
PEK_W07	S2ASU_W04, S2ASU_W05	C2	Wyk7	N1, N3, N4
PEK_U01	S2ASU_U06	C3	La1-La6	N2
PEK_U02	S2ASU_U06	C3	La1-La6	N2
PEK_U03	S2ASU_U06	C3	La1-La6	N2
PEK_U04	S2ASU_U06	C3	La1-La6	N2
PEK_U05	S2ASU_U06	C3	La7-La8	N2
PEK_K01	S2ASU_K01	C1	Wyk1-Wyk8	N2, N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: **Systemy automatyki**  
 Nazwa w języku angielskim: **System of control engineering**  
 Kierunek studiów: **Automatyka i robotyka**  
 Stopień studiów i forma: **II stopień, niestacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **ARKS105**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>20</b>		<b>20</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>60</b>		<b>60</b>		
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		<b>2</b>		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>		<b>2</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

K2AIR\_W10, K2AIR\_U10, K2AIR\_K03

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy o zasadach działania i parametrach czujników pomiarowych
- C2. Nabycie wiedzy o działaniu i programowaniu sterowników
- C3 Nabycie wiedzy o strukturach i zadaniach systemów automatyki
- C4. Nabycie umiejętności doboru czujnika pomiarowego.
- C5. Nabycie umiejętności obsługi sterownika swobodnie programowalnego (PLC).
- C6. Nabycie umiejętności uruchomienia układów regulacji z regulatorem PID
- C7. Nabycie umiejętności wykorzystania sieci przemysłowych w automatyce rozproszonej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

**Z zakresu wiedzy: Zna główne struktury systemów sterowania, zasady działania wybranych urządzeń pomiarowych, sterujących, wykonawczych oraz sieci przemysłowych i metody doboru nastaw regulatora.**

PEK\_W01 – zna różne typy czujników i przetworników pomiarowych.

PEK\_W02 – zna zasady budowy i działania sterowników PLC i regulatorów.

PEK\_W03 – zna zasady pracy przemysłowych sieci komunikacyjnych.

PEK\_W04 – zna ideę i strukturę wybranych systemów SCADA i DCS

**Z zakresu umiejętności: Potrafi uruchamiać układy regulacji z regulatorem PID oraz dobierać nastawy regulatora, programować i obsługiwać sterowniki swobodnie programowalne, konfigurować i wykorzystywać komputerowe sieci przemysłowe.**

PEK\_U01 – potrafi dobrać przetwornik pomiarowy podstawowych wielkości fizykochemicznych.  
 PEK\_U02 – potrafi napisać i uruchomić program w sterowniku PLC  
 PEK\_U03 – potrafi uruchomić i dobrać nastawy dla typowego układu regulacji ciągłej  
 PEK\_U03 – potrafi skonfigurować wybrane sieci komunikacyjne systemu automatyki.  
 PEK\_U04 – umie skonfigurować układ pomiarowy ze sterownikiem i systemem wizualizacyjnym  
 PEK\_U05 – potrafi opracować ogólną koncepcję systemu automatyki.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 – ma świadomość różnorodności dostępnych rozwiązań,

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Struktura systemu automatyki. Statyczne i dynamiczne parametry procesu	2
Wy2,Wy3	Wybrane metody pomiaru temperatury, przesunięcia i siły, ciśnienia i poziomu, przepływu i ilości, parametry fizykochemiczne Przetworniki pomiarowe, separacyjne, analogowo-cyfrowe	4
Wy4	Urządzenia wykonawcze: przekaźniki, styczniki, silniki i siłowniki, przekształtniki częstotliwości, sterowniki mocy.	2
Wy5	Budowa, działanie i programowanie sterowników PLC	2
Wy6	Budowa i działanie regulatorów PID. Dobór nastaw	2
Wy7	Podstawy działania przemysłowych protokołów komunikacyjnych	2
Wy8	Wybrane protokoły transmisji – Modbus, Profibus, Interbus, Ethernet	2
Wy9	Charakterystyka i przykłady systemów SCADA.	2
Wy10	Charakterystyka i przykłady systemów DCS	2
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		Liczba Godzin
La1	Wprowadzenie. Wybrane czujniki i przetworniki pomiarowe oraz urządzenia wykonawcze.	4
La2	Konfiguracja i obsługa mikroprocesorowych regulatorów PID	4
La3	Sterowniki swobodnie programowalne – konfiguracja i programowanie	4
La4	Regulatory wielofunkcyjne i dobór nastaw regulatorów	4
La5	Realizacja i uruchomienie wybranej sieci przemysłowej	4
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora N2. Ćwiczenia laboratoryjne N3. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych, opracowanie sprawozdań N4. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium N5. Konsultacje

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U05	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W04	Kolokwium pisemne z wykładu

$$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2 \text{ pod warunkiem, że } F1 \geq 3.0 \text{ i } F2 \geq 3.0$$

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Czemplik A., *Prezentacje do wykładu i opisy ćwiczeń na stronie www*  
 [2] Jabłoński A. i inni: *Automatyka przemysłowa, cz.II.*, Wyd. PWr, Wrocław 1986  
 [3] Klimesz J., Solnik W.: *Urządzenia automatyki-Ćwiczenia laboratoryjne*, Wyd.PWr., Wrocław 1991  
 [4] Kwaśniewski J.: *Programowalne sterowniki przemysłowe w systemach sterowania*. Kraków 1999  
 [5] Kwaśniewski J. :*Przetworniki pomiarowe*. Wyd. AGH Kraków 1994  
 [6] Solnik W., Zajda Z.,: *Sieci przemysłowe Profibus DP i MPI w automatyce*, Wrocław 2010  
 [7] Trybus L.: *Regulatory wielofunkcyjne*, WNT, Warszawa 1992  
 [8] Zajda Z., Żebrowski L.: *Urządzenia i układy automatyki*, Wyd. Pwr., Wrocław 1993  
 Dokumentacje firmowe wybranych urządzeń.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Bolton W. : Programmable Logic Controllers, Elsevier 2003  
 [2] Busch P. : Elementare Regelungstechnik, Vogel Buchverlag 2002  
 [3] Kasprzyk J.: Programowanie sterowników przemysłowych, WNT Warszawa 2006  
 [4] Kriesel W., Heimbold T., Telschow D.,: Bustechnologien für die Automation, Huthig Verlag Heidelberg 2000  
 [5] Lewis R.W.: Programming industrial control systems using IEC 1131-3, IEE London 1995  
 [6] Park J., Mackay S., Wright E. : Practical Data Communications for Instrumentation and Control, Elsevier 2003  
 [7] Parr E.A. : Programmable Controllers, Elsevier 2003  
 [8] Czasopisma: *Pomiary Automatyka Kontrola, Pomiary Automatyka i Robotyka, Control Engineering(Polska)*.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Anna Czemplik, 71 320 32 85; anna.czemplik@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Systemy automatyki** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2ASU_W01	C1	Wy1÷Wy4	1,2,4
PEK_W02	S2ASU_W01	C2	Wy5÷Wy6	1,2,4
PEK_W03	S2ASU_W01	C3	Wy7÷Wy8	1,2,4
PEK_W04	S2ASU_W01	C3	Wy9÷Wy10	1,2,4
PEK_U01	S2ASU_U01	C4	La1	1,2,3
PEK_U02	S2ASU_U01	C5	La3	1,2,3
PEK_U03	S2ASU_U01	C6	La2,La4	1,2,3
PEK_U04	S2ASU_U01	C7	La5	1,2,3
PEK_U05	S2ASU_U01	C1÷C7	La1÷La5	1,2,3
PEK_K01	S2ASU_K01	C4÷C6	La1÷La5	1,2,3

<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Przetwarzanie obrazów i sygnałów.</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Image and signal processing.</b>
Kierunek studiów:	<b>Automatyka i robotyka.</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ARKS106</b>
Grupa kursów:	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		2		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy z zakresu metod cyfrowej analizy sygnałów i obrazów.  
 C2. Zdobywanie umiejętności konstruowania algorytmów przetwarzania sygnałów i obrazów.  
 C3. Nabycie umiejętności doboru algorytmów przetwarzania sygnałów cyfrowych.  
 C4. Nabycie umiejętności projektowania i tworzenia aplikacji przetwarzania obrazów.  
 C5. Nabycie wiedzy i umiejętności doboru metod rozpoznawania obrazów cyfrowych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – posiada wiedzę o parametrach dyskretnych funkcji sygnałów i obrazów.  
 PEK\_W02 – posiada wiedzę o sposobach kondycjonowania oraz filtracji sygnałów i obrazów cyfrowych.  
 PEK\_W03 – posiada wiedzę z zakresu doboru algorytmów punktowego przetwarzania obrazów.  
 PEK\_W04 – posiada wiedzę o filtracji splotowej i przekształceniach kontekstowych obrazu cyfrowego.  
 PEK\_W05 – posiada wiedzę o działaniu algorytmów segmentacji i rozpoznawania wzorów.  
 PEK\_W06 – posiada wiedzę o stosowanych technikach cyfrowej analizy obrazów i sygnałów.

z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi analizować i oceniać własności sygnałów cyfrowych.

PEK\_U02 – potrafi dobrać i zastosować podstawowe struktury filtrów cyfrowych.

PEK\_U03 – potrafi posłużyć się przekształceniami punktowymi i kontekstowymi.

PEK\_U04 – umie przeprowadzić segmentację i analizę partycyjną obrazu cyfrowego.

PEK\_U05 – potrafi wykorzystywać techniki rozpoznawania wzorców.

PEK\_U06 – potrafi opracować algorytm przetwarzania i rozpoznawania obrazu cyfrowego.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Analogowe i cyfrowe przetwarzanie sygnałów.	2
Wy2	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów analogowych.	2
Wy3	Dyskretna i szybka transformata Fouriera.	2
Wy4	Filtry cyfrowe.	2
Wy5	Obrazy cyfrowe. Dwuwymiarowe przetwarzanie sygnałów.	2
Wy6	Funkcja obrazu. Przetwarzanie wstępne i poprawianie obrazu cyfrowego.	2
Wy7	Przekształcenia punktowe i kontekstowe obrazu cyfrowego.	2
Wy8	Segmentacja obrazu. Wydzielanie konturów	2
Wy9	Operacje morfologiczne	2
Wy10	Zastosowania cyfrowego przetwarzania i rozpoznawania obrazów.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba Godzin
La1	Wprowadzenie. Okno czasowe. Częstotliwość próbkowania.	2
La2	FFT. Widmo mocy. Okno pomiarowe.	3
La3	Filtry cyfrowe.	3
La4	Przekształcenia geometryczne i operacje punktowe na obrazach.	3
La5	Przekształcenia kontekstowe obrazów cyfrowych.	3
La6	Analiza partycyjna obrazów cyfrowych.	3
La7	Rozpoznawanie obiektów w obrazach cyfrowych	3
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.

N2. Ćwiczenia laboratoryjne

N3. Konsultacje

N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych

N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do zajęć

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U06	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń,

		pisemne sprawozdania z ćwiczeń,
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W06	Egzamin
P = 0,5*F1 + 0,5*F2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Zieliński T.P., Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. WKŁ. Warszawa 2005, 2007.
- [2] Tadeusiewicz R., Korohoda P., Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów. Wyd. Fundacji Postępu Telekomunikacji. Kraków 1997.
- [3] Malina W., Smiatcz M., Metody cyfrowego przetwarzania obrazów. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT. Warszawa 2005.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Wróbel Z., Koprowski R., Przetwarzanie obrazu w programie MATLAB. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice 2002.

Opracowania firmowe:

- [1] LabView Analysis Concepts User Manual. National Instruments Corp. March 2004.
- [2] IMAQ Imaq Vision User Manual. National Instruments Corp. 1999.
- [3] <http://www.ni.com>
- [4] <http://labview.pl>

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Janusz Gołembiewski, 71 320 64 16; janusz.golembiewski@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU Przetwarzanie obrazów i sygnałów Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka** I SPECJALNOŚCI **Systemy informatyczne w automatyce i robotyce**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01	S2ASU_W06	C1	Wy01	N1,N2,N4
PEK_W02	S2ASU_W06	C1,C2	Wy02,W03,Wy04	N1,N2,N4
PEK_W03	S2ASU_W06	C3	Wy05,Wy06,Wy07	N1,N2,N4
PEK_W04	S2ASU_W06	C3	Wy07,Wy08	N1,N2,N4
PEK_W05	S2ASU_W06	C3,C4	Wy07,Wy08	N1,N2,N4
PEK_W06	S2ASU_W06	C4,C5	Wy09,Wy10	N1,N2,N4
PEK_U01	S2ASU_U07	C1	La01, La02	N1,N2,N3,N4,N5

<b>PEK_U02</b>	S2ASU_U07	C1,C2	La03	N1,N2,N3,N4,N5
<b>PEK_U03</b>	S2ASU_U07	C3,C4	La04, La05	N1,N2,N3,N4,N5
<b>PEK_U04</b>	S2ASU_U07	C4	La05	N1,N2,N3,N4,N5
<b>PEK_U05</b>	S2ASU_U07	C4	La06	N1,N2,N3,N4,N5
<b>PEK_U06</b>	S2ASU_U07	C4, C5	La07	N1,N2,N3,N4,N5



**Wydział Elektroniki PWr****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Projekt przejściowy**Nazwa w języku angielskim: **Temporary project**Kierunek studiów: **Automatyka i robotyka**Stopień studiów i forma: **II stopień, niestacjonarne**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**Kod przedmiotu: **ARKS107**Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				<b>60</b>	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				<b>240</b>	
Forma zaliczenia				<b>Zaliczenie na ocenę</b>	
Liczba punktów ECTS				<b>8</b>	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				<b>8</b>	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				<b>4</b>	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

K2AIR\_ W06, K2AIR\_ U03

K2AIR\_ W08, K2AIR\_ U02

S2ASU\_ W01.. S2ASU\_ W04, S2ASU\_ U01.. S2ASU\_ U04

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie umiejętności przeszukiwania czasopism elektronicznych z danej dziedziny.  
 C2. Nabycie umiejętności rozpoznania/identyfikacji problemu praktycznego, opisanie go w sposób formalny.  
 C3. Nabycie praktycznej umiejętności szybkiego tworzenia oprogramowania z przyjaznym interfejsem użytkownika.  
 C4. Nabycie umiejętności obsługi baz danych i prezentacji informacji na stronach WWW.  
 C5. Nabycie umiejętności sporządzania profesjonalnych raportów i sprawozdań.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – umie przeszukiwać biblioteki cyfrowe i czasopisma elektroniczne z danej dziedziny.

PEK\_U02 – potrafi zidentyfikować problem praktyczny i opisać go w sposób formalny

PEK\_U03 – umie sprawnie tworzyć oprogramowanie w wybranym języku obiektowym, z przyjaznym interfejsem użytkownika

PEK\_U04 – umie korzystać z baz danych przy użyciu języka SQL oraz tworzyć dynamiczne strony WWW za pomocą wybranego narzędzia (PHP/MySQL, Oracle/Apex itp.)

PEK\_U05 – umie tworzyć złożone zestawienia i wykresy np. przy pomocy MS Excell oraz konwertować pliki graficzne

PEK\_U06 – potrafi sporządzić profesjonalny raport z użyciem edytora LaTeX

z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,

PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Wprowadzenie, omówienie zasad współpracy, podział na grupy, prezentacja problemów	6
Proj2	Analiza dostępnej literatury, sformułowanie problemów	6
Proj3	Prezentacja i analiza metod rozwiązujących zadany problem	6
Proj4	Oprogramowanie wybranych metod	6
Proj5	Przeprowadzenie badań komputerowych (eksperyment)	6
Proj6	Analiza i opracowanie uzyskanych wyników	6
Proj7	Edycja profesjonalnych raportów w systemie LaTeX, indeksowanie wzorów i rysunków, etykiety i wykazy	6
Proj8	Tworzenie wykresów, skryptów programu MS Excell oraz zapytań i raportów MS Access, konwersja plików graficznych	6
Proj9	Tworzenie dynamicznych stron WWW	6
Proj10	Podsumowanie, prezentacja wyników	6
	<b>Suma godzin</b>	<b>60</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Praca własna – studia literaturowe, wyszukiwanie informacji w bibliotekach i sieci internet
2. Praca własna – projektowanie, programowanie, eksperymenty komputerowe
3. Praca własna – sporządzanie raportów, sprawozdań, tworzenie stron WWW
4. Konsultacje
5. Seminaria/Prezentacje (w grupach kilkuosobowych)

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
--	--------------------------	---

F1	PEK_U01 ÷ PEK_U05 PEK_K01 ÷ PEK_K02	Ocena realizacji poszczególnych etapów projektu
F2	PEK_U01 ÷ PEK_U05 PEK_K01 ÷ PEK_K02	Ocena raportu końcowego
$P = 0,4 * F1 + 0,6 * F2$		

## **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

### **LITERATURA PODSTAWOWA**

- [1] Zalewski A., Cegieła R., Matlab - obliczenia numeryczne i ich zastosowania, Wyd. Nakom, Poznań, 1997.
- [2] Kiełbasiński, Schwetlik, Numeryczna algebra liniowa.
- [3] Box, Jenkins, Analiza szeregów czasowych
- [4] Kurzyński, Rozpoznawanie obiektów.
- [5] Deo, Sysło, Kowalik, Algorytmy optymalizacji dyskretnej.
- [6] Błażewicz, Złożoność obliczeniowa problemów kombinatorycznych
- [7] System zarządzania bazą danych Oracle 7 i Oracle 8 /R. Wrembel, J. Jezierski, M. Zakrzewicz, wyd. Nakom, Poznań, 2000.
- [8] Oracle -- łatwiejszy niż przypuszczasz /J. Gnybek. Gliwice : Helion, 1996.
- [9] UML dla każdego :Ujednoczony Język Modelowania - wyrażanie związków między klasami w projektowaniu obiektowym /J. Schmuller. Gliwice : Helion, 2003.
- [10] Techniczne podstawy systemów klient-serwer /C. L. Hall. Warszawa : WNT, 1996.
- [11] Postawy języka C++/S. Lippman, WNT Warszawa, 2001.
- [12] HTML 4 :biblia /B. Pfaffenberger, B. Karow. Gliwice : Helion, 2001.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1] Learning Oracle PL/SQL /B. Pribyl, S. Feuerstein. Beijing : O'Reilly, 2002.
- [2] Oracle database 11g :kompendium administratora /K. Loney , Gliwice : Helion, 2010.
- [3] Kulikowski R., Sterowanie w wielkich systemach, WNT, Warszawa, 1970.
- [4] Kincaid, Cheney, Analiza numeryczna.
- [5] A. Niederliński, J. Mościński, Z. Ogonowski, Regulacja adaptacyjna, Warszawa : Wydawnictwo Naukowe PWN, 1995.
- [6] Goldberg, Algorytmy genetyczne
- [7] Cz. Smutnicki, Algorytmy szeregowania, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2002.
- [8] M. Wand, H. Jones, Kernel Smoothing, London: Chapman and Hall, 1995. [2] W. Greblicki, M. Pawlak, Nonparametric system identification, Cambridge Univ. Press, 2008.
- [9] Zieliński, Generatory liczb losowych.
- [10] R. Magiera, Modele liniowe statystyki matematycznej
- [11] Amborski K., Marusak A., Teoria sterowania w ćwiczeniach, PWN, Warszawa, 1978.
- [12] Kaczorek T., Teoria wielowymiarowych układów dynamicznych liniowych, WNT, Warszawa, 1983.
- [13] Ogata K., Metody przestrzeni stanów w teorii sterowania; WNT, Warszawa, 1974.
- [14] Pełczewski W., Teoria sterowania. Ciągłe stacjonarne układy liniowe, WNT, Warszawa, 1980.
- [15] lista publikacji pracowników Zakładu Sterowania i Optymalizacji na stronie <http://diuna.ict.pwr.wroc.pl>

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Grzegorz Mzyk, 71 320 32 77; [grzegorz.mzyk@pwr.wroc.pl](mailto:grzegorz.mzyk@pwr.wroc.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Projekt przejściowy**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_U01	S2ASU_U12 K2AIR_U10	C1	Proj1	1,2,3,4,5
PEK_U02	S2ASU_U12 K2AIR_U10	C2	Proj1..Proj3	1,2,3,4,5
PEK_U03	S2ASU_U12 K2AIR_U10	C3	Proj3..Proj5	1,2,3,4,5
PEK_U04	S2ASU_U12 K2AIR_U10	C4	Proj8, Proj9	1,2,3,4,5
PEK_U05	S2ASU_U12 K2AIR_U10	C3,C5	Proj8	1,2,3,4,5
PEK_U06	S2ASU_U12 K2AIR_U10	C5	Proj7	1,2,3,4,5
PEK_K01, PEK_K02	K2AiR_K01 K2AiR_K02 S2ASU_K01		Proj1÷Proj10	1,2,3,4,5

<b>WYDZIAŁ</b>	<b>Elektroniki</b>
	<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa w języku polskim:	<b>Seminarium specjalnościowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Advanced study seminar</b>
Kierunek studiów:	<b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność:	<b>Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II ( w trybie niestacjonarnym)</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ARKS108</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					X
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. K2AIR\_W01
2. K2AIR\_W02
3. K2AIR\_W03
4. K2AIR\_K01

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Opracowanie i wygłoszenie seminarium poświęconego wybranemu specjalistycznemu zagadnieniu naukowo-technicznemu z zakresu studiowanej dyscypliny
- C2 Zorganizowanie i prowadzenie dyskusji dotyczącej tego zagadnienia
- C3 Udział w dyskusji na temat tego zagadnienia

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Ma aktualną wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w obszarze dyscypliny

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Potrafi opracować krytycznie konkretne zagadnienie specjalistyczne korzystając z tradycyjnych i elektronicznych źródeł informacji (w języku polskim i angielskim), zaprezentować wyniki w zwartej i uporządkowanej formie.

PEK\_U02 Potrafi przeprowadzić i koordynować dyskusję merytoryczną z uczestnikami prezentacji.

PEK\_U03 Potrafi uczestniczyć w moderowanej dyskusji merytorycznej z uczestnikami prezentacji.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Wygłoszenie seminarium i kierowanie dyskusją na jego temat	1
Se2	Czynny udział w seminarium w roli słuchacza	29
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja komputerowa, rzutnik, tablica

N2. Dyskusja moderowana

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01	Treść i forma wypowiedzi ustnej, jakość prezentacji
F2	PEK_U02	Sprawne prowadzenie dyskusji
F3	PEK_U03	Aktywność w dyskusji
$P = 0.6 * F1 + 0.2 * F2 + 0.2 * F3$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] [2] [3] [4]
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] Czasopisma i książki specjalistyczne wydawnictw naukowych, m.in. IEEE, Kluwer, Elsevier.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Przemysław Śliwiński (przemyslaw.sliwinski@pwr.wroc.pl)</b>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Seminarium specjalnościowe**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
PEK_W01	K2AIR_W04	C3	Se1 Se2	N1,N2
PEK_U01	S2ASU_U12	C1	Se1	N1,N2
PEK_U02	S2ASU_U12	C2	Se1	N2
PEK_U03	S2ASU_U12	C3	Se2	N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej



<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
	<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Sterowanie neuronowe i rozmyte</b>
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	<b>Neural and fuzzy control</b>
<b>Kierunek studiów:</b>	<b>Automatyka i robotyka</b>
<b>Specjalność:</b>	<b>Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy/specjalnościowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ARKS109</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>Tak</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>10</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>60</b>		<b>30</b>		
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Grupa kursów	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>-</b>		<b>0.5</b>		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>		<b>0.5</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy sieci neuronowych i systemów rozmytych stosowanych w automatyce.
- C2. Nabycie wiedzy na temat modelowania neuronowego.
- C3. Nabycie wiedzy na temat systemów rozmytych.
- C4. Nabycie wiedzy na temat uczenia sieci neuronowych.
- C5. Nabycie wiedzy na temat różnych struktur sieci neuronowych i ich zastosowań.
- C6. Nabycie umiejętności projektowania sieci neuronowych i neurosterowników.
- C7. Nabycie umiejętności projektowania prostych systemów rozmytych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

- PEK\_W01 – posiada wiedzę na temat sieci neuronowych i metod ich uczenia.
- PEK\_W02 – posiada wiedzę na temat modelowania obiektów dynamicznych z użyciem sieci neuronowych jednokierunkowych i rekurencyjnych.
- PEK\_W03 – posiada wiedzę na temat neurosterowników.
- PEK\_W04 – posiada systemów rozmytych i wnioskowania rozmytego.
- PEK\_W05 – posiada wiedzę na temat systemów Takagi-Sugeno.
- PEK\_W06 – posiada wiedzę na temat systemów hybrydowych neuronowo-rozmytych i zasad

ich projektowania.  
 PEK\_W07– zna narzędzia programistyczne do projektowania systemów neuronowych i rozmytych.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi zaimplementować sieć neuronową do rozwiązywania prostego zadania klasyfikacji i aproksymacji.

PEK\_U02 – potrafi zaprojektować model neuronowy obiektu dynamicznego.

PEK\_U03– potrafi zaimplementować prosty neuro-sterownik.

PEK\_U04 – potrafi zaimplementować rozmyty sterownik typu Takagi-Sugeno.

z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,

PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do sieci neuronowych i systemów rozmytych -cele, zastosowania.	3
Wy2	Struktury sieci neuronowych.	3
Wy3	Efektywne algorytmy uczenia sieci neuronowych.	3
Wy4	Nieliniowe modele obiektów bazujące na sieciach neuronowych.	3
Wy5	Sterowniki neuronowe bazujące na modelu odwrotnym	3
Wy6	Uczenie wyspecjalizowane. Sterowanie z użyciem modelu.	3
Wy7	Zbiory rozmyte – podstawowe definicje i pojęcia.	3
Wy8	Wnioskowanie rozmyte. Systemy Takagi-Sugeno.	3
Wy9	Systemy rozmyte i neuronowo-rozmyte w automatyce.	3
Wy10	Repetitorium	3
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### Forma zajęć - laboratorium

Forma zajęć - laboratorium		Liczba Godzin
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie. Zaimplementowanie sieci neuronowej do rozwiązywania prostego zadania klasyfikacji.	2
La2	Zaimplementowanie sieci neuronowej do rozwiązywania prostego zadania aproksymacji.	2
La3	Modelowanie obiektu dynamicznego za pomocą sieci neuronowych z użyciem systemu SYSID.	2
La4	Sterowanie obiektem nieliniowym z zastosowaniem sterownika neuronowego. Projektowanie neurosterownika z użyciem systemu NNCTRL.	2
La5	Symulacyjne badanie sterownika rozmytego.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>10</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
- N2. Ćwiczenia laboratoryjne
- N3. Konsultacje
- N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
- N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U04 PEK_K01 ÷ PEK_K02	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawozdania z ćwiczeń,
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W06	Kolokwium pisemne
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Stanisław Osowski, "Sieci neuronowe do przetwarzania informacji", Oficyna wydawnicza PW, 2000

Rutkowska D., Piliński M., Rutowski L.: Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte. PWN, Warszawa 1997.

J.Korbicz, A. Obuchowicz, D. Uciński "Sztuczne sieci neuronowe. PLJ 1994, Warszawa

J. Żurada, M. Barski, W. Jędruch "Sztuczne sieci neuronowe", PWN, Warszawa 1996.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

Norgaard, M., O. Ravn, N. K. Poulsen and L. K. Hansen: Neural networks for modelling and control of dynamic system, Springer, London, 2000.

### STRONY INTERNETOWE Z OPROGRAMOWANIEM W MATLABIE:

<http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnctrl.html>

<http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnsysid.html>

### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Ewa Skubalska-Rafajłowicz, ewa.rafajlowicz@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Sieci neuronowe i systemy rozmyte**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka**  
specjalność **Systemy informatyczne w automatyce i robotyce**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2ASU_W08	C1,C4,C5	Wy1-3	1,3,5
PEK_W02	S2ASU_W08	C2	Wy3, Wy4	1,3,5
PEK_W03	S2ASU_W08	C6	Wy5,6	1,3,5
PEK_W04	S2ASU_W08	C7	Wy7- Wy8	1,3,5
PEK_W05	S2ASU_W08	C7	Wy8	1,3,5
PEK_W06	S2ASU_W08	C7	Wy9	1,3,5
PEK_W07	S2ASU_W08	C1-C7	La1-La5	1,2,3,4
PEK_U01	S2ASU_U09	C6	La1,La2	1,2, 3,4
PEK_U02	S2ASU_U09	C6	La3	1,2,3, 4
PEK_U03	S2ASU_U09	C6	La4	1,2,3,4
PEK_U04	S2ASU_U09	C7	La5	1,2,34
PEK_K01	K2AIR_K1	C1-C6	La1-La5	1,2,3,4
PEK_K02	K2AIR_K1	C1-C6	La1-La5	1,2,3,4

Wydział Elektroniki PWr

**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Systemy sterowania robotów**Nazwa w języku angielskim: **Systems of robot control**Kierunek studiów: **Automatyka i robotyka**Specjalność: **Systemy informatyczne w automatyce i robotyce**Stopień studiów i forma: **II stopień, niestacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**Kod przedmiotu: **ARKS110**Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>10</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>	<b>Zaliczenie na ocenę</b>			
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>				
Forma wiodąca	<b>X</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>0</b>	<b>1</b>			
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>	<b>0.5</b>			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. K2AIR\_W01
2. K2AIR\_W05
3. K2AIR\_W08
4. K2AIR\_U01
5. K2AIR\_U05

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Nabycie wiedzy z zakresu projektowania algorytmu sterowania dla obiektu o różnym stopniu znajomości modelu dynamiki.

C2 Zdobywanie umiejętności w zakresie wyrażenia modelu dynamiki w zależności od niepewności parametrycznej lub strukturalnej – przekształcanie modelu, dobór algorytmu sterowania w zależności od realizowanego zadania, dobór układów wspomagających, tj. układ estymacji parametrów, układ tłumienia błędów parametrów.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy: **zna struktury i sposoby projektowania systemów sterowania robotów w zależności od stopnia znajomości modelu obiektu**

PEK\_W01 – zna główne struktury systemów sterowania robotów

PEK\_W02 – zna sposoby projektowania algorytmów sterowania dla różnych robotów wykorzystujące różny stopień znajomości ich dynamiki i ograniczeń występujących w ruchu

PEK\_W03 – zna kluczowe zadania dla robotów manipulacyjnych i elastycznych: definiuje problemy składowe zadań, zna sposoby ich rozwiązania, zna własności proponowanych rozwiązań

Z zakresu umiejętności: **potrafi zaprojektować algorytm sterowania w zależności od zadania, ograniczeń w ruchu i stopnia znajomości modelu**

PEK\_U01 – potrafi projektować i wyliczać układy regulacji oraz dobrać nastawy regulacji w sterownikach robotów

PEK\_U02 – potrafi zaprojektować algorytm sterowania dla wybranego robota manipulacyjnego lub mobilnego w zależności od posiadanej wiedzy na temat jego dynamiki i ograniczeń występujących w ruchu

PEK\_U03 – potrafi rozwiązywać zadania planowania ruchu i sterowania robotów, dobrać algorytmy do stawianych zadań i oceniać proponowane rozwiązanie

PEK\_U04 – potrafi użytkować roboty przemysłowe oraz wdrażać i weryfikować algorytmy sterowania i planowania ruchu robotów

PEK\_U05 – potrafi sformułować problem praktyczny jako zadanie matematyczne oraz rozwiązać je używając znanych algorytmów

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, wprowadzenie do wykładu, wymagania, literatura.	2
Wy2	Kinematyka robotów manipulacyjnych. Notacja Denavita-Hartenberga.	2
Wy3	Dynamika robotów manipulacyjnych.	2
Wy4	Sterowanie scentralizowane i zdecentralizowane.	2
Wy5	Nieadaptacyjne metody obliczanego momentu – dokładna linearyzacja.	2
Wy6	Nieadaptacyjne metody dysypatywne.	2
Wy7	Liniowa parametryzacja modelu dynamiki – macierz regresji.	2
Wy8	Adaptacyjne metody obliczanego momentu.	2
Wy9	Adaptacyjne metody dysypatywne.	2
Wy10	Sterowanie odporne – algorytm ślizgowy.	2
Wy11	Algorytmy nie wymagające znajomości modelu – lambda-śledzenie, PD.	2
Wy12	Odsprzęganie we-wy dla manipulatorów – instrukcja MoveL.	2
Wy13	Dynamika robotów o elastycznych przegubach.	2
Wy14	Wybrane algorytmy sterowania dla manipulatorów o elastycznych	2

	przegubach.	
Wy15	Repetitorium przerobionego materiału	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Wyprowadzenie modelu dynamiki manipulatora typu podwójne wahadło.	2
Ćw2	Zaprojektowanie nieadaptacyjnego algorytmu śledzenia trajektorii dla podwójnego wahadła.	2
Ćw3	Liniowa parametryzacja modelu podwójnego wahadła – różne postacie w zależności od stopnia znajomości modelu.	2
Ćw4	Zaprojektowanie adaptacyjnego oraz odpornego algorytmu śledzenia trajektorii dla podwójnego wahadła.	3
Ćw5	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>10</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wykład tradycyjny.</li> <li>2. Ćwiczenia rachunkowe.</li> <li>3. Konsultacje.</li> <li>4. Praca własna – samodzielne przygotowanie modelu dynamiki podwójnego wahadła będącego obiektem do projektowania algorytmów.</li> <li>5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium.</li> </ol>

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01÷PEK_W03	Repetitorium pisemne
F2	PEK_U01÷PEK_U04, PEK_U05,	Repetitorium pisemne
$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

#### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] K. Tchoń i inni: Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 2000.
- [2] C. Canudas de Wit, B. Siciliano, G. Bastin: Theory of Robot Control. Springer, New York 1996

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] W. Jacak, K. Tchoń: Podstawy robotyki. Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1992.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Alicja Mazur, 71 320 26 08, alicja.mazur@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Systemy sterowania robotów**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI Systemy informatyczne w automatyce i robotyce**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)</b>	<b>Cele przedmiotu</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego</b>
<b>PEK_W01</b>	S2ASU_W01	C1	Wy1, Wy4, Wy13, Wy15	1,3,5
<b>PEK_W02</b>	S2ASU_W02, S2ASU_W09	C1	Wy5÷Wy10, Wy12, Wy14	1,3,5
<b>PEK_W03</b>	S2ASU_W03	C1	Wy2, Wy3, Wy11	1,3,5
<b>PEK_U01</b>	S2ASU_U01	C2	Ćw2	2,3,4
<b>PEK_U02</b>	S2ASU_U02	C2	Ćw3	2,3,4
<b>PEK_U03</b>	S2ASU_U03	C2	Ćw4	2,3,4



<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Seminarium dyplomowe</b>
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	<b>Graduate Seminar</b>
<b>Kierunek studiów:</b>	<b>Automatyka i robotyka (AIR)</b>
<b>Specjalność:</b>	<b>Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ARKS111</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					20
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					<b>3</b>
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					3
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					2

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie umiejętności poszukiwania selektywnej wiedzy niezbędnej do tworzenia własnych oryginalnych rozwiązań.
- C2 Zdobycie umiejętności przygotowania prezentacji pozwalającej w sposób komunikatywny przekazać słuchaczom swoje oryginalne pomysły, koncepcje i rozwiązania.
- C3 Nabycie umiejętności kreatywnej dyskusji, w której w sposób rzeczowy i merytoryczny można uzasadnić i obronić swoje stanowisko.
- C4 Nabycie umiejętności pisania dzieła prezentującego własne osiągnięcia, w tym prezentacji własnych osiągnięć na tle rozwoju myśli światowej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 posiada wiedzę umożliwiającą przygotowanie i napisanie dzieła prezentującego własne rozwiązania naukowo-techniczne

PEK\_W02 posiada wiedzę o aktualnym stanie rozwoju technologii informacyjnych w systemach automatyki z uwzględnieniem rozwiązań katalogowych i metod projektowania

#### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki własnych oryginalnych badań

PEK\_U02 potrafi w dyskusji rzeczowo uzasadnić swoje oryginalne pomysły i rozwiązania

PEK\_U03 potrafi krytycznie ocenić rozwiązania naukowo-techniczne innych osób

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad przygotowania i pisanie pracy dyplomowej, a w szczególności przedstawienie zasad edytorskich	1
Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące omówienia aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	5
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową	4
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące zrealizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku autora wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	10
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja multimedialna

N2. dyskusja problemowa

N3. praca własna

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W02, PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_W01, PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
P= 0.5 F1+0.5 F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura związana z problematyką pracy dyplomowej

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)****Prof. dr hab. inż. Zygmunt Hasiewicz, zygmunthasiewicz@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Seminarium dyplomowe**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)</b>	<b>Cele przedmiotu</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego</b>
<b>PEK_W01</b>	K2AIR_W04, K2AIR_W09	C4	Se1	N2
<b>PEK_W02</b>	K2AIR_W04, K2AIR_W09	C1	Se2, Se3	N3
<b>PEK_U01</b>	K2AIR_U06	C2	Se2, Se4	N1
<b>PEK_U02</b>	K2AIR_U06	C3	Se3, Se4	N2, N3
<b>PEK_U03</b>	K2AIR_U06	C1, C2, C3, C4	Se3, Se4	N2, N3

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Podstawy robotyki**Nazwa w języku angielskim: **Introduction to robotics**Kierunek studiów: **Automatyka i Robotyka**Stopień studiów i forma: **II stopień, niestacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**Kod przedmiotu: **ARKS201**Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20	10	20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	40	40	40		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4	0	0		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1	1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	1	1		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**K2AIR\_W01, K2AIR\_W02, K2AIR\_W05, K2AIR\_W07, K2AIR\_W08,  
K2AIR\_U01, K2AIR\_U02, K2AIR\_U04, K2AIR\_U05**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. nabycie wiedzy o terminologii i podstawowych zadaniach robotyki  
 C2. nabycie sprawności w operacyjnym stosowaniu wiedzy do rozwiązywania konkretnych zadań robotycznych  
 C3. nabycie wiedzy o algorytmicznej stronie robotyki  
 C4. nabycie wiedzy o wykorzystaniu robotów i ich sensorów w przemyśle

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA****z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 – zna klasyfikacje robotów

PEK\_W02 – zna sposoby reprezentacji położenia i orientacji efektora robota

PEK\_W03 – zna algorytm wyznaczania kinematyki prostej manipulatora

PEK\_W04 – posiada wiedzę o sposobach rozwiązywania zadania kinematyki odwrotnej manipulatorów

PEK\_W05 – zna matematyczne podstawy modelowania dynamiki robotów i własności wynikowych modeli

PEK\_W06 – ma wiedzę o interpolacji toru krzywymi sklejanymi

PEK\_W07 – zna metody planowania ruchu robotów

PEK\_W08 – ma wiedzę o zasadach działania sensorów robotów

**z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 – potrafi zdefiniować podstawowe zadania robotyczne

PEK\_U02 – potrafi wyliczyć orientację w różnych parametryzacjach grupy  $SO(3)$

PEK\_U03 – umie wyznaczyć równania kinematyki prostej manipulatora

PEK\_U04 – potrafi wyznaczyć jakobian i konfiguracje osobliwe dla manipulatorów rzeczywistych i hipotetycznych

PEK\_U05 – potrafi wyznaczyć wielomian interpolujący na podstawie danych własności konfiguracji węzłowych

PEK\_U06 – potrafi dobrać parametry sterownika dla metody obliczanego momentu

PEK\_U07 – potrafi obsługiwać i programować roboty przemysłowe dostępne w laboratorium

PEK\_U08 – potrafi określić parametry ruchowe i techniczne dla wskazanego robota laboratoryjnego

**z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Rys historyczny robotyki. Klasyfikacja robotów	2
Wy2	Ruch ciała sztywnego. Obroty	2
Wy3	Ruch ciała sztywnego. Translacje i składanie przekształceń	2
Wy4	Kinematyka prosta wg Denavita-Hartenberga	2
Wy5	Kinematyka odwrotna. Jakobian manipulatora. Osobliwości kinematyki.	2
Wy6	Modelowanie dynamiki manipulatora – formalizm Eulera-Lagrange'a	2
Wy7	Planowanie trajektorii manipulatora	2
Wy8	Algorytm obliczanego momentu – przykład zadania sterowania	2
Wy9	Planowanie ruchu robotów mobilnych	2
Wy10	Sensory robotów	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>20</b>

<b>Forma zajęć – ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Cw1,2	Ruch ciała sztywnego – ćwiczenia rachunkowe	4
Cw3	Kinematyka, wyliczenie jakobianu manipulatorów i ich konfiguracje osobliwych.	2
Cw4	Wyprowadzenie wybranej dynamiki manipulatora, metoda obliczanego momentu	2
Cw5	Metody planowania ruchu – obliczenia krzywych interpolujących, zaliczenie	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>10</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Przedstawienie zagadnień laboratoryjnych. Szkolenie BHP.	2
La2	Programowanie i obsługa robota IRb-1400	4
La3	Programowanie robota mobilnego w języku wyższego rzędu	4
La4	Badanie układu sonarów ultradźwiękowych	4
La5	Programowanie i obsługa robota FANUC	4
La6	Zaliczenie, podsumowanie	2

	<b>Suma godzin</b>	<b>20</b>
--	--------------------	-----------

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
--

- |   |
|---|
| N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i/lub slajdów<br>N2. Konsultacje<br>N3. Ćwiczenia rachunkowe<br>N4. Zajęcia laboratoryjne – dyskusja praktycznych aspektów robotyki<br>N5. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń i laboratorium<br>N6. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego |
|---|

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 ÷ PEK_W08; PEK_U01 ÷ PEK_U08; PEK_K01	aktywność podczas wykładu
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W08; PEK_U01 ÷ PEK_U08; PEK_K01	wynik kolokwium
F3	PEK_W01 ÷ PEK_W08; PEK_U01 ÷ PEK_U08; PEK_K01	Weryfikacja przygotowania do laboratorium, ocena sposobu realizacji ćwiczenia laboratoryjnego, ewaluacja sprawozdania
F4	PEK_W01 ÷ PEK_W08; PEK_U01 ÷ PEK_U08; PEK_K01	Weryfikacja przygotowania do ćwiczeń (krótkie sprawdziany), aktywność podczas rozwiązywania zadań
$P=0.5 \cdot F2 + 0.25 \cdot F3 + 0.25 \cdot F4$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] K. Tchoń i inni, Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie, Akad. Oficyna Wyd. PLJ., W-wa 2000  
 [2] M. Spong, M. Vidyasagar, Dynamika i sterowanie robotów, WNT, 1997  
 [3] J.J. Craig, Wprowadzenie do robotyki: mechanika i sterowanie., WNT, 1995

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JEZYKU POLSKIM

- [1] A. Morecki, J. Knapczyk, Podstawy robotyki, WNT, 1996  
 [2] I. Duleba, Metody i algorytmy planowania ruchu robotów mobilnych i manipulacyjnych, Akad. Oficyna Wyd. EXIT, W-wa, 2001  
 [3] E. Jezierski, Dynamika robotów, WNT, 2006

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JEZYKU ANGIELSKIM

- [1] P.J. McKerrow, Introduction to robotics, Adisson-Wesley Publ, 1991  
 [2] K. Kozłowski, Modelling and Identification in Robotics, Springer-Verlag, Berlin, 1998  
 [3] S. LaValle, Planning Algorithms, Cambridge Univ. Press., 2006  
 [4] J.C. Latombe "Robot motion planning" Kluwer, Boston, 1993

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Prof. dr hab. inż. Ignacy Duleba ignacy.duleba@pwr.wroc.pl**

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### **Podstawy robotyki**

#### **Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**

#### **I SPECJALNOŚCI Systemy automatyki i robotyki**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
<b>PEK_W01</b>	S2AUN_W05	C1	Wy1	N1,N2
<b>PEK_W02</b>	S2AUN_W05	C2,C3	Wy2,Wy3	N1,N2,N6
<b>PEK_W03</b>	S2AUN_W05	C2,C3	Wy4	N1,N2,N6
<b>PEK_W04</b>	S2AUN_W05	C2,C3	Wy5	N1,N2,N6
<b>PEK_W05</b>	S2AUN_W05	C2,C3	Wy6,Wy8	N1,N2,N6
<b>PEK_W06</b>	S2AUN_W05	C2,C3	Wy7	N1,N2,N6
<b>PEK_W07</b>	S2AUN_W05	C2,C3	Wy9	N1,N2,N6
<b>PEK_W08</b>	S2AUN_W05	C4	Wy10	N1,N2,N6
<b>PEK_U01</b>	S2AUN_U07	C1,C2,C3	Cw3-5	N2,N3,N5
<b>PEK_U02</b>	S2AUN_U07	C2,C3	Ćw1-2	N2,N3,N5
<b>PEK_U03</b>	S2AUN_U07	C2,C3	Ćw1-3	N2,N3,N5
<b>PEK_U04</b>	S2AUN_U07	C2,C3	Ćw3	N2,N3,N5
<b>PEK_U05</b>	S2AUN_U07	C2,C3	Ćw5	N2,N3,N5
<b>PEK_U06</b>	S2AUN_U07	C2,C3,C4	Cw4	N2,N3,N5
<b>PEK_U07,PEK_U08</b>	S2AUN_U06	C3,C4	La2-La5	N2,N4,N5
<b>PEK_K01</b>	S2AUN_W05,S2AUN_U07	C1-C4	Wy1÷Wy15 Ćw1÷Ćw5	N1÷N6



## WYDZIAŁ ELEKTRONIKI

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: Systemy czasu rzeczywistego

Nazwa w języku angielskim: Real Time Systems

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Automatyka i Robotyka

Specjalność (jeśli dotyczy): Systemy automatyki i robotyki

Stopień studiów i forma: II / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu: ARKS203

Grupa kursów: TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		120		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	6				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		2		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy o, podstawowych definicjach i wymaganiach dotyczących systemów czasu rzeczywistego i systemów wbudowanych
- C2 Nabycie wiedzy o systemie czasu rzeczywistego QNX6 Neutrino.
- C3 Nabycie wiedzy o metodach tworzenia procesów, atrybutach procesu ich ustawianiu i testowaniu.
- C4 Nabycie wiedzy o zastosowaniach plików, komunikacji poprzez pliki w systemach akwizycji danych
- C5 Nabycie wiedzy o komunikacji między procesowej poprzez kolejki komunikatów POSIX
- C6 Nabycie wiedzy o komunikacji procesów poprzez pamięć dzieloną, synchronizacji poprzez semafony POSIX
- C7 Nabycie wiedzy o wykorzystaniu interfejsu gniazdek w komunikacji rozproszonej

- C8 Nabycie wiedzy o budowie rozproszonych systemów akwizycji danych przy użyciu komunikatów QNET
- C9 Nabycie wiedzy o szeregowaniu procesów w systemie operacyjnym, roli priorytetów.
- C10 Nabycie wiedzy o inwersji priorytetów i metodach jej unikania
- C11 Nabycie wiedzy o zastosowaniu wątków POSIX w systemach RTS
- C12 Nabycie wiedzy o obsłudze czasu w systemach RTS
- C13 Nabycie wiedzy o obsłudze zdarzeń asynchronicznych, posługiwaniu się sygnałami i impulsami
- C14 Nabycie wiedzy o obsłudze przerw w systemie RTS na przykładzie QNX6 Neutrino
- C15 Nabycie wiedzy o sprzęcie systemów wbudowanych i używanych standardach
- C16 Nabycie wiedzy o obsłudze zewnętrznych interfejsów pomiarowych i wykonawczych
- C17 Nabycie wiedzy o konfigurowaniu systemu operacyjnego dla systemów wbudowanych
- C18 Nabycie wiedzy o metodach oceny efektywności systemów czasu rzeczywistego
  
- C19 Nabycie umiejętności posługiwania się systemem czasu rzeczywistego QNX6 Neutrino
- C20 Nabycie umiejętności tworzenia procesów lokalnych i zdalnych w systemie RTS
- C21 Nabycie umiejętności posługiwania się metodami lokalnej komunikacji międzyprocesowej i tworzenia współbieżnych aplikacji sterowania i akwizycji danych.
- C22 Nabycie umiejętności posługiwania się sieciowymi metodami komunikacji międzyprocesowej i tworzenia rozproszonych aplikacji sterowania i akwizycji danych
- C23 Nabycie umiejętności tworzenia wielowątkowych aplikacji sterowania i akwizycji danych
- C24 Nabycie umiejętności programowania urządzeń interfejsowych sterowania i akwizycji danych takimi jak przetworniki AD, DA, wejścia i wyjścia cyfrowe
- C25 Nabycie umiejętności programowania interfejsu transmisji szeregowej RS232

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje z zakresu wiedzy:

- PEK\_W1 Zna pojęcia dotyczące systemów wbudowanych i systemów czasu rzeczywistego
- PEK\_W2 Zna budowę systemu operacyjnego czasu rzeczywistego
- PEK\_W3 Rozumie funkcje procesu, zna strukturę aplikacji składających się z wielu komunikujących się procesów.
- PEK\_W4 Rozumie abstrakcję pliku, metody dostępu do pliku, atrybuty, blokowanie.
- PEK\_W5 Zna mechanizmy lokalnej komunikacji międzyprocesowej w systemie RTS takie jak kolejki komunikatów POSIX
- PEK\_W6 Zna mechanizmy synchronizacji procesów takie jak semafony i metodę komunikacji poprzez pamięć współdzieloną.
- PEK\_W7 Rozumie mechanizm interfejsu gniazdek i jego wykorzystanie do budowy rozproszonych systemów sterowania i akwizycji danych.
- PEK\_W8 Zna metodę wykorzystania sieci QNET do budowy rozproszonych systemów sterowania i akwizycji danych.
- PEK\_W9 Rozumie mechanizm szeregowania procesów w systemie RTS, rozumie funkcję priorytetów. Zna metodę szeregowanie zadań cyklicznych, szeregowanie RM i EDF
- PEK\_W10 Zna strategię szeregowania Round Robin, FIFO, sporadyczną.

PEK_W11	Rozumie zjawisko inwersji priorytetów i zna metody jego unikania.
PEK_W12	Rozumie mechanizm wątków POSIX w systemach RTS. Zna metody ich tworzenia, muteksy, zmienne warunkowe
PEK_W13	Zna metody obsługi czasu w systemie RTS
PEK_W14	Rozumie metody obsługi zdarzeń asynchronicznych, sygnałów i impulsów w systemie RTS.
PEK_W15	Zna metody obsługi przerw w systemie QNX6 Neutrino
PEK_W16	Zna standardy dotyczące sprzętu stosowanego w systemach wbudowanych
PEK_W17	Zna metody obsługi zewnętrznych urządzeń interfejsowych
PEK_W18	Zna metody konfiguracji systemu operacyjnego dla systemu wbudowanego
PEK_W19	Zna metody oceny efektywności systemów czasu rzeczywistego
Z zakresu umiejętności:	
PEK_U1	Umie posługiwać się systemem QNX6 Neutrino, narzędziami do edycji, kompilacji i uruchamiania programów. Zna zintegrowane środowisko uruchomieniowe Momentics.
PEK_U2	Umie tworzyć procesy lokalne i zdalne, synchronizować zakończenie procesów, rozumie atrybuty procesów.
PEK_U3	Potrafi utworzyć aplikację składającą się z wielu wykonywanych współbieżnie i równolegle procesów gdzie procesy komunikują się przez wspólne pliki
PEK_U4	Potrafi zastosować kolejki komunikatów POSIX do komunikacji między procesami w systemach akwizycji danych.
PEK_U5	Umie wykorzystać pamięć dzieloną i semafony do synchronizacji dostępu do wspólnych danych.
PEK_U6	Umie zbudować rozproszony system sterowania i akwizycji danych z wykorzystaniem interfejsu gniazdek (komunikacja UDP i TCP).
PEK_U7	Umie zbudować rozproszony system sterowania i akwizycji danych z wykorzystaniem sieci QNET. Umie zbudować aplikację klient-serwer.
PEK_U8	Umie wykorzystać watki w aplikacjach RTS.
PEK_U9	Umie programować interfejs transmisji szeregowej RS232
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEK_K01	Jest świadomy tego że aby współpracujące ze sobą osoby tworzyły sprawnie działający zespół muszą się one komunikować i synchronizować swe działanie.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Systemy wbudowane, systemy czasu rzeczywistego RTS , wymagania na system operacyjny czasu rzeczywistego, bezpieczeństwo w systemach RTS	1
Wy1	Budowa systemu operacyjnego czasu rzeczywistego QNX6 Neutrino	1
Wy2	Procesy - tworzenie atrybuty, kończenie, synchronizacja zakończenia procesu, ograniczenia na zasoby procesu	1
Wy3	Zastosowanie plików do zapamiętywania informacji, komunikacji, we/wy	1
Wy3	Kolejki komunikatów POSIX	1
Wy4	Synchronizacja procesów w systemach RTS, semafony POSIX. Komunikacja przez pamięć dzieloną	1
Wy5	Wykorzystanie interfejsu gniazdek w komunikacji rozproszonej. Adresy	1

	sieciowe, komunikacja bezpołączeniowa i połączeniowa	
Wy6	Komunikacja procesów poprzez komunikaty QNET, usługa nazewnicza GNS, komunikacja rozproszona	1
Wy7	Szeregowanie procesów w systemie RTS. Szeregowanie zadań cyklicznych, szeregowanie RM i EDF	1
Wy7	Szeregowanie procesów w systemie operacyjnym czasu rzeczywistego, priorytety, algorytm RR, FIFO, szeregowanie sporadyczne.	1
Wy8	Inwersja priorytetów i metody jej unikania. Dziedziczenie priorytetów, metoda pułapu priorytetu	1
Wy8, Wy9	Wątki POSIX w systemach RTS – tworzenie, muteksy, zmienne warunkowe, bariery, blokady czytelników i pisarzy, wątki w środowisku wieloprocessorowym	1
Wy9	Obsługa czasu w systemie RTS	1
Wy10	Obsługa zdarzeń asynchronicznych, sygnały, timery	1
Wy11	Obsługa przerw w systemie QNX6 Neutrino	1
Wy12	Sprzęt systemów wbudowanych, standardy PC104, compact PCI, VME	1
Wy13	Obsługa urządzeń zewnętrznych na przykładzie karty interfejsowej PCM3718	1
Wy14	Programowanie interfejsu transmisji szeregowej	1
Wy14, W15	Konfiguracja systemu operacyjnego dla systemu wbudowanego, instalacja systemu na dysku Flash, narzędzia uruchomieniowe systemów wbudowanych	1
Wy15	Metody oceny efektywności systemów czasu rzeczywistego	1
	SUMA GODZIN	<b>20</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie.	1
La1	Posługiwanie się systemem QNX6 Neutrino, posługiwanie się narzędziami do edycji, kompilacji i uruchamiania programów. Zintegrowane środowisko uruchomieniowe Momentics	1
La2	Tworzenie procesów lokalnych, kończenie procesów, atrybuty procesów, przekształcenie procesu w inny proces.	2
La2	Tworzenie procesów zdalnych. Obsługa karty interfejsowej PCM3718 w trybie odpytywania	2
La3	Zastosowanie plików do zapisu wyników i komunikacji między komputerami	2
La4	Zastosowanie kolejek komunikatów POSIX do komunikacji między procesami w systemach akwizycji danych	2
La5	Wykorzystanie pamięci dzielonej i semaforów w synchronizacji dostępu do wspólnych danych.	2
La6	Rozproszony system sterowania i akwizycji danych z wykorzystaniem karty interfejsowej PCM3718, komunikacja UDP.	2
La7	Wykorzystanie komunikatów QNET do budowy systemów rozproszonych. Aplikacje klient-serwer	2

La8	Wątki w systemach RTS	2
La8	Komunikacja szeregową – interfejs RS-232C, protokół MODBUS	2
	Suma godzin	<b>20</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
 N2. Ćwiczenia laboratoryjne  
 N3. Konsultacje  
 N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych  
 N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U06	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W09	Obecność i aktywność na wykładach
F3	PEK_W01 ÷ PEK_W09	Egzamin
$P = 0,3 * F1 + 0,1 * F2 + 0,6 * F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] K. Haviland, D. Gray, B. Salama; UNIX Programowanie systemowe, RM Warszawa 1999.
- [2] QNX Momentics Development Suite Integrated Development Environment Users Guide, QNX Software Systems LDT, Kanata Ontario 2004
- [3] Jędrzej Ułasiewicz, Systemy czasu rzeczywistego, QNX6 Neutrino, wyd. BTC 2008
- [4] Jędrzej Ułasiewicz, Programowanie aplikacji czasu rzeczywistego w systemie QNX6 Neutrino z wykorzystaniem platformy PC104, Raport IIAR Serii Sprawozdania 2012

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] James O. Hamblen, Introduction to embedded systems using Windows embedded CE, Copyright 2007 Georgia Institute of Technology and James O. Hamblen
- [2] QNX Realtime Operating System, System Architecture, QNX Software Systems LDT, Kanata Ontario 2001

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Jędrzej Ułasiewicz jedrzej.ulasiewicz@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Systemy czasu rzeczywistego**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI Systemy automatyki i robotyki**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
PEK_W01	S2AUN_W04	C1	W1	N1, N3, N5
PEK_W02	S2AUN_W04	C2	W1	N1, N3, N5
PEK_W03	S2AUN_W04	C3	W2	N1, N3, N5
PEK_W04	S2AUN_W04	C4	W3	N1, N3, N5
PEK_W05	S2AUN_W04	C5	W3	N1, N3, N5
PEK_W06	S2AUN_W04	C6	W4	N1, N3, N5
PEK_W07	S2AUN_W04	C7	W5	N1, N3, N5
PEK_W08	S2AUN_W04	C8	W6	N1, N3, N5
PEK_W09	S2AUN_W04	C9	W7	N1, N3, N5
PEK_W10	S2AUN_W04	C9	W7	N1, N3, N5
PEK_W11	S2AUN_W04	C10	W8	N1, N3, N5
PEK_W12	S2AUN_W04	C11,	W8,W9	N1, N3, N5
PEK_W13	S2AUN_W04	C12	W9	N1, N3, N5
PEK_W14	S2AUN_W04	C13	W10	N1, N3, N5
PEK_W15	S2AUN_W04	C14	W11	N1, N3, N5
PEK_W16	S2AUN_W04	C15	W12	N1, N3, N5
PEK_W17	S2AUN_W04	C16	W13	N1, N3, N5
PEK_W18	S2AUN_W04	C17	W14	N1, N3, N5
PEK_W19	S2AUN_W04	C18	W15	N1, N3, N5
PEK_U01	S2AUN_U05	C19	La1	N1,N2,N4
PEK_U02	S2AUN_U05	C20	La2	N1,N2,N4
PEK_U03	S2AUN_U05	C21	La3	N1,N2,N4
PEK_U04	S2AUN_U05	C21	La4	N1,N2,N4
PEK_U05	S2AUN_U05	C21	La5	N1,N2,N4
PEK_U06	S2AUN_U05	C22	La6	N1,N2,N4
PEK_U07	S2AUN_U05	C22	La7	N1,N2,N4
PEK_U08	S2AUN_U05	C23	La8	N1,N2,N4
PEK_U09	S2AUN_U05	C24	La8	N1,N2,N4
PEK_K01	K2AIR_K02	C1,C2	La1-La8	N1,N2,N3,N4,N5

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Systemy automatyki przemysłowej</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>System of control engineering</b>
Kierunek studiów:	<b>Automatyka i robotyka</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ARKS204</b>
Grupa kursów:	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>20</b>		<b>20</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>90</b>		<b>90</b>		
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Liczba punktów ECTS	<b>6</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>-</b>		<b>3</b>		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>		<b>2</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

K2AIR\_W10, K2AIR\_U10, K2AIR\_K03

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy o zasadach działania i parametrach czujników pomiarowych
- C2. Nabycie wiedzy o działaniu i programowaniu sterowników
- C3 Nabycie wiedzy o strukturach i zadaniach systemów automatyki
- C4. Nabycie umiejętności doboru czujnika pomiarowego.
- C5. Nabycie umiejętności obsługi sterownika swobodnie programowalnego (PLC).
- C6. Nabycie umiejętności uruchomienia układów regulacji z regulatorem PID
- C7. Nabycie umiejętności wykorzystania sieci przemysłowych w automatyce rozproszonej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

**Z zakresu wiedzy: Zna główne struktury systemów sterowania, zasady działania wybranych urządzeń pomiarowych, sterujących, wykonawczych oraz sieci przemysłowych i metody doboru nastaw regulatora.**

PEK\_W01 – zna różne sposoby pomiaru podstawowych wielkości fizyko-chemicznych.

PEK\_W02 – zna podstawy budowy i działania sterowników PLC i regulatorów.

PEK\_W03 – zna zasady pracy przemysłowych sieci komunikacyjnych.

PEK\_W04 – zna ideę i strukturę wybranych systemów akwizycji i wizualizacji danych

**Z zakresu umiejętności: Potrafi uruchamiać układy regulacji z regulatorem PID oraz dobierać nastawy regulatora, programować i obsługiwać sterowniki swobodnie programowalne, konfigurować i wykorzystywać komputerowe sieci przemysłowe.**

PEK\_U01 – potrafi dobrać przetwornik pomiarowy do procesu.

PEK\_U02 – potrafi określić konfigurację i funkcje sterownika PLC oraz napisać i uruchomić program

PEK\_U03 – potrafi uruchomić układ regulacji PID oraz dobrać nastawy

PEK\_U03 – potrafi określić założenia na sieć komunikacyjną systemu automatyki.

PEK\_U04 – umie skonfigurować układ pomiarowy ze sterownikiem i systemem wizualizacyjnym

PEK\_U05 – potrafi opracować ogólną koncepcję systemu automatyki.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 – myśli i działa w sposób kreatywny,

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Struktura systemu automatyki. Charakterystyka i parametry czujników pomiarowych.	2
Wy2, Wy3	Przykładowe czujniki i przetworniki pomiarowe: temperatury, przesunięcia i siły, ciśnienia i poziomu, przepływu i ilości, parametry fizykochemiczne	4
Wy4	Przetworniki pomiarowe, separacyjne, analogowo-cyfrowe Urządzenia wykonawcze: przekaźniki, styczniki, silniki i siłowniki, przekształtniki częstotliwości, sterowniki mocy.	2
Wy5	Budowa, działanie i programowanie sterowników PLC	2
Wy6	Budowa, działanie i programowanie regulatorów wielofunkcyjnych. Dobór nastaw	2
Wy7	Komunikacja obiektowa – typy, media, interfejsy, arbitraż	2
Wy8	Wybrane protokoły transmisji – Modbus, Profibus, Interbus, Ethernet	2
Wy9	Wybrane panele operatorskie	2
Wy10	Charakterystyka i przykłady systemów SCADA.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		Liczba Godzin
La1	Wprowadzenie. Przemysłowe czujniki, przetworniki pomiarowe oraz urządzenia wykonawcze.	4
La2	Mikroprocesorowe regulatory PID	4
La3	Sterowniki swobodnie programowalne	4
La4	Regulatory wielofunkcyjne i dobór nastaw regulatorów	4
La5	Realizacja i uruchomienie wybranej sieci przemysłowej	4
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora N2. Ćwiczenia laboratoryjne N3. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych, opracowanie sprawozdań N4. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium N5. Konsultacje

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**



<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U05	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W04	Kolokwium pisemne z wykładu
P = 0,5*F1 + 0,5*F2 pod warunkiem, że F1 ≥ 3.0 i F2 ≥ 3.0		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Czemplik A., *Prezentacje do wykładu i opisy ćwiczeń na stronie www*  
 [2] Jabłoński A. i inni: *Automatyka przemysłowa, cz.II.*, Wyd. PWr, Wrocław 1986  
 [3] Klimesz J., Solnik W.: *Urządzenia automatyki-Ćwiczenia laboratoryjne*, Wyd.PWr., Wrocław 1991  
 [4] Kwaśniewski J.: *Programowalne sterowniki przemysłowe w systemach sterowania*. Kraków 1999  
 [5] Kwaśniewski J. :*Przetworniki pomiarowe*. Wyd. AGH Kraków 1994  
 [6] Solnik W., Zajda Z.,: *Sieci przemysłowe Profibus DP i MPI w automatyce*, Wrocław 2010  
 [7] Trybus L.: *Regulatory wielofunkcyjne*, WNT, Warszawa 1992  
 [8] Zajda Z., Żebrowski L.: *Urządzenia i układy automatyki*, Wyd. Pwr., Wrocław 1993  
 Dokumentacje firmowe wybranych urządzeń.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Bolton W. : Programmable Logic Controllers, Elsevier 2003  
 [2] Busch P. : Elementare Regelungstechnik, Vogel Buchverlag 2002  
 [3] Kasprzyk J.: Programowanie sterowników przemysłowych, WNT Warszawa 2006  
 [4] Kriesel W., Heimbold T., Telschow D.,: Bustechnologien fur die Automation, Huthig Verlag Heidelberg 2000  
 [5] Lewis R.W.: Programming industrial control systems using IEC 1131-3, IEE London 1995  
 [6] Park J., Mackay S., Wright E. : Practical Data Communications for Instrumentation and Control, Elsevier 2003  
 [7] Parr E.A. : Programmable Controllers, Elsevier 2003  
 [8] Czasopisma: *Pomiary Automatyka Kontrola, Pomiary Automatyka i Robotyka, Control Engineering(Polska)*.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Anna Czemplik, 71 320 32 85; anna.czemplik@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Systemy automatyki przemysłowej** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2AUN_W03	C1	Wy1÷Wy4	1,2,4
PEK_W02	S2AUN_W03	C2	Wy5÷Wy6	1,2,4
PEK_W03	S2AUN_W03	C3	Wy7÷Wy8	1,2,4
PEK_W04	S2AUN_W03	C3	Wy9÷Wy10	1,2,4
PEK_U01	S2AUN_U14	C4	La1	1,2,3
PEK_U02	S2AUN_U14	C5	La3	1,2,3
PEK_U03	S2AUN_U14	C6	La2,La4	1,2,3
PEK_U04	S2AUN_U14	C7	La5	1,2,3

PEK_U05	S2AUN_U14	C1÷C7	La1÷La5	1,2,3
PEK_K01	S2AUN_K01	C1÷C3	Wy1÷Wy10	1,2,3

<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Projekt przejściowy</b>
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	<b>Passage project</b>
<b>Kierunek studiów:</b>	<b>Automatyka i robotyka (AIR)</b>
<b>Specjalność:</b>	<b>Systemy automatyki i robotyki (AUN)</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ARKS205</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				60	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				240	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				8	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				8	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				4	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

S2AUN\_W02, S2AUN\_W03, S2AUN\_W04

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie umiejętności z zakresu projektowania elewacji szaf sterowniczych.
- C2 Nabycie umiejętności stosowania zabezpieczeń elektrycznych w torach zasilania i torach wykonawczych.
- C3 Nabycie umiejętności doboru i programowania inwerterów.
- C4 Nabycie umiejętności projektowania i tworzenia aplikacji dla stacji operatorskich.
- C5 Nabycie umiejętności z zakresu doboru urządzeń w torach pomiarowych.
- C6 Nabycie umiejętności z zakresu wdrażania procedur konfiguracji i parametryzacji regulatorów.
- C7 Nabycie umiejętności z zakresu stosowania separacji galwanicznej sygnałów obiektowych.
- C8 Nabycie umiejętności z zakresu doboru urządzeń iskrobezpieczonych.
- C9 Nabycie umiejętności z zakresu opisu, implementacji na sterowniku PLC, uruchamiania i dokumentowania algorytmów sterowania.
- C9 Nabycie umiejętności z zakresu doboru i układania okablowania dla obwodów zasilających, sygnałowych i interfejsowych.
- C10 Nabycie umiejętności wyszukiwania i korzystania z dokumentacji i katalogów firmowych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – jest w stanie sformułować założenia projektowe dla elewacji szafy sterowniczej

PEK\_W02 – jest w stanie sformułować założenia projektowe dla inwertera (falownika),

PEK\_W03 – jest w stanie sformułować założenia projektowe dla sterownika PLC,

z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi wykonać projekt elewacji szafy sterowniczej,

PEK\_U02 – potrafi wykonać projekt współpracy sterownika PLC z szafą sterowniczą w zakresie połączeń elektrycznych i sterowania trybami pracy instalacji,

PEK\_U03 – potrafi wykonać projekt toru wykonawczego z silnikami elektrycznymi pracującymi w trybie załącz/wyłącz i zmiany kierunku,

PEK\_U04 – potrafi wykonać projekt instalacji z inwerterami i silnikami asynchronicznymi,

PEK\_U05 – potrafi wykonać projekt torów pomiarowych wielkości nieelektrycznych,

PEK\_U06 – potrafi wykonać projekt instalacji dla strefy zagrożonej wybuchem,

PEK\_U07 – potrafi wykonać projekt okablowania dla układu sterowania automatycznego,

PEK\_U08 – potrafi wykonać projekt procedur związanych z doбором nastaw regulatora w instalacji przemysłowej,

PEK\_U09 – potrafi zeweryfikować projekt instalacji automatycznej regulacji,

z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,

PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba Godzin
Pr1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie. Struktura typowego projektu technicznego. Typowe ograniczenia projektowe: wybór osprzętu elektrycznego, wybór producentów urządzeń, wybór środowiska programistycznego dla urządzeń programowalnych, wybór środowiska programistycznego dla dokumentacji projektu, forma elektroniczna i forma papierowa projektu. Przygotowanie wirtualnej maszyny ze środowiskiem do programowania i symulacji algorytmów sterowania dla wybranego sterownika PLC. Ochrona praw autorskich producentów oprogramowania narzędziowego.	4
Pr2	Szafy sterownicze, rodzaje i typowe funkcje przycisków sterowniczych. Projekt szafy sterowniczej (PR01_cz1): opis ogólny funkcji szafki, projekt elewacji szafki, zestawienie i opis funkcji przycisków, zestawienie materiałów na wykonanie elewacji szafki. Inwentaryzacja sygnałów we/wy sterownika PLC obsługujących elewację szafy sterowniczej.	4
Pr3	Tryby pracy systemu automatyki. Bezpieczne procedury załączania i wyłączania ciągów technologicznych. Awaryjne wyłączenie napędów. Projekt algorytmu sterowania trybami pracy instalacji (PR01_cz2): opis słowny, opis formalny, implementacja w sterowniku PLC, testowanie algorytmu w warunkach laboratoryjnych lub na symulatorze. Projekt elektryczny (schematy ideowe i montażowe) podłączenia elementów z elewacji szafy sterowniczej i zasilania do sterownika PLC (oraz zasilanie jednostki centralnej i modułów sygnałów we/wy).	8
Pr4	Procedury weryfikacji projektu. Procedury prawne związane z weryfikacją projektu. Odbiór szkiców projektowych dla projektów PR01_cz1 i PR01_cz2. Diagnostyka błędów w algorytmach sterowania dla projektu PR01_cz2, poprawa dokumentacji projektu.	4

Pr5	Sterowanie silnikami asynchronicznymi typu załącz/wyłącz oraz sterowanie nawrotne silnikami z rozruchem bezpośrednim. Procedury doboru zabezpieczeń termicznych silnika. Projekt sterowania instalacji z silosem i dwoma taśmociągami (PR01_cz3): algorytm sterowania (opis słowny, opis formalny, implementacja w sterowniku PLC), testowanie algorytmu w warunkach laboratoryjnych lub na symulatorze. Projekt elektryczny (schematy ideowe i montażowe) podłączenia torów wykonawczych do zasilania i do sterownika PLC (oraz zasilanie jednostki centralnej i modułów sygnałów we/wy).	4
Pr6	Sterowanie silnikami asynchronicznymi za pomocą inwerterów. Sterowanie sygnałem analogowym oraz praca z cyfrowym wyborem numeru częstotliwości. Procedury programowania inwertera. Projekt sterowania instalacji z dwoma dmuchawami (PR01_cz4): algorytm sterowania (opis słowny, opis formalny, implementacja w sterowniku PLC), testowanie algorytmu w warunkach laboratoryjnych lub na symulatorze, projekt elektryczny (schematy ideowe i montażowe) podłączenia torów wykonawczych do zasilania i do sterownika PLC (oraz zasilanie jednostki centralnej i modułów sygnałów we/wy), wytyczne do zaprogramowania inwertera, wytyczne do zaprogramowania sterownika PLC.	4
Pr7	Dokumentowanie procedur doboru i modyfikacji parametrów inwertera. Programowanie czasów przyspieszania i zwalniania inerterów. Dokumentacja stanowiskowa porogramowania inwerterów (PR01_cz5): założenia do zaprogramowania inwertera, procedura przywrócenie nastaw fabrycznych, programowanie trybu pracy i zadawanie parametrów dynamicznych inwertera.	4
Pr8	Odbiór szkiców projektowych dla projektów PR01_cz3, PR01_cz4 i PR01_cz5. Diagnostyka błędów w algorytmach sterowania dla projektów, poprawa dokumentacji projektów.	4
Pr9	Przemysłowe pomiary wielkości nieelektrycznych (temperatura, poziom, ciśnienie, przepływ), separacje sygnałów, konfigurowanie modułów analogowych sterownika. Projekt układu regulacji (PR01_cz6): algorytm sterowania (opis słowny, opis formalny, implementacja w sterowniku PLC), testowanie algorytmu w warunkach laboratoryjnych lub na symulatorze. Projekt elektryczny (schematy ideowe i montażowe) podłączenia torów pomiarowych do zasilania i do sterownika PLC (oraz zasilanie jednostki centralnej i modułów sygnałów we/wy).	4
Pr10	Projektowanie układów sterowania z urządzeniami w strefach zagrożonych wybuchem. Sterowanie elektropneumatyczne. Programy do symulacji sterowania układami elektropneumatycznymi. Projekt sterowania manipulatorem pracującym w sterfie zagrożonej wybuchem (PR01_cz7): dobór 2 siłowników, dobór 4 czujników i przetworników, dobór części pneumatycznej, dokumentacja z testowania algorytm sterowania w symulatorze.	4
Pr10	Okablowanie w systemach przemysłowych. Dobór przewodów zasilających, sygnałowych i interfejsowych. Sposób ułożenia przewodów a obciążalność długotrwała przewodów. Systemy kanałów i koryt kablowych. Ochrona przed przepięciami. Projekt rozmieszczenia urządzeń i tras kablowych w hali produkcyjnej (PR01_cz8): podkład architektoniczny, rozmieszczenie urządzeń, trasy kablowe, specyfikacja techniczna do wykonania instalacji. Dokumentacja szafy sterowniczej.	8
Pr11	Modelowanie dynamiki procesów ciągłych w układach regulacji. Metody doboru nastaw regulatorów. Projekt prac związanych z identyfikacją obiektu i doboru	8

	nastaw regulatorów PID (PR01_cz9): schematy blokowe zamkniętych układów regulacji, układ pomiarowy do badania dynamiki obiektu, dokumentacja z implementacji bloków regulatora w sterowniku PLC, dokumentacja procedury zadawania nastaw regulatora (stan po awarii sterownika, ciepły restart sterownika, zadawanie nastaw typowych, zadawanie nastaw optymalnych), układ pomiarowy do badania nastaw regulatora, układ pomiarowy do badania dynamiki zamkniętego układu regulacji.	
Pr12	Weryfikacja projektów.	4
	<b>Suma godzin</b>	<b>60</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
 N2. Ćwiczenia projektowe z zakresu doboru urządzeń w systemach sterowania.  
 N3. Ćwiczenia projektowe z zakresu dokumentowania algorytmów sterowania.  
 N4. Konsultacje - weryfikacja projektów cząstkowych  
 N5. Praca własna – opracowywanie projektów cząstkowych  
 N6. Praca własna – zaprogramowanie algorytmów sterowania na sterowniku PLC i symulacyjne testowanie aplikacji

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 ÷ PEK_W03 PEK_U1 ÷ PEK_U8 PEK_K01 ÷ PEK_K02	obserwacja samodzielności wykonywania projektów cząstkowych, ocena z wykonania projektów cząstkowych,
F2	PEK_U9, PEK_K2	ocena rzetelności weryfikacji cudzego projektu
F3	PEK_W01 ÷ PEK_W09	ocena końcowego projektu
$P = 0,7 * F1 + 0,1 * F2 + 0,2 * F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Siemens, *SIMATIC S7-1200 w przykładach*. Siemens, Warszawa 2011.  
 [2] Kasprzyk J., *Programowanie sterowników przemysłowych*. WNT, Warszawa 2006  
 [3] Kwaśniewski J., *Programowalny sterownik SIMATIC S7-300 w praktyce inżynierskiej*. Wydawnictwo BTC, Legionowo 2009  
 [4] Solnik W., Zajda Z., *Komputerowe sieci przemysłowe Uni-Telway i magistrala rozszerzenia TSX*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2010.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Bolton W.: *Programmable Logic Controllers*. Elsevier 2003  
 [2] Halawa J., *Symulacja i komputerowe projektowanie dynamiki układów sterowania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007

[3] Solnik W., Zajda Z., *Sieci przemysłowe Profibus DP MPI w automatyce*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2010.

Opracowania firmowe:

[1] Strony internetowe producentów sterowników PLC

[2] <http://wazniak.mimuw.edu.pl>

[3] <http://plcs.pl>

[4] <http://controlengineering.pl>

[5] <http://www.automatykaonline.pl/poradnik/>

[6] <https://support.automation.siemens.com>

Czasopisma:

[1] *Pomiary Automatyka Kontrola*

[2] *Pomiary Automatyka i Robotyka*

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Antoni Izworski, [antoni.izworski@pwr.wroc.pl](mailto:antoni.izworski@pwr.wroc.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Projekt przejściowy**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA SPECJALNOŚCI

**Systemy automatyki i robotyki**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2AUN_W1	C1	Pr2	N1, N2, N3
PEK_W02	S2AUN_W4	C3	Pr6	N1, N3, N4
PEK_W03	S2AUN_W3	C9	Pr3, Pr6	N3, N4, N5
				N1, N6
PEK_U01	S2AUN_U5	C9, C10	Pr1	N1, N4, N5, N6
PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04	S2AUN_U4	C9, C10	Pr2, Pr3, Pr4, Pr7	N1, N2, N4, N5
PEK_U05, PEK_U06, PEK_U07	S2AUN_U5, S2AUN_U7	C2, C5, C6, C7	Pr5, Pr6, Pr9, Pr10	N4, N5
PEK_U08, PEK_U09	S2AUN_U1, S2AUN_U7	C6, C9	Pr4, Pr8, Pr11, Pr12	N1, N4
				N1, N2, N3
PEK_K01, PEK_K02	S2AUN_K1	C3, C4, C6	Pr9, Pr10	N1, N3, N4

<b>WYDZIAŁ Elektroniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Seminarium specjalnościowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Advanced study seminar</b>
Kierunek studiów:	<b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność:	<b>Systemy automatyki i robotyki (ASU)</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II ( w trybie niestacjonarnym)</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ARKS206</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					X
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. K2AIR\_W01
2. K2AIR\_W02
3. K2AIR\_W03
4. K2AIR\_K01

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Opracowanie i wygłoszenie seminarium poświęconego wybranemu specjalistycznemu zagadnieniu naukowo-technicznemu z zakresu studiowanej dyscypliny
- C2 Zorganizowanie i prowadzenie dyskusji dotyczącej tego zagadnienia
- C3 Udział w dyskusji na temat tego zagadnienia



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Ma aktualną wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w obszarze dyscypliny

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Potrafi opracować krytycznie konkretne zagadnienie specjalistyczne korzystając z tradycyjnych i elektronicznych źródeł informacji (w języku polskim i angielskim), zaprezentować wyniki w zwartej i uporządkowanej formie.

PEK\_U02 Potrafi przeprowadzić i koordynować dyskusję merytoryczną z uczestnikami prezentacji.

PEK\_U03 Potrafi uczestniczyć w moderowanej dyskusji merytorycznej z uczestnikami prezentacji.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Wygłoszenie seminarium i kierowanie dyskusją na jego temat	1
Se2	Czynny udział w seminarium w roli słuchacza	29
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja komputerowa, rzutnik, tablica

N2. Dyskusja moderowana

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01	Treść i forma wypowiedzi ustnej, jakość prezentacji
F2	PEK_U02	Sprawne prowadzenie dyskusji
F3	PEK_U03	Aktywność w dyskusji
$P = 0.6 * F1 + 0.2 * F2 + 0.2 * F3$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] [2] [3] [4]
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] Czasopisma i książki specjalistyczne wydawnictw naukowych, m.in. IEEE, Kluwer, Elsevier.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Przemysław Śliwiński (przemyslaw.sliwinski@pwr.wroc.pl)</b>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Seminarium specjalnościowe**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI Systemy automatyki i robotyki (AUN)**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
PEK_W01	K2AIR_W04	C3	Se1 Se2	N1,N2
PEK_U01	S2AUN_U12	C1	Se1	N1,N2
PEK_U02	S2AUN_U12	C2	Se1	N2
PEK_U03	S2AUN_U12	C3	Se2	N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Projekt specjalnościowy</b>
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	<b>Specialization project</b>
<b>Kierunek studiów:</b>	<b>Automatyka i robotyka (AIR)</b>
<b>Specjalność:</b>	<b>Systemy automatyki i robotyki (AUN)</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ARKS208</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				20	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Liczba punktów ECTS				2	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				1	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

S2AUN\_W01, S2AUN\_W02, S2AUN\_W03, S2AUN\_W04, S2AUN\_W05

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie umiejętności z zakresu dokumentowania założeń dotyczących doboru sprzętu w komputerowej sieci sterowania.
- C2 Nabycie umiejętności z zakresu dokumentowania założeń dotyczących algorytmów przetwarzania informacji w komputerowej sieci sterowania.
- C3 Nabycie umiejętności z zakresu dokumentowania założeń dotyczących części badawczej projektu.
- C4 Nabycie umiejętności z zakresu dokumentowania części sprzętowej projektu.
- C5 Nabycie umiejętności z zakresu dokumentowania algorytmów przetwarzania informacji.
- C6 Nabycie umiejętności z zakresu dokumentowania i opracowania wyników uzyskanych w części badawczej projektu.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – jest w stanie sformułować założenia projektowe dla części sprzętowej komputerowej sieci sterowania,

PEK\_W02 – jest w stanie sformułować założenia projektowe dla algorytmów realizowanych w komputerowych sieciach sterowania,

PEK\_W03 – jest w stanie sformułować założenia dla wdrażania komputerowej sieci sterowania,

z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi samodzielnie wykonać projekt części sprzętowej,

PEK\_U02 – potrafi samodzielnie wykonać dokumentację z założeniami dla algorytmów przetwarzania informacji w urządzeniach pracujących w sieci przemysłowej,

PEK\_U03 – potrafi wykonać projekt stanowiska badawczego dla wykonywanego projektu,

PEK\_U04 – potrafi samodzielnie w warunkach laboratoryjnych/symulacyjnych implementować w urządzeniu i testować działanie algorytmów przetwarzania informacji,

PEK\_U05 – potrafi samodzielnie wykonać dokumentację z przeprowadzonych badań dla wykonywanego projektu,

PEK\_U06 – potrafi samodzielnie skorygować projekt i wprowadzić oraz udokumentować korekty projektu,

z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,

PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba Godzin
Pr1, Pr2	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie. Struktura typowego projektu specjalnościowego. Typowe ograniczenia projektowe: wybór sprzętu, wybór producentów urządzeń, wybór środowiska programistycznego dla urządzeń programowalnych, wybór środowiska programistycznego dla dokumentacji projektu, forma elektroniczna i forma papierowa projektu. Ochrona praw autorskich producentów oprogramowania narzędziowego.	3
Pr3, Pr4	Projekt wykonawczy cz. 1.: opis technologii, przyjęte rozwiązania projektowe, założenia dotyczące bazy sprzętowej i środowisk programistycznych.	3
Pr5, Pr6	Projekt wykonawczy cz. 2.: ogólny opis algorytmów przetwarzania informacji, formalny opis algorytmów, aplikacja algorytmów w systemie, warunki testowania aplikacji, dokumentacja wdrażania systemu.	3
Pr7	Weryfikacja projektów cz.1 i cz.2.	1
Pr8, Pr9	Projekt wykonawczy cz.3. dokumentacja projektu: dokumentacja części sprzętowej, dokumentacja interfejsu dla oprogramowania, listy zmiennych zewnętrznych/wewnętrznych, listy urządzeń/interfejsów.	3
Pr10, Pr11	Badania laboratoryjne/badania symulacyjne algorytmów/urządzeń. Dokumentacja z badań/pomiarów, testów. Opracowanie wyników testów.	3
Pr12	Weryfikacja projektów cz. 3. oraz dokumentacji z badań.	2
Pr13, Pr14	Korekta projektu. Redakcja części opisowej projektu. Dokumentacja części rysunkowej projektu.	3
Pr15	Weryfikacja projektów.	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>20</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Ćwiczenia projektowe z zakresu doboru urządzeń w komputerowych sieciach sterowania
- N2. Ćwiczenia projektowe z zakresu dokumentowania algorytmów w komputerowych sieciach sterowania
- N3. Konsultacje - weryfikacja projektów cząstkowych
- N4. Praca własna – opracowywanie projektu
- N5. Praca własna – zaprogramowanie algorytmów sterowania i testowanie aplikacji

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1		obserwacja samodzielności wykonywania projektów cząstkowych, ocena z wykonania projektów cząstkowych,
F2		ocena końcowego projektu

$P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2$

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Siemens, *SIMATIC S7-1200 w przykładach*. Siemens, Warszawa 2011.
- [2] Kwaśniewski J., *Programowalny sterownik SIMATIC S7-300 w praktyce inżynierskiej*. Wydawnictwo BTC, Legionowo 2009
- [3] Solnik W., Zajda Z., *Komputerowe sieci przemysłowe Uni-Telway i magistrala rozszerzenia TSX*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2010.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Halawa J., *Symulacja i komputerowe projektowanie dynamiki układów sterowania*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007
- [2] Solnik W., Zajda Z., *Sieci przemysłowe Profibus DP i MPI w automatyce*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2010.

Opracowania firmowe:

- [1] Strony internetowe producentów sterowników PLC
- [2] <http://wazniak.mimuw.edu.pl>
- [3] <http://plcs.pl>
- [4] <http://controlengineering.pl>
- [5] <http://www.automatykaonline.pl/poradnik/>
- [6] <https://support.automation.siemens.com>

Czasopisma:

- [1] Pomiary Automatyka Kontrola
- [2] Pomiary Automatyka i Robotyka

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Antoni Izworski, antoni.izworski@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Projekt przejściowy**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA SPECJALNOŚCI**  
**Systemy automatyki i robotyki**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W1	S2AUN_W02	C1	Pr1, Pr3, Pr4	N1, N3, N4
PEK_W2	S2AUN_W04	C2, C5	Pr2, Pr5, Pr6	N2, N5
PEK_W3	S2AUN_W02	C1, C2	Pr12, Pr13, Pr14	N4, N5
PEK_U1	S2AUN_U04, S2AUN_U10	C1, C4, C6	Pr3, Pr4, Pr8, Pr9	N4, N5
PEK_U2	S2AUN_U12, S2AUN_U10	C2, C4	Pr5, Pr6, Pr10, Pr11	N1, N4
PEK_U3	S2AUN_U05, S2AUN_U10	C2, C5, C6	Pr1, Pr2, Pr5, Pr6	N2, N3, N5
PEK_U4	S2AUN_U01, S2AUN_U10	C2, C3, C6	Pr5, Pr6, Pr10, Pr11	N2, N3, N4, N5
PEK_U5	S2AUN_U02, S2AUN_U05, S2AUN_U10	C2, C5, C6	Pr5, Pr6, Pr10, Pr11	N2, N3, N4
PEK_U6	S2AUN_U05, S2ARUN_U10	C2, C3, C5	Pr13, Pr14, Pr15	N3, N4
PEK_K1, PEK_K2	S2AUN_K01	C2, C3, C5	Pr1, Pr2, Pr7, Pr12	N4, N5

<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
	<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Seminarium dyplomowe</b>
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	<b>Graduate Seminar</b>
<b>Kierunek studiów:</b>	<b>Automatyka i robotyka (AIR)</b>
<b>Specjalność:</b>	<b>Systemy automatyki i robotyki (AUN)</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ARKS211</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					20
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					<b>3</b>
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					3
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					2

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie umiejętności poszukiwania selektywnej wiedzy niezbędnej do tworzenia własnych oryginalnych rozwiązań.
- C2 Zdobycie umiejętności przygotowania prezentacji pozwalającej w sposób komunikatywny przekazać słuchaczom swoje oryginalne pomysły, koncepcje i rozwiązania.
- C3 Nabycie umiejętności kreatywnej dyskusji, w której w sposób rzeczowy i merytoryczny można uzasadnić i obronić swoje stanowisko.
- C4 Nabycie umiejętności pisania dzieła prezentującego własne osiągnięcia, w tym prezentacji własnych osiągnięć na tle rozwoju myśli światowej.



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 posiada wiedzę umożliwiającą przygotowanie i napisanie dzieła prezentującego własne rozwiązania naukowo-techniczne

PEK\_W02 posiada wiedzę o aktualnym stanie rozwoju technologii w systemach automatyki i robotyki z uwzględnieniem rozwiązań katalogowych i metod projektowania

### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki własnych oryginalnych badań

PEK\_U02 potrafi w dyskusji rzeczowo uzasadnić swoje oryginalne pomysły i rozwiązania

PEK\_U03 potrafi krytycznie ocenić rozwiązania naukowo-techniczne innych osób

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad przygotowania i pisania pracy dyplomowej, a w szczególności przedstawienie zasad edytorskich	1
Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące omówienia aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	5
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową	4
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące zrealizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku autora wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	10
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja multimedialna

N2. dyskusja problemowa

N3. praca własna

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W02, PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_W01, PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
P= 0.5 F1+0.5 F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura związana z problematyką pracy dyplomowej

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)****Prof. dr hab. inż. Zygmunt Hasiewicz, zygmunthasiewicz@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Seminarium dyplomowe**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)</b>	<b>Cele przedmiotu</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego</b>
<b>PEK_W01</b>	K2AIR_W04, K2AIR_W09	C4	Se1	N2
<b>PEK_W02</b>	K2AIR_W04, K2AIR_W09	C1	Se2, Se3	N3
<b>PEK_U01</b>	K2AIR_U06	C2	Se2, Se4	N1
<b>PEK_U02</b>	K2AIR_U06	C3	Se3, Se4	N2, N3
<b>PEK_U03</b>	K2AIR_U06	C1, C2, C3, C4	Se3, Se4	N2, N3

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Wykład monograficzny (Modele obiektów technologicznych)**Nazwa w języku angielskim: **Models of technological plant**Kierunek studiów: **Automatyka i robotyka**Stopień studiów i forma: **II stopień, niestacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**Kod przedmiotu: **SCKS201**Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>10</b>				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>30</b>				
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>-</b>				
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

K2AIR\_W10, K2AIR\_U10, K2AIR\_K03

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie umiejętności konstruowania modeli dynamiki prostych układów fizycznych.
- C2. Nabycie umiejętności tworzenia modeli złożonych obiektów technologicznych.
- C3. Nabycie umiejętności doboru narzędzi badawczych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

#### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna zasady konstrukcji modeli dynamiki na podstawie praw zachowania

PEK\_W02 – zna zasady sterowania wybranych obiektów technologicznych

PEK\_W03 – zna możliwości prowadzenia badań symulacyjnych

#### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi skonstruować modele elementarnych procesów technologicznych

PEK\_U02 – potrafi złożyć modele wybranych obiektów technologicznych

PEK\_U03 – potrafi dobrać narzędzia do analizy i symulacji złożonego modelu.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – kreatywność w poszukiwaniu rozwiązania problemu,

PEK\_K02 – rozumie konieczność rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Zasady konstrukcji modelu na podstawie praw zachowania	2
Wy2	Konstrukcja elementarnych modeli obiektów ciepłowniczych	2
Wy3	Konstrukcja elementarnych modeli obiektów hydraulicznych	2
Wy4	Model węzła ciepłowniczego. Model układów hydraulicznych ciepłowni	2
Wy5	Konstrukcja elementarnych modeli obiektów klimatyzacyjnych	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>10</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora

N2. Praca własna – samodzielne studia

N3. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 ÷ PEK_W03	Domowa praca pisemna
P = F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Czemplik A., *Praktyczne wprowadzenie do opisu, analizy i symulacji dynamiki obiektów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012

[2] Czemplik A., *Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów*, WNT, Warszawa 2008

[3] Close C.C., Frederick D.K., Newell J.C., *Modeling and analysis of dynamic systems*, John Wiley & Sons, 2002

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] Osowski S., *Modelowanie i symulacja układów i procesów dynamicznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Anna Czemplik, 71 320 32 85; anna.czemplik@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
Modele obiektów technologicznych (wykład monograficzny)  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2AUN_W01	C1	Wy1÷Wy3	1,2
PEK_W02	S2AUN_W01	C2	Wy4÷Wy5	1,2
PEK_W03	S2AUN_W01	C3	Wy1÷Wy5	1,2
PEK_U01	S2AUN_U01	C1	Wy1÷Wy3	1,2
PEK_U02	S2AUN_U01	C2	Wy4÷Wy5	1,2
PEK_U03	S2AUN_U01	C3	Wy1÷Wy5	1,2
PEK_K01		C1÷C3	Wy1÷Wy5	1,2
PEK_K02		C1÷C3	Wy1÷Wy5	1,2