

**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: **ARKK00001**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>80</b>		<b>70</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>6</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		F1>2, F2>2

### 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_W05	C1..C8	Wy1..Wy10	1,3,5
PEK_W02	K2AIR_W05	C2,C3	Wy3,Wy4	1,3,5
PEK_W03	K2AIR_W05	C5,C8	Wy8	1,3,5
PEK_W04	K2AIR_W05	C1	Wy1	1,3,5
PEK_W05	K2AIR_W05	C7	Wy9	1,3,5
PEK_U01	K2AIR_U06	C1..C8	La1..La10	2,3,4
PEK_U02	K2AIR_U06	C3,C4	La5..La7	2,3,4
PEK_U03	K2AIR_U06	C2,C3,C5,C6	La5,La9	2,3,4
PEK_U04	K2AIR_U06	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>
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):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>ARKK0006</b>
Grupa kursów	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	<b>6</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		2		
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 systemach wytwarzania

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

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

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Potrafi opracować model oraz znaleźć rozwiązanie dokładny problemu dyskretny przy pomocy pakietu optymalizacyjny
- PEK\_U02 Potrafi opracować i zaimplementować algorytm dokładny dla problemów jednomaszynowych rozwiązywanych w czasie wielomianowy
- PEK\_U03 Potrafi zaimplementować algorytm oparty na metodzie programowania dynamicznego.
- PEK\_U04 Umie zaimplementować konstrukcyjny algorytm harmonogramowania zadań w przepływowy systemie produkcyjny

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Modele systemów i procesów: grafowe, kombinatoryczne, programowania dyskretny, Petriego, rozmyte, kolejkowe, stochastyczne.	2

Wy2	Wybrane problemy praktyczne: plecak, rozmieszczenie, komiwojażer, szeregowanie zadań.	2
Wy3	Dokładne i przybliżone metody optymalizacji dyskretnej. Ocena jakości metod.	2
Wy4	Schemat programowania dynamicznego. Schemat podziału i ograniczeń.	2
Wy5-6	Programowanie liniowe. Algorytm Land-Doiga. Algorytm płaszczyzn odcinających. Algorytm Balasa.	4
Wy7	Algorytmy termodynamiczne. Symulowane wyżarzanie.	2
Wy8	Algorytmy poszukiwań lokalnych. Algorytmy genetyczne.	2
Wy9	Warstwowe struktury sterowania. Strategie wytwarzania. Sterowanie a zarządzanie.	2
Wy10	Priorytetowe reguły szeregowania. Symulacje systemów i procesów.	2
	Suma godzin	<b>20</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 dyskretnej	3
La3	Opracowanie i implementacja algorytmów dokładnych dla problemów jednomaszynowych rozwiązywanych w czasie wielomianowym	2
La4	Implementacja algorytmu programowania dynamicznego dla problemu $1  \sum W_i T_i$ , porównanie do przeglądu zupełnego.	2
La5	Implementacja algorytmu NEH dla problemu przepływowego. Projekt, implementacja oraz badania algorytmu symulowanego wyżarzania dla problemu przepływowego	2
	Suma godzin	10

<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

Oceny (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 <b>F1&gt;2, F2&gt;2</b>		

### 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 (IMIE, 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**

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_W07	C1	Wy1	N1, N2, N3
PEK_W02	K2AIR_W07	C1	Wy2	N1, N2, N3
PEK_W03	K2AIR_W07	C1	Wy3	N1, N2, N3
PEK_W04	K2AIR_W07	C2	Wy4	N1, N2, N3
PEK_W05	K2AIR_W07	C2	Wy5	N1, N2, N3
PEK_W06	K2AIR_W07	C2	Wy6	N1, N2, N3
PEK_W07	K2AIR_W07	C2	Wy7	N1, N2, N3
PEK_W08	K2AIR_W07	C2	Wy8	N1, N2, N3
PEK_W09	K2AIR_W07	C3	Wy9	N1, N2, N3
PEK_W10	K2AIR_W07	C4	Wy10	N1, N2, N3
PEK_U01	K2AIR_U07	C5,C6	La1-2	N3, N4, N5
PEK_U02	K2AIR_U07	C5,C6	La3	N3, N4, N5
PEK_U03	K2AIR_U07	C5,C6	La4	N3, N4, N5
PEK_U04	K2AIR_U07	C5,C6	La5	N3, N4, N5
PEK_K01 PEK_K02	K2AIR_K01 K2AIR_K02	C1-C6	Wy1-Wy15, La1-La8	N1-N5

**FACULTY of Electronics****SUBJECT CARD**Name in Polish: **Systemy sterowania robotów**Name in English: **Systems of robot control**Main field of study (if applicable): **Control Engineering and Robotics**Specialization (if applicable): **Systems of Control Engineering and Robotics)**Level and form of studies: **2nd level, non-stationary**Kind of subject: **obligatory**Subject code: **ARKS00214**Group of courses: **YES**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20	10			
Number of hours of total student workload (CNPS)	50	25			
Form of crediting	crediting with grade	crediting with grade			
For group of courses mark (X) the final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes		2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	3	2			

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

K2AIR\_W01, K2AIR\_W05, K2AIR\_W08, K2AIR\_U05, K2AIR\_U08

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1. Student can design control algorithm for object with different level of knowledge of its dynamics.  
 C2. Student can transform model of robot's dynamics depending of knowledge of type of uncertainty occurring in it.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEK\_W01 – student knows main structures of robot control systems.

PEK\_W02 – student can design control algorithm for robots using different level of knowledge of their dynamics and constraints occurring in motion.

PEK\_W03 – student can formulate crucial tasks for manipulating robots: he defines undergoals for control, matches adequate solutions and knows properties of proposed solutions.

relating to skills:

PEK\_U01 – student can design and enumerate regulators and match regulation parameters for control process.

PEK\_U02 – student can design control algorithm for selected manipulator depending on knowledge of their dynamics and constraints appearing in motion.

PEK\_U03 – student can solve motion planning problem, match algorithm for dedicated task and compile proposed solution.

### PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to the lectures, requirements, bibliography.	2
Lec2	Kinematics of robotic manipulators. Denavit-Hartenberg notation.	2
Lec3	Dynamics of robotic manipulators. Centralized and decentralized control system.	2
Lec4	Nonadaptive computed torque control: exact linearization. Nonadaptive passivity-based control.	2
Lec5	Linear parametrization of robot dynamics. Regression matrix.	2
Lec6	Adaptive computed torque control. Adaptive passivity-based control.	2
Lec7	Robust control. Sliding mode control.	2
Lec8	Algorithms for lack of knowledge about robot dynamics: $\lambda$ -tracking, PD regulation.	2
Lec9	Input-output decoupling control. MoveL instruction.	2
Lec10	Repetition.	2
	Total hours	20

### Form of classes - classes

Form of classes - classes		Number of hours
C11	Calculation of dynamics for double pendulum manipulator.	2
C12	Designing of nonadaptive control algorithm for double pendulum.	2
C13	Linear parametrization of double pendulum's dynamics – different forms depending on uncertainties in model.	2
C14	Designing of adaptive and robust control algorithm of trajectory tracking task for double pendulum.	3
C15	Writing test.	1
	Total hours	10

### TEACHING TOOLS USED

N1. Traditional lecture.

N2. Calculus during classes.

N3. Consultation.

N4. Individual work – preparation of double pendulum's dynamics.

N5. Individual work – preparation to test.

<b>EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation: F - forming (during semester), C - concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Writing test.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Writing test.
C = 0,5·F1 + 0,5·F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>
1. Tchoń K., Mazur A., Duleba I., Hossa R., Muszyński R.: Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 2000. 2. Canudas de Wit C., Siciliano B., Bastin G.: Theory of Robot Control, Springer, New York 1996. 3. Mazur A.: Sterowanie oparte na modelu dla nieholonomicznych manipulatorów mobilnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.
<b>SECONDARY LITERATURE:</b>
1. Jacak W., Tchoń K.: Podstawy robotyki, skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1992.

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
Alicja Mazur, 71 320 41 70, alicja.mazur@pwr.edu.pl

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
**Systems of robot control**  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
**Control Engineering and Robotics (AIR)**  
AND SPECIALIZATION **Systems of Control Engineering and Robotics**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for the main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01	S2AUR_W01	C1	Lec1, Lec3, Lec9, Lec10	1, 3, 5
PEK_W02	S2AUR_W02	C1	Lec4÷Lec9	1, 3, 5
PEK_W03	S2AUR_W03	C1	Lec2, Lec3, Lec7	1, 3, 5
PEK_U01	S2AUR_U01	C2	C11, C12	2, 3, 4
PEK_U02	S2AUR_U02	C2	C13, C15	2, 3, 4
PEK_U03	S2AUR_U03	C2	C14, C15	2, 3, 4

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\* - from table above

**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: **II, niestacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **ARKK00102**  
 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>60</b>	<b>40</b>	<b>80</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>6</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3</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 i modelowania środowiska robota

PEK\_W03 – Zna metody planowania ruchu i 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
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_W03	Kolokwium pisemne, opracowanie wybranych zagadnień
P=0.5*F3+0.25*F2+0.25*F1, pod warunkiem zaliczenia F1, F2 i F3		

## 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 (IMIE, 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,Wy8	1,4,5
<b>PEK_W02</b>	S2ASU_W03	C1,C2	Wy2 – Wy4	1,4,5
<b>PEK_W03</b>	S2ASU_W03	C2	Wy5 - Wy7, Wy9, Wy10	1,4,5
<b>PEK_U01</b>	S2ASU_U02,S2ASU_U03	C2,C5	Ćw1 – Ćw3, La3, La5	2,3,6,7
<b>PEK_U02</b>	S2ASU_U03	C2,C5	Ćw4, La2	2,3,6,7
<b>PEK_U03</b>	S2ASU_U02,S2ASU_U03	C4	Ćw3, Ćw5, La1 – La5	2,3,6,7

S2ASU\_W03

FACULTY ..... / DEPARTMENT.....
<b>SUBJECT CARD</b>
<b>Name in Polish Diagnostyka procesów</b>
<b>Name in English Fault diagnosis of industrial processes</b>
<b>Main field of study (if applicable): Control Engineering and Robotics</b>
<b>Specialization (if applicable): .....</b>
<b>Level and form of studies: 2nd level, part-time</b>
<b>Kind of subject: obligatory</b>
<b>Subject code ARKK00103 ASU</b>
<b>Group of courses YES</b>

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	<b>90</b>		<b>60</b>		
Form of crediting	crediting with grade		crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	6		0		
including number of ECTS points for practical (P) classes	0		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1		2		

\*delete as applicable

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
--

<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>
---------------------------

- |   |
|---|
| <p>C1 Getting knowledge on approaches to industrial diagnostics</p> <p>C2 Getting skills of selecting a camera to a process</p> <p>C3 Getting knowledge of defects and objects detection based on thresholding</p> <p>C4 Getting knowledge of defects and objects detection based on contouring</p> <p>C5 Getting knowledge of decision support methods used in diagnostics</p> <p>C6 Getting knowledge of control charts</p> |
|---|

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK\_W01 - knows basic methods of defects and objects detection

PEK\_W02 - has knowledge of modules useful in industrial image processing

PEK\_W03 - knows basic rules of thresholding and contouring

PEK\_W04 - knows basic types of control charts

PEK\_W05 - knows basic ideas of decision making in diagnostics

relating to skills:

PEK\_U01 - is able to select a type of camera

PEK\_U02 - has skills that are necessary to select a control chart

PEK\_U03 - is able to select a method of decision making

PEK\_U04 - has skills that are necessary to implement

PEK\_U05 - is able to construct a

PEK\_U06 - has skills that are necessary to solve

PEK\_U07 - is able to select and implement a method

relating to social competences:

PEK\_K01 Understands the role of quality control for a society and an enterprise

PEK\_K02 Understands the necessity of self-learning

### PROGRAMME CONTENT

<b>Form of classes - lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1-2	Review of control charts and image processing applications	4
Lec 3-4	Selection of a camera and its tuning to a process	4
Lec 5-6	Searching for objects and defects	4
Lec 7-8	Examples	4
Lec 9-10	Control chart and CV system	4
	Total hours	20

<b>Form of classes - laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Types of cameras and their tuning	2
Lab 2	defects detection and localization by contouring and segmentation	2
Lab 3	Classifying defects – a classifier selection	2
Lab 4	Control charts for the mean	2
Lab 5	Control charts for the variance	2
	Total hours	10

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Lectures + Video projector
- N2. Lab. exercises
- N3. Consulting
- N4 Homework - analysis of lab results
- N5 Homework – studies of selected methods

### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 ÷ PEK_W04 PEK_K01 ÷ PEK_K02	Questions and answers,
F2	PEK_U01 ÷ PEK_U03	Written summary, evaluation of lab exercises
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$ $F1 > 2, F2 > 2$		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### **PRIMARY LITERATURE:**

[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.

#### **SECONDARY LITERATURE:**

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

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

**Prof. dr hab. inż. Ewaryst Rafajłowicz 320-27-95 ewaryst.rafajlowicz@pwr.wroc.pl**

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR  
 SUBJECT  
 Fault diagnosis of industrial processes  
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY **Control**  
**Engineering and Robotics**  
 AND SPECIALIZATION .....**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04,	S2ASU_W07	C1-C6	Wy1 – Wy10,	1,3,5
PEK_U01-PEK_U03,	S2ASU_U08	C1-C6	Lab1 - Lab5	2,4

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\*\* - from table above

Wydział Elektroniki PWr

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Teoria i metody optymalizacji

Nazwa w języku angielskim: Optimization theory and advanced numerical methods

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Automatyka i Robotyka

Stopień studiów i forma: II stopień, niestacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu: ARKK15002

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>80</b>			<b>70</b>	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>7</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-Karush’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. Zadanie wielokryterialne. Optymalność w sensie Pareto .	2
Wy10	Kolokwium	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>P=0.5*F1+0.5*F2</b>	F1>2, F2>2	



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Stachurski A.: Wprowadzenie do optymalizacji, Ofic. Wyd. PW, Warszawa, 2009.
- [2] Stadnicki J.: Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacji z przykładami zastosowań technicznych, WNT, Warszawa, 2006.
- [3] Cegielski A.: Programowanie matematyczne, Ofic. Wyd. Uniw. Zielona Góra, Zielona Góra, 2002.
- [4] Kusiak J., Danielewska-Tulecka A.: Oprycha P., Optymalizacja. Wybrane metody z przykładami zastosowań, PWN, Warszawa, 2009.
- [5] Ostanin A.: Optymalizacja liniowa i nieliniowa, Wyd. Pol. Biał., Białystok, 2005.
- [6] Arabas J.: Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, Warszawa, 2001.
- [7] 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.edu.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_W06	C1, C2	Wy1÷Wy4 Wy6	N1, N2,N3, N4
PEK_W02	K2AIR_W06	C3	Wy5, Wy7	N1, N2, N3, N4
PEK_W03	K2AIR_W06	C4	Wy8÷Wy10	N1, N2, N3, N4
PEK_U01	K2IR_U07	C3	Pr1÷Pr3	N2, N3, N5
PEK_U02	K2IR_U07	C4, C5	Pr4	N2, N3, N5

PEK_U03	K2IR_U07	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>ARKK15003</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)	80	70			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	7				
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 pożądanych 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 F1>2, F2>2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Greblicki W., *Podstawy automatyki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2006
- [2] Halawa J., *Symulacja i komputerowe projektowanie dynamiki układów sterowania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007
- [3] Kaczorek T., Dzieliński A., Dąbrowski W., Łopatka R., *Podstawy teorii sterowania*, WNT, Warszawa, 2005
- [4] Kaczorek T., *Teoria sterowania i systemów*, PWN, Warszawa 1996
- [5] Kaczorek T., *Teoria sterowania*, PWN, Warszawa, t.1,1977, t.2,1981
- [6] Górecki H., *Optymalizacja systemów dynamicznych*, PWN, Warszawa, 1993
- [7] Zabczyk J., *Zarys matematycznej teorii sterowania*, PWN, 1991
- [8] Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki A., *Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji*, PWN, 1980
- [9] Pełczewski W., *Teoria sterowania*, WNT, Warszawa, 1980
- [10] Pułaczewski J., Szacka K., Manitius A., *Zasady automatyki*, WNT, Warszawa, 1974
- [11] Kaczorek T., *Teoria układów regulacji automatycznej*, WNT, 1974

Strona internetowa:

<http://staff.iiar.pwr.wroc.pl/krystyn.styczen/>

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Betts J.T., *Practical Methods for Optimal Control and Estimation Using Nonlinear Programming*, SIAM, Philadelphia, 2010
- [2] Speyer J.L., Jacobson D.H., *Primer on Optimal Control Theory*, SIAM, Philadelphia, 2010.
- [3] Biegler L.T., *Nonlinear Programming*, SIAM, Philadelphia, 2010
- [4] Åström K.J., Murray R.M., *Feedback Systems*, Princeton University Press, 2008

- [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	K2AIR_W04	C1	W-y1,2	1, 2, 3
PEK_W02	K2AIR_W04	C1	W-y1,2	1, 2, 3
PEK_W03	K2AIR_W04	C2	W-y3,4	1, 2, 3
PEK_W04	K2AIR_W04	C3	W-y5,6	1, 2, 3
PEK_W05	K2AIR_W04	C6	W-y7,8	1, 2, 3
PEK_W06	K2AIR_W04	C6	W-y7,8	1, 2, 3
PEK_W07	K2AIR_W04	C7	W-y9,10	1, 2, 3
PEK_U01	K2AIR_U05	C1	Ćw1	2,3
PEK_U02	K2AIR_U05	C2	Ćw1	2, 3
PEK_U03	K2AIR_U05	C3	Ćw2	2, 3
PEK_U04	K2AIR_U05	C4,C5	Ćw3	2, 3
PEK_U05	K2AIR_U05	C6	Ćw4	2, 3
PEK_U06	K2AIR_U05	C7	Ćw5	2, 3

\*\* - z tabeli powyżej

FACULTY of Electronics..... / DEPARTMENT.....

**SUBJECT CARD****Name in Polish** Sterowanie neuronowe i rozmyte**Name in English** Neural and fuzzy control**Main field of study (if applicable):** Control Engineering and Robotics**Specialization (if applicable):** Computer Systems in Control Engineering and Robotics**Level and form of studies:** 2-nd level, part-time**Kind of subject:** obligatory**Subject code** ARKS00109**Group of courses** YES

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	<b>100</b>		<b>50</b>		
Form of crediting	crediting with grade		crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	<b>6</b>				
including number of ECTS points for practical (P) classes	-		<b>2</b>		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	<b>2</b>		<b>1</b>		

\*delete as applicable

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES****SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 To gain knowledge of neural nets and fuzzy systems in control systems and robotics
- C2 To gain knowledge of neural modelling
- C3 To gain knowledge of fuzzy systems
- C4 To gain knowledge of learning neural nets
- C5 To gain knowledge of structures of neural networks and their applications
- C6 To get skills in designing neural nets and fuzzy controllers
- C7 To get skills in simple fuzzy systems design

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK\_W01 - has knowledge of neural nets and their learning

PEK\_W02 - has knowledge of modelling of dynamical systems using neural nets

PEK\_W03 - knows basic methods and algorithms useful in neural controllers

PEK\_W04 – has knowledge of fuzzy systems and fuzzy reasoning

PEK\_W05 – knows basic facts about Takagi-Sugeno systems

PEK\_W06 – has knowledge of hybrid neural-fuzzy systems

PEK\_W07 – knows basic programmers tools for designing neural and fuzzy systems

relating to skills:

PEK\_U01 – is able to implement a neural net for solving simple problems

PEK\_U02 – has skills that are necessary to design a simple neural model of a dynamical system

PEK\_U03 – is able to implement a simple neuro-fuzzy controller

PEK\_U04 – has skills that are necessary to implement the Takagi-Sudeno controller

relating to social competences:

PEK\_K01 Has competences to search and analyze papers

PEK\_K02 Understands the need of studying new topics

### PROGRAMME CONTENT

<b>Form of classes - lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction to neral and fuzzy systems	3
Lec 2	Structures of NN	3
Lec 3	Effective algorithms of learning NN	3
Lec 4	Nonlinear NN models	3
Lec 5	Neuro controllers based on the inverse model	3
Lec 6	Specialized learnig. Model based control	3
Lec 7	Fuzzy sets – basic notions	3
Lec 8	Fuzzy reasoning Takagi-Sugeno systems	3
Lec 9	Fuzzy and neuro-fuzzy systems in control systems	3
Lec 10	Summary of the course	3
	Total hours	30



<b>Form of classes - laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction. Implementation of a simple NN	2
Lab 2	NN as approximator	2
Lab 3	Modelling a simple dynamical system by NN using SYSID	2
Lab 4	Control of a nonlinear system using neuro-controller (using NNCTRL)	2
Lab 5	Simulations of a fuzzy controller	2
	Total hours	10

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
N1. Lectures + Video projector N2. Lab. exercises N3. Consulting N4 Homework - analysis of lab results N5 Homework – studies of selected methods

#### **EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	<b>Educational effect number</b>	<b>Way of evaluating educational effect achievement</b>
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U04 PEK_K01 ÷ PEK_K02	Questions and answers, evaluation of lab exercises
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W06	Test
P= 0,4*F1 + 0,6*F2		F1>2, F2>2

#### **PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

##### **PRIMARY LITERATURE:**

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.

##### **SECONDARY LITERATURE:**

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

www pages

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

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

##### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

**Ewa Skubalska-Rafajłowicz 320-33-45 ewa.rafajlowicz@pwr.wroc.pl**

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
Neural and fuzzy control  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
Control Engineering and Robotics**

<b>Subject educational effect</b>	<b>Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**</b>	<b>Subject objectives***</b>	<b>Programme content***</b>	<b>Teaching tool number***</b>
PEK_W01	S2ASU_W08	C1,C4,C5	Lec1-3	1,3,5
PEK_W02	S2ASU_W08	C2	Lec3, Lec4	1,3,5
PEK_W03	S2ASU_W08	C6	Lec5,6	1,3,5
PEK_W04	S2ASU_W08	C7	Lec7-Lec8	1,3,5
PEK_W05	S2ASU_W08	C7	Lec8	1,3,5
PEK_W06	S2ASU_W08	C7	Lec9	1,3,5
PEK_W07	S2ASU_W08	C1-C7	La1-La5	1,2,3,4
PEK_U01	S2ASU_U08	C6	La1,La2	1,2, 3,4
PEK_U02	S2ASU_U08	C6	La3	1,2,3, 4
PEK_U03	S2ASU_U08	C6	La4	1,2,3,4
PEK_U04	S2ASU_U08	C7	La5	1,2,3,4
PEK_K01	K2AIR_K1	C1-C6	La1-La5	1,2,3,4
PEK_K02	K2AIR_K1	C1-C6	La1-La5	1,2,3,4

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\*\* - from table above

**FACULTY of Electronics****SUBJECT CARD**Name in Polish: **Systemy sterowania robotów**Name in English: **Systems of robot control**Main field of study (if applicable): **Control Engineering and Robotics**Specialization (if applicable): **Computer Systems in Control Engineering and Robotics**Level and form of studies: **2nd level, non-stationary**Kind of subject: **obligatory**Subject code: **ARKS00110**Group of courses: **YES**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	10			
Number of hours of total student workload (CNPS)	75	25			
Form of crediting	crediting with grade	crediting with grade			
For group of courses mark (X) the final course	X				
Number of ECTS points	6				
including number of ECTS points for practical (P) classes		2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	4	2			

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

K2AIR\_W01, K2AIR\_W05, K2AIR\_W08, K2AIR\_U05, K2AIR\_U08

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1. Student can design control algorithm for object with different level of knowledge of its dynamics.  
 C2. Student can transform model of robot's dynamics depending of knowledge of type of uncertainty occurring in it.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEK\_W01 – student knows main structures of robot control systems.

PEK\_W02 – student can design control algorithm for robots using different level of knowledge of their dynamics and constraints occurring in motion.

PEK\_W03 – student can formulate crucial tasks for manipulating and flexible robots: he defines undergoals for control, matches adequate solutions and knows properties of proposed solutions.

relating to skills:

PEK\_U01 – student can design and enumerate regulators and match regulation parameters for control process.

PEK\_U02 – student can design control algorithm for selected manipulator or mobile robot depending on knowledge of their dynamics and constraints appearing in motion.

PEK\_U03 – student can solve motion planning problem, match algorithm for dedicated task and compile proposed solution.

### PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to the lectures, requirements, bibliography.	2
Lec2	Kinematics of robotic manipulators. Denavit-Hartenberg notation.	3
Lec3	Dynamics of robotic manipulators. Centralized and decentralized control system.	4
Lec4	Nonadaptive computed torque control: exact linearization. Nonadaptive passivity-based control.	4
Lec5	Linear parametrization of robot dynamics. Regression matrix.	2
Lec6	Adaptive computed torque control. Adaptive passivity-based control.	3
Lec7	Robust control. Sliding mode control. Algorithms for lack of knowledge about robot dynamics: $\lambda$ -tracking, PD regulation.	3
Lec8	Input-output decoupling control. MoveL instruction.	3
Lec9	Dynamics of robots with elastic joints. Selected control algorithms for manipulators with elastic joints.	4
Lec10	Repetition.	2
	Total hours	30

### Form of classes - classes

Form of classes - classes		Number of hours
C11	Calculation of dynamics for double pendulum manipulator.	2
C12	Designing of nonadaptive control algorithm for double pendulum.	2
C13	Linear parametrization of double pendulum's dynamics – different forms depending on uncertainties in model.	2
C14	Designing of adaptive and robust control algorithm of trajectory tracking task for double pendulum.	3
C15	Writing test.	1
	Total hours	10

### TEACHING TOOLS USED

N1. Traditional lecture.

N2. Calculus during classes.

N3. Consultation.

N4. Individual work – preparation of double pendulum's dynamics.

N5. Individual work – preparation to test.

<b>EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation: F - forming (during semester), C - concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Writing test.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Writing test.
C = 0,5·F1 + 0,5·F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>
1. Tchoń K., Mazur A., Duleba I., Hossa R., Muszyński R.: Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 2000. 2. Canudas de Wit C., Siciliano B., Bastin G.: Theory of Robot Control, Springer, Nowy Jork 1996.
<b>SECONDARY LITERATURE:</b>
1. Jacak W., Tchoń K.: Podstawy robotyki, skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1992. 2. Mazur A.: Sterowanie oparte na modelu dla nieholonomicznych manipulatorów mobilnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
Alicja Mazur, 71 320 41 70, alicja.mazur@pwr.edu.pl

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
**Systems of robot control**  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
**Control Engineering and Robotics (AIR)**  
AND SPECIALIZATION **Computer Systems in Control Engineering and Robotics**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for the main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01	S2ASU_W01	C1	Lec1, Lec3, Lec9, Lec10	1, 3, 5
PEK_W02	S2ASU_W02	C1	Lec4÷Lec9	1, 3, 5
PEK_W03	S2ASU_W03	C1	Lec2, Lec3, Lec7	1, 3, 5
PEK_U01	S2ASU_U01	C2	C11, C12	2, 3, 4
PEK_U02	S2ASU_U02	C2	C13, C15	2, 3, 4
PEK_U03	S2ASU_U03	C2	C14, C15	2, 3, 4

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\* - from table above

<b>Wydział Elektroniki PWr/K7</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa w języku polskim: <b>Systemy sterowania robotów</b>
Nazwa w języku angielskim: <b>Systems of robot control</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <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>ARKS00110</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	10			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	25			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	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)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	4	2			

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W05, K2AIR_W08, K2AIR_U05, K2AIR_U08

### CELE PRZEDMIOTU

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

C2. Zdobycie 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. układu estymacji parametrów, układu tłumienia błędów parametrów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

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:

PEK\_U01 – potrafi projektować i wyliczać układy regulacji oraz dobierać 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, dobierać algorytmy do stawianych zadań i oceniać proponowane rozwiązanie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, wprowadzenie do wykładu, wymagania, literatura.	2
Wy2	Kinematyka robotów manipulacyjnych. Notacja Denavita-Hartenberga.	3
Wy3	Dynamika robotów manipulacyjnych. Sterowanie scentralizowane i zdecentralizowane.	4
Wy4	Nieadaptacyjne metody obliczanego momentu: dokładna linearyzacja. Nieadaptacyjne metody dysypatywne.	4
Wy5	Liniowa parametryzacja modelu dynamiki. Macierz regresji.	2
Wy6	Adaptacyjne metody obliczanego momentu. Adaptacyjne metody dysypatywne.	3
Wy7	Sterowanie odporne: algorytm ślizgowy. Algorytmy nie wymagające znajomości modelu: $\lambda$ -śledzenie, PD.	3
Wy8	Odsprzęganie we-wy dla manipulatorów. Instrukcja MoveL.	3
Wy9	Dynamika robotów o elastycznych przegubach. Wybrane algorytmy sterowania dla manipulatorów o elastycznych przegubach.	4



Wy10	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

<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	10

#### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

1. Wykład tradycyjny.
2. Ćwiczenia rachunkowe.
3. Konsultacje.
4. Praca własna: samodzielne przygotowanie modelu dynamiki podwójnego wahadła będącego obiektem do projektowania algorytmów.
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_W01 PEK_W02 PEK_W03	Repetytorium pisemne.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Repetytorium pisemne.
P = 0,5·F1 + 0,5·F2 (obie oceny F1 i F2 muszą być pozytywne)		

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

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

1. K. Tchoń, A. Mazur, I. Dulęba, R. Hossa, R. Muszyński: 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, Nowy Jork 1996.

3. A. Mazur: Sterowanie oparte na modelu dla nieholonomicznych manipulatorów mobilnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.

**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 41 70, alicja.mazur@pwr.edu.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**  
**(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_W01	C1	Wy1, Wy3, Wy9, Wy10	1, 3, 5
PEK_W02	S2ASU_W02	C1	Wy4÷Wy9	1, 3, 5
PEK_W03	S2ASU_W03	C1	Wy2, Wy3, Wy7	1, 3, 5
PEK_U01	S2ASU_U01	C2	Ćw1, Ćw2	2, 3, 4
PEK_U02	S2ASU_U02	C2	Ćw3, Ćw5	2, 3, 4
PEK_U03	S2ASU_U03	C2	Ćw4, Ćw5	2, 3, 4

## FACULTY OF ELECTRONICS

**SUBJECT CARD**Name in Polish **Systemy automatyki**Name in English **System of control engineering**Main field of study (if applicable): **Control Engineering and Robotics**

Specialization (if applicable): Computer Systems in Control Engineering and Robotics (ASU)

Level and form of studies: **2nd level, part-time**Kind of subject: **obligatory**Subject code **ARKS00115**Group of courses **YES**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	<b>75</b>		<b>75</b>		
Form of crediting	crediting with grade		crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	-		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1		2		

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

K2AIR\_W10, K2AIR\_U10, K2AIR\_K03

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1. To acquire knowledge of operations and parameters of sensors  
 C2. To acquire knowledge of operation and programming of controllers  
 C3. To acquire knowledge of structures and tasks of automation systems  
 C4. To acquire skill to select a sensor  
 C5. To acquire skill to operate a programmable logic controller (PLC).  
 C6. To acquire skill to actuate a PID control system  
 C7. To acquire skill to apply a industrial control network in distributed automation

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS****The course should result with a student's ability to:**

relating to knowledge (S2ASU\_W01):

PEK\_W01 – characterize different ways of measuring devices

PEK\_W02 – characterize a structure and operation of PLC and PID device

PEK\_W03 – explain operation of industrial control networks

PEK\_W04 – describe an idea and structure of chosen SCADA and DCS systems

relating to skills (S2ASU\_U01):

PEK\_U01 – select a sensor of a fundamental physical chemistry value

PEK\_U02 – write a PLC program

PEK_U03 – actuate a PID control system and tune PID parameters
PEK_U03 – configure chosen control networks of an automation system
PEK_U04 – configure a measurement system containing a controller and system of visualization
PEK_U05 – develop a general project of an automation system

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Form of classes - lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction. Structure of an automation system. Static and dynamic process parameters	2
Lec 2-3	Chosen methods of measurement of temperature, displacement and force, pressure and level, flow and quantity, physical chemistry parameters. Measuring, separating and analog-digital converters	4
Lec 4	Actuators: relays, contactors, engine and servo-motor, frequency converters, power controllers	2
Lec 5	Construction, operation and programming of PLC devices	2
Lec 6	Construction and operation of PID controllers. Methods of PID tuning.	2
Lec 7	Operation of industrial control networks	2
Lec 8	Chosen protocols of transmission - Modbus, Profibus, Interbus, Ethernet	2
Lec 9	Characteristic and examples of operator panels	2
Lec 10	Characteristic and examples of SCADA systems	2
	Total hours	20

<b>Form of classes - laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction. Sensors and measurement devices. Actuators	2
Lab 2	Configuration and operation of digital PID controllers	2
Lab 3	Programmable logic controllers – configuration and programming	2
Lab 4	Multifunction PID controllers. Tuning methods.	2
Lab 5	Construction and actuate o chosen control network	2
	Total hours	10

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
N1. Lecture with projector
N2. Laboratory
N3. Student's work – study for a laboratories, paper reports
N4. Student's work – self study
N5. Consultations

#### **EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b>	<b>Educational effect number</b>	<b>Way of evaluating educational effect achievement</b>
F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)		
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U05	paper reports
P2	PEK_W01 ÷ PEK_W04	written test in the field of lecture
P = 0.5*F1 + 0.5*P2 pod warunkiem, że F1 >= 3.0 i P2 >= 3.0		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
---

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Czemplik A., *Lecture slides and description of laboratory (www of author)*  
 [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  
 User manuals of devices

**SECONDARY LITERATURE:**

- [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)*.

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

Anna Czemplik, anna.czemplik@pwr.edu.pl

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
**System of control engineering**  
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
**Control Engineering and Robotics**  
 AND SPECIALIZATION Computer Systems in Control Engineering and Robotics (ASU)

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
<b>PEK_W01 (knowledge)</b>	S2ASU_W01	C1	Lec1÷4	1,2,4
PEK_W02	S2ASU_W01	C2	Lec 5÷6	1,2,4
PEK_W03	S2ASU_W01	C3	Lec 7÷8	1,2,4
PEK_W04	S2ASU_W01	C3	Lec 9÷10	1,2,4
<b>PEK_U01 (skills)</b>	S2ASU_U01	C4	Lab1	1,2,3
PEK_U02	S2ASU_U01	C5	Lab3	1,2,3
PEK_U03	S2ASU_U01	C6	Lab2, Lab4	1,2,3
PEK_U04	S2ASU_U01	C7	Lab5	1,2,3
PEK_U05	S2ASU_U01	C1÷C7	Lab1÷5	1,2,3

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\*\* - from table above

<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 - AUR</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II ( w trybie niestacjonarnym)</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ARK00S206</b>
Grupa kursów:	<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
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	19
	Suma godzin	20

### 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] A. Wiszniewski, Sztuka mówienia, Videograf II, 2007
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [2] 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.edu.pl)</b>

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

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_W04	C3	Se1 Se2	N1,N2
PEK_U01	S2AUR_U07	C1	Se1	N1,N2
PEK_U02	S2AUR_U07	C2	Se1	N2
PEK_U03	S2AUR_U07	C3	Se2	N2

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

\*\*\* - z tabeli powyżej

<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Programowanie obiektowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Object Oriented Programming</b>
Kierunek studiów:	<b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność:	<b>Systemy automatyki i robotyki - AUR</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II (niestacjonarny – magisterskie uzupełniające)</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ARKS00209</b>
Grupa kursów:	<b>TAK</b>

	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.

### 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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Przemysław Śliwiński (<a href="mailto:przemyslaw.sliwinski@pwr.edu.pl">przemyslaw.sliwinski@pwr.edu.pl</a>)</b>

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Programowanie obiektowe**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU  
**Automatyka i Robotyka**  
 I SPECJALNOŚCI  
**Systemy automatyki i robotyki - AUR**

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_W05	C1	Wyk1	N1, N3, N4
PEK_W02	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_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

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

\*\*\* - z tabeli powyżej

## FACULTY OF ELECTRONICS

**SUBJECT CARD****Name in Polish** Systemy automatyki przemysłowej**Name in English** System of control engineering**Main field of study (if applicable):** Control Engineering and Robotics**Specialization (if applicable):** Systems of Control and Robotics**Level and form of studies:** 2nd level, part-time**Kind of subject:** obligatory**Subject code** **ARKS00213****Group of courses** YES

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		90		
Form of crediting	crediting with grade		crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	6				
including number of ECTS points for practical (P) classes	-		3		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	2		2		

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

K2AIR\_W10, K2AIR\_U10, K2AIR\_K03

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1. To acquire knowledge of operation and parameters of sensors  
 C2. To acquire knowledge of operation and programming of controllers  
 C3. To acquire knowledge of structures and tasks of automation systems  
 C4. To acquire skill to select a sensor  
 C5. To acquire skill to operate a programmable logic controller (PLC).  
 C6. To acquire skill to actuate a PID control system  
 C7. To acquire skill to apply a industrial control network in distributed automation

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS****The course should result with a student's ability to:**

relating to knowledge (S2AUR\_W03):

PEK\_W01 – characterize different ways of measurement of physical chemistry values

PEK\_W02 – characterize a structure and operation of PLC and PID device

PEK\_W03 – explain operation of industrial control network

PEK\_W04 – describe an idea and structure of chosen SCADA and DCS systems

relating to skills (S2AUR\_U04):

PEK\_U01 – select a sensor suitable for a technological process

PEK\_U02 – formulate a structure and functions of PLC device to a plant and write a PLC program

PEK_U03 – actuate a PID control system and tune PID parameters
PEK_U03 – formulate assumption of control network
PEK_U04 – actuate a measurement system containing controller and system of visualization
PEK_U05 – develop a general project of an automation system

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Form of classes - lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec 1	Introduction. Structure of an automation system. Characteristic and parameters of sensors	2
Lec 2-3	Examples of sensors and measurement devices of temperature, displacement and force, pressure and level, flow and quantity, physical chemistry parameters	4
Lec 4	Measuring, separating and analog-digital converters Actuators: relays, contactors, engine and servo-motor, frequency converters, power controllers	2
Lec 5	Construction, operation and programming of PLC devices	2
Lec 6	Construction, operation and programming of multifunction PID controllers Methods of PID tuning	2
Lec 7	Control networks: types, mediums, interfaces, arbitration	2
Lec 8	Chosen protocols of transmission - Modbus, Profibus, Interbus, Ethernet	2
Lec 9	Chosen operator panels	2
Lec 10	Characteristic and review of SCADA systems	2
	Total hours	20

<b>Form of classes - laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
Lab 1	Introduction. Sensors and measurement devices. Actuators	2
Lab 2	Digital PID controllers	2
Lab 3	Programmable logic controllers	2
Lab 4	Multifunction PID controllers. Tuning methods.	2
Lab 5	Construction and actuate o chosen control network	2
	Total hours	10

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
N1. Lecture with projector
N2. Laboratory
N3. Student's work – study for a laboratories, paper reports
N4. Student's work – self study
N5. Consultations

**EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT**

<b>Evaluation</b>	<b>Educational effect number</b>	<b>Way of evaluating educational effect achievement</b>
F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)		
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U05	paper reports
P2	PEK_W01 ÷ PEK_W04	written test in the field of lecture
$C = 0.5 * F1 + 0.5 * F2$ if $F1 \geq 3.0$ i $P2 \geq 3.0$		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
---



**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Czemplik A., *Lecture slides and description of laboratory (www of author)*  
 [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  
 User manuals of devices

**SECONDARY LITERATURE:**

- [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)*.

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

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

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
**System of control engineering**  
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
**Control Engineering and Robotics**  
 AND SPECIALIZATION **Systems of Control and Robotics**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
<b>PEK_W01 (knowledge)</b>	<b>S2AUR_W02</b>	C1	Lec1÷4	1,2,4
PEK_W02	<b>S2AUR_W02</b>	C2	Lec 5÷6	1,2,4
PEK_W03	<b>S2AUR_W02</b>	C3	Lec 7÷8	1,2,4
PEK_W04	<b>S2AUR_W02</b>	C3	Lec 9÷10	1,2,4
<b>PEK_U01 (skills)</b>	<b>S2AUR_U01</b>	C4	Lab1	1,2,3
PEK_U02	<b>S2AUR_U01</b>	C5	Lab3	1,2,3
PEK_U03	<b>S2AUR_U01</b>	C6	Lab2, Lab4	1,2,3
PEK_U04	<b>S2AUR_U01</b>	C7	Lab5	1,2,3
PEK_U05	<b>S2AUR_U01</b>	C7	Lab1÷5	1,2,3

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\*\* - from table above



**FACULTY of Electronics****SUBJECT CARD**Name in Polish: **Systemy sterowania robotów**Name in English: **Systems of robot control**Main field of study (if applicable): **Control Engineering and Robotics**Specialization (if applicable): **Systems of Control Engineering and Robotics)**Level and form of studies: **2nd level, non-stationary**Kind of subject: **obligatory**Subject code: **ARKS00214**Group of courses: **YES**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20	10			
Number of hours of total student workload (CNPS)	50	25			
Form of crediting	crediting with grade	crediting with grade			
For group of courses mark (X) the final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes		2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	3	2			

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

K2AIR\_W01, K2AIR\_W05, K2AIR\_W08, K2AIR\_U05, K2AIR\_U08

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1. Student can design control algorithm for object with different level of knowledge of its dynamics.  
 C2. Student can transform model of robot's dynamics depending of knowledge of type of uncertainty occurring in it.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEK\_W01 – student knows main structures of robot control systems.

PEK\_W02 – student can design control algorithm for robots using different level of knowledge of their dynamics and constraints occurring in motion.

PEK\_W03 – student can formulate crucial tasks for manipulating robots: he defines undergoals for control, matches adequate solutions and knows properties of proposed solutions.

relating to skills:

PEK\_U01 – student can design and enumerate regulators and match regulation parameters for control process.

PEK\_U02 – student can design control algorithm for selected manipulator depending on knowledge of their dynamics and constraints appearing in motion.

PEK\_U03 – student can solve motion planning problem, match algorithm for dedicated task and compile proposed solution.

### PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to the lectures, requirements, bibliography.	2
Lec2	Kinematics of robotic manipulators. Denavit-Hartenberg notation.	2
Lec3	Dynamics of robotic manipulators. Centralized and decentralized control system.	2
Lec4	Nonadaptive computed torque control: exact linearization. Nonadaptive passivity-based control.	2
Lec5	Linear parametrization of robot dynamics. Regression matrix.	2
Lec6	Adaptive computed torque control. Adaptive passivity-based control.	2
Lec7	Robust control. Sliding mode control.	2
Lec8	Algorithms for lack of knowledge about robot dynamics: $\lambda$ -tracking, PD regulation.	2
Lec9	Input-output decoupling control. MoveL instruction.	2
Lec10	Repetition.	2
	Total hours	20

### Form of classes - classes

Form of classes - classes		Number of hours
C11	Calculation of dynamics for double pendulum manipulator.	2
C12	Designing of nonadaptive control algorithm for double pendulum.	2
C13	Linear parametrization of double pendulum's dynamics – different forms depending on uncertainties in model.	2
C14	Designing of adaptive and robust control algorithm of trajectory tracking task for double pendulum.	3
C15	Writing test.	1
	Total hours	10

### TEACHING TOOLS USED

N1. Traditional lecture.

N2. Calculus during classes.

N3. Consultation.

N4. Individual work – preparation of double pendulum's dynamics.

N5. Individual work – preparation to test.

<b>EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation: F - forming (during semester), C - concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Writing test.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Writing test.
C = 0,5·F1 + 0,5·F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>
1. Tchoń K., Mazur A., Duleba I., Hossa R., Muszyński R.: Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 2000. 2. Canudas de Wit C., Siciliano B., Bastin G.: Theory of Robot Control, Springer, New York 1996. 3. Mazur A.: Sterowanie oparte na modelu dla nieholonomicznych manipulatorów mobilnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.
<b>SECONDARY LITERATURE:</b>
1. Jacak W., Tchoń K.: Podstawy robotyki, skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1992.

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
Alicja Mazur, 71 320 41 70, alicja.mazur@pwr.edu.pl

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
**Systems of robot control**  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
**Control Engineering and Robotics (AIR)**  
AND SPECIALIZATION **Systems of Control Engineering and Robotics**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for the main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01	S2AUR_W01	C1	Lec1, Lec3, Lec9, Lec10	1, 3, 5
PEK_W02	S2AUR_W02	C1	Lec4÷Lec9	1, 3, 5
PEK_W03	S2AUR_W03	C1	Lec2, Lec3, Lec7	1, 3, 5
PEK_U01	S2AUR_U01	C2	C11, C12	2, 3, 4
PEK_U02	S2AUR_U02	C2	C13, C15	2, 3, 4
PEK_U03	S2AUR_U03	C2	C14, C15	2, 3, 4

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\* - from table above

<b>Wydział Elektroniki PWr/K7</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa w języku polskim: <b>Systemy sterowania robotów</b>
Nazwa w języku angielskim: <b>Systems of robot control</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Systemy automatyki i robotyki (AUR)</b>
Stopień studiów i forma: <b>II stopień, niestacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>ARKS00214</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20	10			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	25			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	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)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3	2			

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W05, K2AIR_W08, K2AIR_U05, K2AIR_U08

### CELE PRZEDMIOTU

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

C2. Zdobycie 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. układu estymacji parametrów, układu tłumienia błędów parametrów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

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: definiuje problemy składowe zadań, zna sposoby ich rozwiązania, zna własności proponowanych rozwiązań

Z zakresu umiejętności:

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

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

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

### 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. Sterowanie scentralizowane i zdecentralizowane.	2
Wy4	Nieadaptacyjne metody obliczanego momentu: dokładna linearyzacja. Nieadaptacyjne metody dysypatywne.	2
Wy5	Liniowa parametryzacja modelu dynamiki. Macierz regresji.	2
Wy6	Adaptacyjne metody obliczanego momentu. Adaptacyjne metody dysypatywne.	2
Wy7	Sterowanie odporne: algorytm ślizgowy.	2
Wy8	Algorytmy nie wymagające znajomości modelu: $\lambda$ -śledzenie, PD.	2
Wy9	Odsprzęganie we-wy dla manipulatorów. Instrukcja MoveL.	2
Wy10	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	20



<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	10

<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>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (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	Repetytorium pisemne.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Repetytorium pisemne.
P = 0,5·F1 + 0,5·F2 (obie oceny F1 i F2 muszą być pozytywne)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. K. Tchoń, A. Mazur, I. Dulęba, R. Hossa, R. Muszyński: Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 2000.</li> <li>2. C. Canudas de Wit, B. Siciliano, G. Bastin: Theory of Robot Control, Springer, Nowy Jork 1996.</li> <li>3. A. Mazur: Sterowanie oparte na modelu dla nieholonomicznych manipulatorów mobilnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p>

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

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

Alicja Mazur, 71 320 41 70, alicja.mazur@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Systemy sterowania robotów**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka**  
 I SPECJALNOŚCI **Systemy automatyki i robotyki (AUR)**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2AUR_W01	C1	Wy1, Wy3, Wy9, Wy10	1, 3, 5
PEK_W02	S2AUR_W02	C1	Wy4÷Wy9	1, 3, 5
PEK_W03	S2AUR_W03	C1	Wy2, Wy3, Wy7	1, 3, 5
PEK_U01	S2AUR_U01	C2	Ćw1, Ćw2	2, 3, 4
PEK_U02	S2AUR_U02	C2	Ćw3, Ćw5	2, 3, 4
PEK_U03	S2AUR_U03	C2	Ćw4, Ćw5	2, 3, 4

<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>ARKS12108</b>
Grupa kursów:	<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
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	19
	Suma godzin	20

### 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
$P = 0.6 * F1 + 0.2 * F2 + 0.2 * F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] A. Wiszniewski, Sztuka mówienia, Videograf II, 2007

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] Czasopisma i książki specjalistyczne wydawnictw naukowych, m.in. IEEE, Kluwer, Elsevier.

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

Przemysław Śliwiński (przemyslaw.sliwinski@pwr.edu.pl)

**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>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 (AUR) (<del>AUN</del>)</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ARKS15205</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)				300	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				12	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				12	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				3	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**  
S2AUR\_W02, S2AUR\_W03

**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 szfą 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	<p>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).</p>	4
Pr6	<p>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.</p>	4
Pr7	<p>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.</p>	4
Pr8	<p>Odbiór szkiców projektowych dla projektów PR01_cz3, PR01_cz4 i PR01_cz5. Diagnostyka błędów w algorytmach sterowania dla projektów, poprawa dokumentacji projektów.</p>	4
Pr9	<p>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).</p>	4
Pr10	<p>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.</p>	4
Pr10	<p>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.</p>	8
Pr11	<p>Modelowanie dynamiki procesów ciągłych w układach regulacji. Metody doboru nastaw regulatorów. Projekt prac związanych z identyfikacją obiektu i doboru</p>	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] Siemens, *Pierwsze kroki z SIMATIC S7-1200. Podręcznik*. Wydanie 03/2014.  
 [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.automatkaonline.pl/poradnik/>

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

Czasopisma:

[1] Pomiary Automatyka Kontrola

[2] Przegląd Elektrotechniczny

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

Antoni Izworski, antoni.izworski@pwr.edu.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 AUR_W02	C1	Pr2	N1, N2, N3
PEK_W02	S2AUN AUR_W02	C3	Pr6	N1, N3, N4
PEK_W03	S2AUN AUR_W03	C9	Pr3, Pr6	N3, N4, N5
				N1, N6
PEK_U01	S2AUN AUR_U01	C9, C10	Pr1	N1, N4, N5, N6
PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04	S2AUN AUR_U01	C9, C10	Pr2, Pr3, Pr4, Pr7	N1, N2, N4, N5
PEK_U05, PEK_U06, PEK_U07	S2AUN AUR_U01, S2AUN AUR_U02	C2, C5, C6, C7	Pr5, Pr6, Pr9, Pr10	N4, N5
PEK_U08, PEK_U09	S2AUN AUR_U01, S2AUN AUR_U07U09	C6, C9	Pr4, Pr8, Pr11, Pr12	N1, N4
				N1, N2, N3
PEK_K01, PEK_K02	S2AUN AUR_K01	C3, C4, C6	Pr9, Pr10	N1, N3, N4

**FACULTY of Electronics****SUBJECT CARD**Name in Polish: **Systemy sterowania robotów**Name in English: **Systems of robot control**Main field of study (if applicable): **Control Engineering and Robotics**Specialization (if applicable): **Computer Systems in Control Engineering and Robotics)**Level and form of studies: **2nd level, non-stationary**Kind of subject: **obligatory**Subject code: **ARKS00110**Group of courses: **YES**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	10			
Number of hours of total student workload (CNPS)	75	25			
Form of crediting	crediting with grade	crediting with grade			
For group of courses mark (X) the final course	X				
Number of ECTS points	6				
including number of ECTS points for practical (P) classes		2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	4	2			

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

K2AIR\_W01, K2AIR\_W05, K2AIR\_W08, K2AIR\_U05, K2AIR\_U08

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1. Student can design control algorithm for object with different level of knowledge of its dynamics.  
 C2. Student can transform model of robot's dynamics depending of knowledge of type of uncertainty occurring in it.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEK\_W01 – student knows main structures of robot control systems.

PEK\_W02 – student can design control algorithm for robots using different level of knowledge of their dynamics and constraints occurring in motion.

PEK\_W03 – student can formulate crucial tasks for manipulating and flexible robots: he defines undergoals for control, matches adequate solutions and knows properties of proposed solutions.

relating to skills:

PEK\_U01 – student can design and enumerate regulators and match regulation parameters for control process.

PEK\_U02 – student can design control algorithm for selected manipulator or mobile robot depending on knowledge of their dynamics and constraints appearing in motion.

PEK\_U03 – student can solve motion planning problem, match algorithm for dedicated task and compile proposed solution.

### PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to the lectures, requirements, bibliography.	2
Lec2	Kinematics of robotic manipulators. Denavit-Hartenberg notation.	3
Lec3	Dynamics of robotic manipulators. Centralized and decentralized control system.	4
Lec4	Nonadaptive computed torque control: exact linearization. Nonadaptive passivity-based control.	4
Lec5	Linear parametrization of robot dynamics. Regression matrix.	2
Lec6	Adaptive computed torque control. Adaptive passivity-based control.	3
Lec7	Robust control. Sliding mode control. Algorithms for lack of knowledge about robot dynamics: $\lambda$ -tracking, PD regulation.	3
Lec8	Input-output decoupling control. MoveL instruction.	3
Lec9	Dynamics of robots with elastic joints. Selected control algorithms for manipulators with elastic joints.	4
Lec10	Repetition.	2
	Total hours	30

### Form of classes - classes

Form of classes - classes		Number of hours
C11	Calculation of dynamics for double pendulum manipulator.	2
C12	Designing of nonadaptive control algorithm for double pendulum.	2
C13	Linear parametrization of double pendulum's dynamics – different forms depending on uncertainties in model.	2
C14	Designing of adaptive and robust control algorithm of trajectory tracking task for double pendulum.	3
C15	Writing test.	1
	Total hours	10

### TEACHING TOOLS USED

N1. Traditional lecture.

N2. Calculus during classes.

N3. Consultation.

N4. Individual work – preparation of double pendulum's dynamics.

N5. Individual work – preparation to test.

<b>EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation: F - forming (during semester), C - concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Writing test.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Writing test.
C = 0,5·F1 + 0,5·F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<b>PRIMARY LITERATURE:</b>
1. Tchoń K., Mazur A., Duleba I., Hossa R., Muszyński R.: Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 2000. 2. Canudas de Wit C., Siciliano B., Bastin G.: Theory of Robot Control, Springer, Nowy Jork 1996.
<b>SECONDARY LITERATURE:</b>
1. Jacak W., Tchoń K.: Podstawy robotyki, skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1992. 2. Mazur A.: Sterowanie oparte na modelu dla nieholonomicznych manipulatorów mobilnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
Alicja Mazur, 71 320 41 70, alicja.mazur@pwr.edu.pl

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
**Systems of robot control**  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
**Control Engineering and Robotics (AIR)**  
AND SPECIALIZATION **Computer Systems in Control Engineering and Robotics**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for the main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01	S2ASU_W01	C1	Lec1, Lec3, Lec9, Lec10	1, 3, 5
PEK_W02	S2ASU_W02	C1	Lec4÷Lec9	1, 3, 5
PEK_W03	S2ASU_W03	C1	Lec2, Lec3, Lec7	1, 3, 5
PEK_U01	S2ASU_U01	C2	C11, C12	2, 3, 4
PEK_U02	S2ASU_U02	C2	C13, C15	2, 3, 4
PEK_U03	S2ASU_U03	C2	C14, C15	2, 3, 4

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\* - from table above

<b>Wydział Elektroniki PWr/K7</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa w języku polskim: <b>Systemy sterowania robotów</b>
Nazwa w języku angielskim: <b>Systems of robot control</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <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>ARKS00110</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	10			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	25			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	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)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	4	2			

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W05, K2AIR_W08, K2AIR_U05, K2AIR_U08



### CELE PRZEDMIOTU

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

C2. Zdobycie 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. układu estymacji parametrów, układu tłumienia błędów parametrów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

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:

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, wprowadzenie do wykładu, wymagania, literatura.	2
Wy2	Kinematyka robotów manipulacyjnych. Notacja Denavita-Hartenberga.	3
Wy3	Dynamika robotów manipulacyjnych. Sterowanie scentralizowane i zdecentralizowane.	4
Wy4	Nieadaptacyjne metody obliczanego momentu: dokładna linearyzacja. Nieadaptacyjne metody dysypatywne.	4
Wy5	Liniowa parametryzacja modelu dynamiki. Macierz regresji.	2
Wy6	Adaptacyjne metody obliczanego momentu. Adaptacyjne metody dysypatywne.	3
Wy7	Sterowanie odporne: algorytm ślizgowy. Algorytmy nie wymagające znajomości modelu: $\lambda$ -śledzenie, PD.	3
Wy8	Odsprzęganie we-wy dla manipulatorów. Instrukcja MoveL.	3
Wy9	Dynamika robotów o elastycznych przegubach. Wybrane algorytmy sterowania dla manipulatorów o elastycznych przegubach.	4

Wy10	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

<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	10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład tradycyjny.
2. Ćwiczenia rachunkowe.
3. Konsultacje.
4. Praca własna: samodzielne przygotowanie modelu dynamiki podwójnego wahadła będącego obiektem do projektowania algorytmów.
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_W01 PEK_W02 PEK_W03	Repetytorium pisemne.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Repetytorium pisemne.
P = 0,5·F1 + 0,5·F2 (obie oceny F1 i F2 muszą być pozytywne)		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. K. Tchoń, A. Mazur, I. Dulęba, R. Hossa, R. Muszyński: 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, Nowy Jork 1996.

3. A. Mazur: Sterowanie oparte na modelu dla nieholonomicznych manipulatorów mobilnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

Alicja Mazur, 71 320 41 70, alicja.mazur@pwr.edu.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**  
**(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_W01	C1	Wy1, Wy3, Wy9, Wy10	1, 3, 5
PEK_W02	S2ASU_W02	C1	Wy4÷Wy9	1, 3, 5
PEK_W03	S2ASU_W03	C1	Wy2, Wy3, Wy7	1, 3, 5
PEK_U01	S2ASU_U01	C2	Ćw1, Ćw2	2, 3, 4
PEK_U02	S2ASU_U02	C2	Ćw3, Ćw5	2, 3, 4
PEK_U03	S2ASU_U03	C2	Ćw4, Ćw5	2, 3, 4

<b>Wydział Elektroniki PWr/K7</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa w języku polskim: <b>Systemy sterowania robotów</b>
Nazwa w języku angielskim: <b>Systems of robot control</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Systemy automatyki i robotyki (AUR)</b>
Stopień studiów i forma: <b>II stopień, niestacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>ARKS00214</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20	10			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	25			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	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)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3	2			

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W05, K2AIR_W08, K2AIR_U05, K2AIR_U08

### CELE PRZEDMIOTU

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

C2. Zdobycie 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. układu estymacji parametrów, układu tłumienia błędów parametrów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

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: definiuje problemy składowe zadań, zna sposoby ich rozwiązania, zna własności proponowanych rozwiązań

Z zakresu umiejętności:

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 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

### 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. Sterowanie scentralizowane i zdecentralizowane.	2
Wy4	Nieadaptacyjne metody obliczanego momentu: dokładna linearyzacja. Nieadaptacyjne metody dysypatywne.	2
Wy5	Liniowa parametryzacja modelu dynamiki. Macierz regresji.	2
Wy6	Adaptacyjne metody obliczanego momentu. Adaptacyjne metody dysypatywne.	2
Wy7	Sterowanie odporne: algorytm ślizgowy.	2
Wy8	Algorytmy nie wymagające znajomości modelu: $\lambda$ -śledzenie, PD.	2
Wy9	Odsprzęganie we-wy dla manipulatorów. Instrukcja MoveL.	2
Wy10	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	20

<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	10

<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>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (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	Repetytorium pisemne.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Repetytorium pisemne.
P = 0,5·F1 + 0,5·F2 (obie oceny F1 i F2 muszą być pozytywne)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. K. Tchoń, A. Mazur, I. Dulęba, R. Hossa, R. Muszyński: Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 2000.</li> <li>2. C. Canudas de Wit, B. Siciliano, G. Bastin: Theory of Robot Control, Springer, Nowy Jork 1996.</li> <li>3. A. Mazur: Sterowanie oparte na modelu dla nieholonomicznych manipulatorów mobilnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p>

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

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

Alicja Mazur, 71 320 41 70, alicja.mazur@pwr.edu.pl



MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Systemy sterowania robotów**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka**  
 I SPECJALNOŚCI **Systemy automatyki i robotyki (AUR)**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2AUR_W01	C1	Wy1, Wy3, Wy9, Wy10	1, 3, 5
PEK_W02	S2AUR_W02	C1	Wy4÷Wy9	1, 3, 5
PEK_W03	S2AUR_W03	C1	Wy2, Wy3, Wy7	1, 3, 5
PEK_U01	S2AUR_U01	C2	Ćw1, Ćw2	2, 3, 4
PEK_U02	S2AUR_U02	C2	Ćw3, Ćw5	2, 3, 4
PEK_U03	S2AUR_U03	C2	Ćw4, Ćw5	2, 3, 4

**FACULTY OF ELECTRONICS / DEPARTMENT I-6**  
**SUBJECT CARD**

**Name in Polish:** Sterowanie procesami dyskretnymi

Name in English: Discrete Process Control

**Main field of study (if applicable):** Control Engineering and Robotics

**Specialization (if applicable):**

**Level and form of studies:** 2<sup>st</sup> level, part-time

**Kind of subject:** obligatory

**Subject code:** ARKK0006

**Group of courses:** YES

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	exam		crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	<b>6</b>				
including number of ECTS points for practical (P) classes	-		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	2		2		

\*delete as applicable

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

**SUBJECT OBJECTIVES**

C1. Acquirement of the basic knowledge of the processes

C2. Acquirement of the basic knowledge about the methods of designing exact algorithms for solving discrete problems

C3. Acquirement of the basic knowledge about the methods of constructing heuristic algorithms for discrete problems

C4. Acquirement of the basic knowledge about the structure of production systems and tools supporting schedule optimization

C5. Acquiring skills of design and implement algorithms for optimization in discrete systems  
 C6 Acquiring the ability to use applications supporting optimization and control in production systems

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

**relating to knowledge**

- PEK\_W01 Has basic knowledge of discrete processes. He knows the basic models of the real production systems.
- PEK\_W02 Knows the description and models of some practical problems.
- PEK\_W03 Knows what are the basic differences between the exact and approximate discrete optimization algorithms. He knows the quality evaluation methods.
- PEK\_W04 Knows the dynamic programming scheme. Knows the branch and bound scheme.
- PEK\_W05 Knows Land-Doig algorithm and the algorithm cut-off planes. Knows binary linear programming method and Balas algorithm .
- PEK\_W06 Knows thermodynamic method of constructing approximate algorithms for discrete problems.
- PEK\_W07 Knows the method of constructing algorithms based on genetic search
- PEK\_W08 Knows the control structures and strategies in manufacturing production systems.
- PEK\_W09 Knows priority rules used in scheduling of jobs in production systems.
- PEK\_W10 Knows tools to simulate manufacturing systems.

**relating to skills**

- PEK\_U01 Is able to develop the model and find the exact solution of the discrete problem using computer based optimization package
- PEK\_U02 Is able to develop and implement an exact algorithm for polinomal one machine scheduling problems
- PEK\_U03 Is able to implement an algorithm based on dynamic programming method.
- PEK\_U04 Is able to implement aproximate algorithm for scheduling in flow production system

**relating to social competences**

- PEK\_K01 Is aware of the importance of information retrieval skills and their critical analysis,
- PEK\_K02 Understands the need for self-education and to develop the ability to independently apply their knowledge and skills,

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Form of classes – lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Wy1	Models of systems and processes: graphs, combinatorial, discrete programming, Petri, fuzzy, queuing, stochastic.	2

Wy2	Some practical problems: bin packing, placement, traveling salesman problem, scheduling.	2
Wy3	Exact and approximate discrete optimization methods. Quality assessment methods.	2
Wy4	Dynamic programming scheme. Branch and bound algorithm.	2
Wy5-6	Integer linear programming. Land-Doig algorithm. The algorithm cut-off planes. Binary linear programming. Balas algorithm.	4
Wy7	Thermodynamic algorithms. Simulated annealing.	2
Wy8	Local search algorithms. Genetic algorithms.	2
Wy9	The layered structure of the control system. Strategies of manufacturing. Control and management.	2
Wy10	Priority scheduling rules. Simulations of systems and processes.	2
	<b>Total hours</b>	<b>20</b>

<b>Form of classes – laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
La1	Workplace training in health and safety. Organizational matters.	1
La2	Development of models and finding the exact solution using optimization packages for real examples of discrete optimization	3
La3	Development and implementation of exact algorithms for one machine scheduling problems	2
La4	Implementation of a dynamic programming algorithm for the $1  \sum W_i T_i$ problem.	2
La5	Implementation of the NEH algorithm for the flow shop problem The design, implementation and testing of simulated annealing algorithm for the flow shop problem	2
	<b>Total hours</b>	<b>10</b>

<b>TEACHING TOOLS USED</b>	
N1	Lecture with a video projector.
N2	Self-study – individual work and preparation for the final test.
N3	Consultations.
N4	Laboratory class
N5	Self-study – individual preparation for laboratory class

## EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 - PEK_W14	Test result
F2	PEK_U01 - PEK_U08	Evaluation of oral answer, evaluation of made exercise, evaluation of the report of the exercises
$P=0.4 \cdot F1 + 0.6 \cdot F2$ $F1 > 2, F2 > 2$		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### **PRIMARY LITERATURE:**

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

#### **SECONDARY LITERATURE:**

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

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

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

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT:  
Control of Discrete Processes  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY:  
Automation Engineering and Robotics**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01	K2AIR_W07	C1	Wy1	N1, N2, N3
PEK_W02	K2AIR_W07	C1	Wy2	N1, N2, N3
PEK_W03	K2AIR_W07	C1	Wy3	N1, N2, N3
PEK_W04	K2AIR_W07	C2	Wy4	N1, N2, N3
PEK_W05	K2AIR_W07	C2	Wy5	N1, N2, N3
PEK_W06	K2AIR_W07	C2	Wy6	N1, N2, N3
PEK_W07	K2AIR_W07	C2	Wy7	N1, N2, N3
PEK_W08	K2AIR_W07	C2	Wy8	N1, N2, N3
PEK_W09	K2AIR_W07	C3	Wy9	N1, N2, N3
PEK_W10	K2AIR_W07	C4	Wy10	N1, N2, N3
PEK_U01	K2AIR_U07	C5,C6	La1-2	N3, N4, N5
PEK_U02	K2AIR_U07	C5,C6	La3	N3, N4, N5
PEK_U03	K2AIR_U07	C5,C6	La4	N3, N4, N5
PEK_U04	K2AIR_U07	C5,C6	La5	N3, N4, N5
PEK_K01 PEK_K02	K2AIR_K01 K2AIR_K02	C1-C6	Wy1-Wy15, La1-La8	N1-N5

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\*\* - from table above

<b>FACULTY OF ELECTRONICS</b> <b>SUBJECT CARD</b> <b>Name in Polish Wybrane zagadnienia robotyki</b> <b>Name in English Selected problems in robotics</b> <b>Main field of study (if applicable): Control Engineering and Robotics</b> <b>Specialization (if applicable): Computer Systems in Control Engineering and Robotics</b> <b>Level and form of studies: 2nd level, part-time</b> <b>Kind of subject: obligatory</b> <b>Subject code ARKK00102</b> <b>Group of courses YES</b>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20	10	20		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	40	80		
Form of crediting	crediting with grade	crediting with grade	crediting with grade*		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	6				
including number of ECTS points for practical (P) classes	-	-	3		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1	1	1		

\*delete as applicable

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
--

<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>
---------------------------

- |   |
|---|
| <p>C1 Enhancing knowledge on design of complex robotic systems</p> <p>C2 Enhancing knowledge on modelling of complex robotic systems and their environment</p> <p>C3 Apprehending of advanced methods of motion planning and robot control</p> <p>C4 Developing skills of industrial robot programming in various applications</p> <p>C5 Attaining skills of analysis and design of complex control systems for industrial and service robots</p> |
|---|

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK\_W01 – Acquaintance with modelling methods of manipulators and mobile robots

PEK\_W02 – Acquaintance with methods of sensory data processing and robot environment modelling

PEK\_W03 – Acquaintance with methods of robot motion planning and control

relating to skills:

PEK\_U01 – Ability to use sensory data in tasks of motion planning and control

PEK\_U02 – Ability to model robotic systems and identify model parameters

PEK\_U03 – Ability to program systems and groups of robots

### PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Kinematics and dynamics models of stationary and mobile robots	2
Lec 2	Models of sensory systems	2
Lec 3	Sensory data fusion, filtering	2
Lec 4	Robot vision systems	2
Lec 5	Trajectory planning, optimal trajectories	2
Lec 6	Static and dynamic linearization	2
Lec 7	Computed torque algorithms	2
Lec 8	Identification of parameters	2
Lec 9	Adaptive algorithms	2
Lec 10	Position-force control	2
	Total hours	20

Form of classes - class		Number of hours
Cl 1	Methods of sensory data filtering and fusion	2
Cl 2	Application of sensor models in motion planning	2
Cl 3	Determining optimal trajectories for robots	2
Cl 4	Parametric identification of robots	2
Cl 5	Applications of position-force control	2
	Total hours	10

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Introduction.Fundamentals of laboratory sites operation	4
Lab 2	Industrial robot programming	4
Lab 3	Cooperation of industrial robots	4
Lab 4	Mobile robot motion planning	4
Lab 5	Control of mobile robot	4
	Total hours	20



### TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture
- N2. Calculation exercises
- N3. Laboratory exercises
- N4. Consultations
- N5. Study hall – scientific literature study and preparation to tests
- N6. Study hall - solving calculation exercises
- N7. Study hall - preparation to laboratory exercises

### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01 - PEK_U03	Discussion, evaluation of laboratory tasks realization, written reports.
F2	PEK_U01 - PEK_U03	Written test, verification of preparation to exercises, activity during
F3	PEK_W01 - PEK_W03	Written test, written overview of selected subjects
$P=0.5 \cdot F3 + 0.25 \cdot F2 + 0.25 \cdot F1$ , passed iff both F1, F2 and F3 passed		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### **PRIMARY LITERATURE:**

- [1] J. Honczarenko. Roboty przemyslowe. 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.

#### **SECONDARY LITERATURE:**

- [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.
- [6] B. K. P. Horn. Robot Vision, MIT Press, McGraw-Hill, 1986
- [7] The DARPA Urban Challenge. Springer, 2010.

#### **SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

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

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR  
 SUBJECT  
 Selected problems in robotics  
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
 Control Engineering and Robotics  
 AND SPECIALIZATION Computer Systems in Control Engineering and  
 Robotics**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01	S2ASU_W03	C1,C2	Lec1, Lec8	1,4,5
PEK_W02	S2ASU_W03	C1,C2	Lec2 – Lec4	1,4,5
PEK_W03	S2ASU_W03	C2	Lec5 – Lec7, Lec9, Lec10	1,4,5
PEK_U01	S2ASU_U02,S2ASU_U03	C2,C5	C11 – C13, Lab3, Lab5	2,3,6,7
PEK_U02	S2ASU_U03	C2,C5	C14, Lab2	2,3,6,7
PEK_U03	S2ASU_U02,S2ASU_U03	C4	C13, C15, Lab1 – Lab5	2,3,6,7

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\*\* - from table above

**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: **ARKK00103**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>90</b>		<b>60</b>		
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Liczba punktów ECTS	6		0		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		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 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 kamerę 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,

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		Liczba godzin
Wy1-2	Organizacja zajęć, wymagania i przegląd zastosowań kart kontrolnych i przetwarzania obrazów w przemyśle i przetwórstwie żywności	4
Wy3-4	Dobór kamery, jej ustawień i metody przetwarzania do danego procesu	4
Wy5-6	Znajdowanie obiektów i defektów	4
Wy7-8	Przykłady zastosowań	4
Wy9-10	Karty kontrolne i ich współpraca z systemem wizyjnym	4
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

<b>Forma zajęć - Laboratorium</b>		Liczba Godzin
Lab1	Zapoznanie się z typami kamer i doborem ich parametrów	2
Lab2	Wykrywanie defektów za pomocą segmentacji i konturowania	2
Lab3	Wybór cech i klasyfikacja defektów – dobór klasyfikatora	2
Lab4	Wykrywanie zmian jakości – karty kontrolne dla wartości średniej	2
Lab5	Wykrywanie zmian jakości – karty kontrolne dla wariancji	2
<b>Suma godzin</b>		<b>10</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</li> <li>Projekt</li> <li>Konsultacje</li> <li>Praca własna – opracowanie projektu</li> <li>Praca własna – samodzielne studia</li> </ol>

### **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_W04 PEK_K01 ÷ PEK_K02	Odpowiedzi ustne z pytan zadawanych w trakcie wykładu, obserwacje z etapów wykonywania projektu,
F2	PEK_U01 ÷ PEK_U03	pisemne sprawozdania z lab.
$P = 0,5 * F1 + 0,5 * F2$		$F1 > 2, F2 > 2$

## 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 (IMIE, 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 – Wy10,	1,3,5
PEK_U01-PEK_U03,	S2ASU_U08	C1-C6	Lab1 - Lab5	2,4

FACULTY OF ELECTRONICS					
<b>SUBJECT CARD</b>					
<b>Name in Polish</b> Teoria i metody optymalizacji					
<b>Name in English</b> Optimization theory and advanced numerical methods					
<b>Main field of study (if applicable):</b> Control Engineering and Robotics					
<b>Specialization (if applicable):</b> .....---.....					
<b>Level and form of studies:</b> 2nd level, part-time					
<b>Kind of subject:</b> obligatory					
<b>Subject code</b> ARKK15002					
<b>Group of courses</b> YES *					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	<b>20</b>			<b>10</b>	
Number of hours of total student workload (CNPS)	<b>80</b>			<b>70</b>	
Form of crediting	Crediting with grade			Crediting with grade	
For group of courses mark (X) final course	<b>X</b>				
Number of ECTS points	<b>7</b>				
including number of ECTS points for practical (P) classes	-			<b>2</b>	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	<b>1</b>			<b>1</b>	

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 Learning of the basics of optimization theory
- C2 Getting the knowledge of analytic methods of optimization and conditions of optimality.
- C3 Getting the knowledge of methods of linear and nonlinear optimization with and without constraints. Approximate methods.
- C4 Getting the skills of using accurate and approximate algorithms for the static optimization problems without and with constraints.

C5 Getting the skills of using standard procedures to solve practical optimization problems

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEK\_W01 – have the knowledge about analytic methods of multi-variable and knows the conditions of optimality

PEK\_W02 – knows numerical procedures of local optimization dedicated for specific static optimization problems without and with constraints

PEK\_W03 – have the knowledge of heuristic algorithms, dedicated for specific problems of static optimization

relating to skills:

PEK\_U01 – is able to apply accurate and approximate algorithms to solve the tasks of static optimization with or without constraints

PEK\_U02 – can use standard procedures and select suitable parameters for the selected methods

PEK\_U03 – can interpret the meaning of the obtained solution for the specific problems of control theory and robotics

**PROGRAMME CONTENT**

<b>Form of classes – lecture</b>		<b>Number of hours</b>
Lec1	Optimization – mathematical models, classification of problems, basic terms	2
Lec2	Sample problems is the control theory and robotics	2
Lec3	Necessary conditions for the existence of extremum. Linear programming problem. Graphical interpretation.	2
Lec4	Generalized simplex algorithm, condition of admissibility and optimality. Dual theory.	2
Lec5	Optimization methods for the integer optimization problems (Branch and Bound method, Cutting Plane method, combinatorial search).	2
Lec6	Optimality conditions for a nonlinear optimization problem with constraints - Kuhn-Tucker-Karusch conditions. Regularity conditions, Lagrange method.	2
Lec7	Algorithms of local optimization without and with constraints. Simple search methods , non-gradient and gradient methods.	2
Lec8	Algorithms of global optimization – survey of meta-heuristic methods of local and population search.	2
Lec9	Practical example. Multi-criteria optimization. Optimality in the Pareto	2

	sense.	
Lec10	Test.	2
	<b>Total hours</b>	<b>20</b>
<b>Form of classes – project</b>		<b>Number of hours</b>
Pr1	Assigning the subject of the project (e.g.. profit optimization with the limitations imposed on stocks with the use of selected method).	2
Pr2	Formulation of mathematical model. Analysis and selection of methods	2
Pr3	Implementation of the selected algorithm with the use of standard software. Tuning the parameters.	2
Pr4	Testing	2
Pr5	Presentation of the results, preparation of the final report.	2
	<b>Total hours</b>	<b>10</b>

### TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture
- N2. Discussions
- N3 Consultations/Office hours
- N4. Individual job – literature studies i preparing to final test
- N5. Individual job – preparing the final report

### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

<b>Evaluation</b> (F – forming (during semester), C – concluding (at semester end))	<b>Educational effect number</b>	<b>Way of evaluating educational effect achievement</b>
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	<b>Activity on lectures</b> <b>Passing the written tests</b> <b>Consultations during office hours</b>
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U003	<b>Grade for the written report</b>

$$C = 0,5 * F1 + 0,5 * F2 \quad F1 > 2, F2 > 2$$

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE



**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Stachurski A.: Wprowadzenie do optymalizacji, Ofic. Wyd. PW, Warszawa, 2009.
- [2] Stadnicki J.: Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacji z przykładami zastosowań technicznych, WNT, Warszawa, 2006.
- [3] Cegielski A.: Programowanie matematyczne, Ofic. Wyd. Uniw. Zielona Góra, Zielona Góra, 2002.
- [4] Kusiak J., Danielewska-Tulecka A.: Oprycha P., Optymalizacja. Wybrane metody z przykładami zastosowań, PWN, Warszawa, 2009.
- [5] Ostanin A.: Optymalizacja liniowa i nieliniowa, Wyd. Pol. Biał., Białystok, 2005.
- [6] Arabas J.: Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, Warszawa, 2001.
- [7] Białoszewski T.: Wielokryterialna optymalizacja parametryczna układów z zastosowaniem algorytmów ewolucyjnych, PWNT, Gdańsk, 2007.

**SECONDARY LITERATURE:**

- [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.

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

**Ewa Szlachcic, tel.: 71 320 38 52; [ewa.szlachcic@pwr.edu.pl](mailto:ewa.szlachcic@pwr.edu.pl)**

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR  
SUBJECT**

**Optimization theory and advanced numerical methods  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
Control Engineering and Robotics**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01	K2AIR_W06	C1, C2	Lec1÷Lec4 Lec6	N1, N2,N3, N4
PEK_W02	K2AIR_W06	C3	Lec5, Lec7	N1, N2, N3, N4
PEK_W03	K2AIR_W06	C4	Lec8÷Lec10	N1, N2, N3, N4
PEK_U01	K2IR_U07	C3	Pr1÷Pr3	N2, N3, N5
PEK_U02	K2IR_U07	C4, C5	Pr4	N2, N3, N5
PEK_U03	K2IR_U07	C5	Pr5	N2, N3, N5

FACULTY OF ELECTRONICS					
<b>SUBJECT CARD</b>					
<b>Name in Polish:</b> Teoria sterowania					
<b>Name in English:</b> Control theory					
<b>Main field of study:</b> Control Engineering and Robotics					
<b>Specialization :</b> Computer Systems in Control Engineering and Robotics					
<b>Level and form of studies:</b> 2nd level, part-time					
<b>Kind of subject:</b> obligatory					
<b>Subject code:</b> ARKK15003					
<b>Group of courses:</b> YES					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20	10			
Number of hours of total student workload (CNPS)	80	70			
Form of crediting	Examination	crediting with grade			
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	7				
including number of ECTS points for practical (P) classes	-	2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1	1			

**PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**

**SUBJECT OBJECTIVES**

- C1 knowledge acquirement for the modeling of continuous and discrete control systems.  
 C2 ability acquirement of the process determination in continuous and discrete control systems.  
 C3 knowledge acquirement for the stability of continuous and discrete control systems.  
 C4 ability acquirement for the design of stable continuous and discrete control systems.  
 C5 knowledge acquirement for the main control system structures, their measuring and regulating units, And industrial networks.  
 C6 knowledge acquirement for the quality criteria and optimal as well as adaptive control algorithms.  
 C7 ability acquirement for the design of control systems with required properties.

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEK\_W01 – knowledge of the modeling principles for continuous and discrete control systems.

PEK\_W02 – knowledge of the processes evaluation in continuous and discrete control systems.

PEK\_W03 – knowledge of the main stability criteria for continuous and discrete control systems.

PEK\_W04 – knowledge of the typical quality criteria and regulating principles of control systems.

PEK\_W05 – knowledge of the main structures of control systems, their measuring and regulating units, and industrial networks.

PEK\_W06 – knowledge of the algorithms of optimal and adaptive control.

relating to skills:

PEK\_U01 – ability of the modeling of continuous and discrete systems control systems.

PEK\_U02 – ability of the process determination in continuous and discrete control systems for typical forcing inputs.

PEK\_U03 – ability of the design of stable feedback control systems.

PEK\_U04 – ability of the choice of quality criteria and control algorithms.

PEK\_U05 – ability of the analysis of complex control systems.

PEK\_U06 – ability of the design of continuous and discrete control systems with required properties.

relating to social competences:

PEK\_K01 – awareness of creative professional discussions.

### PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1,2	Modeling of continuous and discrete control systems. Determination of the processes in control systems.	4
Lec 3,4	Stability criteria for continuous and discrete control systems. Design of stable closed control systems.	4
Lec 5,6	Choice of control quality criteria. Algorithms of optimal and adaptive control.	4
Lec 7,8	Analysis of complex continuous and discrete control systems. Choice of measuring and regulating units.	4
Lec 9,10	Design of continuous and discrete control systems with required properties. Optimal continuous and discrete state regulator.	4
	Total hours	20

Form of classes - class		Number of hours
Cl 1	Examples of the modeling of continuous and discrete control systems.	2
Cl 2	Investigation of the stability of continuous and discrete control systems.	2
Cl 3	Algorithms of optimal and adaptive control in continuous and discrete systems.	2
Cl 4	Examples of the synthesis of continuous and discrete control systems with required properties.	2
Cl 5	Examples of the synthesis of optimal continuous and discrete state regulator.	2
	Total hours	10

### TEACHING TOOLS USED

N1. Classical lecture with the use of multimedia.  
 N2. Consultations.  
 N3. Self-study and preparing to the test.

**EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT**

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U0 – PEK_U06 PEK_K01	Oral answers, observation of the classes execution, written test
F2	PEK_W01 – PEK_W07	Written and oral examination
F3		
$P=0.4 \cdot F1 + 0.6 \cdot F2$ $F1 > 2, F2 > 2$		

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Greblicki W., Podstawy automatyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2006.
- [2] Kaczorek T., Teoria sterowania i systemów, PWN, Warszawa, 1996.
- [3] Górecki H., Optymalizacja systemów dynamicznych, PWN, Warszawa, 1993.
- [4] Pełczewski W., Teoria sterowania, WNT, Warszawa, 1980.

**SECONDARY LITERATURE:**

- [1] Betts J.T., Practical Methods for Optimal Control and Estimation Using Nonlinear Programming, SIAM, Philadelphia, 2010.
- [2] Speyer J.L., Jacobson D.H., Primer on Optimal Control Theory, SIAM, Philadelphia, 2010.
- [3] Biegler L.T., Nonlinear Programming, SIAM, Philadelphia, 2010.

**SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

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

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR  
 SUBJECT  
 Control theory  
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
 Control Engineering and Robotics  
 AND SPECIALIZATION Computer Systems in Control Engineering and  
 Robotics (ASU)**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2AIR_W04	C1	Lec 1,2	1,2,3
PEK_W02	K2AIR_W04	C1	Lec 1,2	1,2,3
PEK_W03	K2AIR_W04	C2	Lec 3,4	1,2,3
PEK_W04	K2AIR_W04	C3	Lec 5,6	1,2,3
PEK_W05	K2AIR_W04	C6	Lec 7,8	1,2,3
PEK_W06	K2AIR_W04	C6	Lec 7,8	1,2,3
PEK_U01 (skills)	K2AIR_U05	C1	Class 1	2,3
PEK_U02	K2AIR_U05	C2	Class 1	2,3
PEK_U03	K2AIR_U05	C3	Class 2	2,3
PEK_U04	K2AIR_U05	C4,C5	Class 3	2,3
PEK_U05	K2AIR_U05	C6	Class 4	2,3
PEK_U06	K2AIR_U05	C7	Class 5	2,3

\*\* - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

\*\*\* - from table above

**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: **ARKK15004**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>6</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		<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*F1+0.5*F2 F1>2, F2>2		

### 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 (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**  
**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_W07	C1, C2	Wy1..Wy6	1,3,5
PEK_W02	K2AiR_W07	C1, C2	Wy1..Wy6	1,3,5
PEK_W03	K2AiR_W07	C4	Wy8, Wy9	1,3,5
PEK_W04	K2AiR_W07	C4	Wy10, Wy14	1,3,5
PEK_W05	K2AiR_W07	C5	Wy7, Wy14	1,3,5
PEK_W06	K2AiR_W07	C3	Wy12, Wy14	1,3,5
PEK_W07	K2AiR_W07	C6	Wy11, Wy14	1,3,5
PEK_W08	K2AiR_W07	C7	Wy13, Wy14	1,3,5
PEK_U01	K2AiR_U08	C1, C2	La1..La10	2,3,4
PEK_U02	K2AiR_U08	C1, C2	La1..La10	2,3,4
PEK_U03	K2AiR_U08	C1	La1	2,3,4
PEK_U04	K2AiR_U08	C3, C4	La5, La6	2,3,4
PEK_U05	K2AiR_U08	C5	La4	2,3,4
PEK_U06	K2AiR_U08	C7	La6	2,3,4
PEK_U07	K2AiR_U08	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</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>ARKS00109</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>100</b>		<b>50</b>		
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Grupa kursów	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>6</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>-</b>		<b>2</b>		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>2</b>		<b>1</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 wniosowania rozmytego.

<p>PEK_W05 – posiada wiedzę na temat systemów Takagi-Sugeno.</p> <p>PEK_W06 – posiada wiedzę na temat systemów hybrydowych neuronowo-rozmytych i zasad ich projektowania.</p> <p>PEK_W07– zna narzędzia programistyczne do projektowania systemów neuronowych i rozmytych.</p> <p>Z zakresu umiejętności:</p> <p>PEK_U01 – potrafi zaimplementować sieć neuronową do rozwiązywania prostego zadania klasyfikacji i aproksymacji.</p> <p>PEK_U02 – potrafi zaprojektować model neuronowy obiektu dynamicznego.</p> <p>PEK_U03– potrafi zaimplementować prosty neuro-sterownik.</p> <p>PEK_U04 – potrafi zaimplementować rozmyty sterownik typu Takagi-Sugeno.</p> <p>z zakresu kompetencji społecznych:</p> <p>PEK_K01 – ma świadomość znaczenia umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,</p> <p>PEK_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności.</p>
--

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		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>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		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
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$ $F1 > 2, F2 > 2$		

## 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/nncntrl.html>

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

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, 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_U08	C6	La1,La2	1,2, 3,4
PEK_U02	S2ASU_U08	C6	La3	1,2,3, 4
PEK_U03	S2ASU_U08	C6	La4	1,2,3,4
PEK_U04	S2ASU_U08	C7	La5	1,2,3,4
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: **Projektowanie Oprogramowania**Nazwa w języku angielskim: **Software design**Kierunek studiów: **Automatyka i robotyka**Stopień studiów i forma: **II stopień, niestacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **Obowiązkowy/specjalnościowy**Kod przedmiotu: **ARKS00113**Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>10</b>			<b>10</b>	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>60</b>			<b>90</b>	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-			<b>3</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**

1. S1ASI W02, S1ASI W05
2. S1ASI U02, S1ASI U05
3. S1ASI K01

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej języka UML oraz jego rozszerzeń
- C2 Nabycie wiedzy dotyczącej metodologii MDA
- C3 Nabycie wiedzy i umiejętności opracowania modelu „świata rzeczywistego” za pomocą diagramów klas i aktywności
- C4 Nabycie wiedzy i umiejętności wyrażania wymagań tworzonego systemu informatycznego za pomocą diagramów przypadków użycia UML na podstawie transformacji modelu „świata rzeczywistego”
- C5 Zdobywanie wiedzy i umiejętności dotyczącej iteracyjno-rozwojowej metody budowy modelu analizy i projektu systemu informatycznego
- C6 Nabycie umiejętności tworzenia zespołów projektujących oprogramowanie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Opanowanie podstaw wiedzy z metodologii MDA

PEK\_W02 - Nabycie wiedzy z obszaru tworzenia modeli analizy i projektu systemu informatycznego z wykorzystaniem strukturalnych i behawioralnych diagramów UML

PEK\_W03 - Zdobycie wiedzy z zakresu refaktoryzacji modeli analizy i projektu systemów informatycznych w celu poprawy wydajności

PEK\_W04 - Opanowanie wiedzy z zakresu refaktoryzacji modeli analizy i projektu systemów informatycznych w celu poprawy złożoności strukturalnej

PEK\_W05 - Nabycie wiedzy w zakresie komercyjnych narzędzi informatycznych wspomagających modelowanie i projektowanie systemów informatycznych.

z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Nabycie umiejętności wykonania modeli „świata rzeczywistego” tworzonego systemu informatycznego

PEK\_U02 – Zdobycie umiejętności definiowania modelu wymagań systemu informatycznego na podstawie modelu „świata rzeczywistego”

PEK\_U03 – Opanowanie umiejętności tworzenia modeli analizy systemu informatycznego z wykorzystaniem narzędzi informatycznych.

PEK\_U04 - Opanowanie umiejętności tworzenia modeli projektu systemu informatycznego z wykorzystaniem narzędzi informatycznych.

z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – Potrafi współpracować w dwuosobowym lub trzyosobowym zespole przygotowującym specyfikacje wymagań i budowy modeli analizy i projektu systemów informatycznych w sposób iteracyjno-rozwojowy

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Omówienie zakresu kursu, wymagań i literatury. Przegląd i omówienie podstawowych zagadnień z zakresu projektowania oprogramowania	2
Wy2	Modelowanie „świata rzeczywistego” oraz wykonanie na jego podstawie modelu wymagań systemu informatycznego w postaci diagramów przypadków użycia UML	2
Wy3, Wy4	Omówienie diagramów strukturalnych i behawioralnych języka UML. Metoda iteracyjno-rozwojowa tworzenia systemów informatycznych w środowisku UML napędzana przypadkami użycia.	4
Wy5	Omówienie metod tworzenia dokumentacji projektowej. Metryki do oceny złożoności strukturalnej modeli analizy i projektu systemów informatycznych. Kolokwium zaliczeniowe	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>10</b>



<b>Forma zajęć - projekt</b>		Liczba Godzin
Pr1	Ustalenie tematu, zakresu i celu projektu Prezentacja modelu „świata rzeczywistego” wybranego systemu z obszarów automatyki i robotyki.	1
Pr2	Zapoznanie się z istniejącymi narzędziami wspomagającymi projektowanie systemów informatycznych. Wykonanie modelu wymagań systemu informatycznego w postaci diagramu przypadków użycia na podstawie opracowanego modelu „świata rzeczywistego”..Ustalenie wstępnego harmonogramu działań	1
Pr3	Wykonanie metodą iteracyjno-rozwojową modeli analizy i projektu systemu informatycznego z wykorzystaniem języka UML wg ustalonego harmonogramu	6
Pr4	Końcowa ocena złożoności strukturalnej i wydajności wykonanego modelu projektu systemu informatycznego – wykonanie refaktoryzacji w celu osiągnięcia kompromisu między wydajnością i złożonością strukturalną.	1
Pr5	Prezentacja efektów wykonanego projektu, przedstawienie ostatecznej dokumentacji projektu	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>10</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora N2 Prezentowanie elementów projektu (diagramów i dokumentacji) wg harmonogramu N3 Konsultacje N4 Praca własna – realizacja projektu N5 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium z wykładu

#### **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 realizacji projektu, ocena osiągniętych rezultatów
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W05 PEK U01 ÷ PEK U04	Kolokwium pisemne
P = 0,6*F1 + 0,4*F2 - jeżeli F1 i F2 są >2, w przeciwnym wypadku P=0		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I., Język UML. Przewodnik użytkownika, Seria: Inżynieria oprogramowania, Warszawa, WNT, 2002
- [2] A. Cockburn, Jak pisać efektywne przypadki użycia, WNT, Warszawa 2004.
- [3] M.Fowler, K.Scott, UML w kropelce, LTP, 2002.
- [4] Martin R. C., Martin M., Agile, Programowanie zwinne. Zasady, wzorce i praktyki zwinnego wytwarzania oprogramowania w C#, Gliwice, Helion, 2008.
- [5] Kan S. H., Metryki i modele w inżynierii jakości oprogramowania, Wydawnictwo naukowe PWN, 2006

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J., Wzorce projektowe. Elementy oprogramowania obiektowego wielokrotnego użytku, Seria: Inżynieria oprogramowania, Warszawa, WNT, 2008.
- [2] Shalloway A., Trott James R., Projektowanie zorientowane obiektowo. Wzorce projektowe, Gliwice, Helion, 2005.

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

Zofia Kruczkiewicz, zofia.kruczkiewicz@pwr.edu.pl

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Projektowanie oprogramowania** 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_W04	C1, C2	Wy1	N1, N2, N3, N4, N5
PEK_W02	S2ASU_W04	C2, C3, C4, C5	Wy1, Wy2, Wy3, Wy4	N1, N2, N3, N4, N5
PEK_W03	S2ASU_W04	C5	Wy3, Wy4, Wy5	N1, N2, N3, N4, N5
PEK_W04	S2ASU_W04	C5	Wy3, Wy4, Wy5	N1, N2, N3, N4, N5
PEK_W05	S2ASU_W04	C5	Wy1, Wy2, Wy3, Wy4, Wy5	N1, N2, N3, N4,
PEK_U01	S2ASU_U04	C3	Pr1	N2, N4
PEK_U02	S2ASU_U04	C4	Pr2	N2, N4
PEK_U03	S2ASU_U04	C3, C4, C5	Pr1...Pr4	N2, N4
PEK_U04	S2ASU_U04	C3, C4, C5	Pr1...Pr4	N2, N4

<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 (AUR)</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ARKS00207</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 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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)****Grzegorz Mzyk, Grzegorz.Mzyk@pwr.edu.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Seminarium dyplomowe**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI Systemy automatyki i robotyki (AUR)**

<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_W09	C4	Se1	N2
<b>PEK_W02</b>	K2AIR_W09	C1	Se2, Se3	N3
<b>PEK_U01</b>	S2AUR_U13	C2	Se2, Se4	N1
<b>PEK_U02</b>	S2AUR_U13	C3	Se3, Se4	N2, N3
<b>PEK_U03</b>	S2AUR_U13	C1 ,C2, C3, C4	Se3, Se4	N2, N3

<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Systemy automatyki</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>ARKS00115</b>
Grupa kursów:	<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>75</b>		<b>75</b>		
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Liczba punktów ECTS	<b>5</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.

<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.	2
La2	Konfiguracja i obsługa mikroprocesorowych regulatorów PID	2
La3	Sterowniki swobodnie programowalne – konfiguracja i programowanie	2
La4	Regulatory wielofunkcyjne i dobór nastaw regulatorów	2
La5	Realizacja i uruchomienie wybranej sieci przemysłowej	2
<b>Suma godzin</b>		<b>10</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
P2	PEK_W01 ÷ PEK_W04	Kolokwium pisemne z wykładu
P = 0.5*F1 + 0.5*P2 pod warunkiem, że F1 ≥ 3.0 i P2 ≥ 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.: *Bustehnologien 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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Anna Czemplik, anna.czemplik@pwr.edu.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



<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
	<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa w języku polskim:	<b>Zaawansowane metody programowania</b>
Nazwa w języku angielskim:	
Kierunek studiów:	<b>Automatyka i robotyka</b>
<b>Specjalność:</b>	<b>Systemy automatyki i robotyki - AUR</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, niestacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ARKS00211</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)	30		90		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		2		

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

1. K1AiR\_W13
2. K1AIR\_W22
3. K1AIR\_U12
4. K1AIR\_U17

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie technik programowania uogólnionego, wyrażeń regularnych, bibliotek łączonych dynamicznie, programowania równoległego oraz podstawowych analizatorów składni.
- C2 Nabycie umiejętności wykorzystania wzorców do budowy i korzystania z bibliotek standardowych oraz projektowania prostych analizatorów składni.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

osoba, która zaliczyła kurs, ma następujące kompetencje:

**Z zakresu wiedzy:**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEK\_W01   Zna modele i hierarchię pamięci
- PEK\_W02   Zna techniki programowania za pomocą szablonów
- PEK\_W03   Zna biblioteki standardowe
- PEK\_W04   Zna polimorficzne techniki programowania
- PEK\_W05   Zna techniki obsługi wyjątków

PEK_W06	Zna zasady programowania współbieżnego
PEK_W07	Zna techniki programowanie urządzeń mobilnych i sieciowych
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
PEK_U01	Potrafi scharakteryzować hierarchię pamięci (rejstry, pamięć podręczną, oraz o dostępie swobodnym, sekwencyjnym i mieszanym)
PEK_U02	Potrafi konstruować klasy parametryzowane typami danych,
PEK_U03	Potrafi korzystać z kontenerów, algorytmów i iteratorów bibliotek standardowych
PEK_U04	Potrafi opisać modele pamięci obiektów i polimorfizm czasu wykonania (wtyczki)
PEK_U05	Potrafi skonstruować programy z obsługą wyjątków
PEK_U06	Potrafi implementować podstawowe schematy programowania współbieżnego w oparciu o bibliotekę standardową
PEK_U07	Potrafi tworzyć aplikacje na wybranej platformie mobilnej

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Omówienie współczesnych trendów w programowaniu	1
Wy2	Modele i hierarchia pamięci	1
Wy3	Techniki programowania za pomocą szablonów	1
Wy4	Biblioteki standardowe	2
Wy5	Polimorficzne techniki programowania – wtyczki	1
Wy6	Techniki obsługi wyjątków	1
Wy7	Zasady programowania współbieżnego	2
Wy8	Techniki programowanie urządzeń mobilnych i sieciowych	1
<b>Suma godzin</b>		<b>10</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		Liczba Godzin
La1	Omówienie tematów laboratoriów. Wybrane środowiska IDE	2
La2	Hierarchia pamięci (rejstry, pamięć podręczna, o dostępie swobodnym, sekwencyjnym i mieszanym)	2
La3	Klasy parametryzowane typami danych	2
La4	Kontenery, algorytmy i iteratory bibliotek standardowych	2
La5	Modele pamięci obiektów i polimorfizm czasu wykonania (wtyczki)	2
La6	Programowanie z obsługą wyjątków	2
La7, La8	Schematy programowania współbieżnego w oparciu o bibliotekę standardową	4
La9, La10	Aplikacje na wybraną platformę mobilną	4
<b>Suma godzin</b>		<b>20</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Rzutnik, tablica
N2. Stanowisko komputerowe, środowisko programistyczne IDE, pakiet aplikacji biurowych

## 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_W07	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEK_U01- PEK_U07	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
$P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2$ (pod warunkiem zaliczenia laboratorium)		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bjarne Stroustrup, Język C++, Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa, 2002.  
 [2] Stanley B. Lippman, Model obiektu C++, Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa, 1999.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] Artykuły z czasopism i książki specjalistyczne wydawnictw naukowych, m.in. IEEE, Kluwer, Elsevier  
 [4] Bruce Eckel, Thinking in C++. Edycja polska, Wydawnictwo Helion, 2002.

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

**Przemysław Śliwiński (przemyslaw.sliwinski@pwr.edu.pl)**

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Zaawansowane metody programowania** **Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka** **I SPECJALNOŚCI** **Systemy automatyki i robotyki - AUR**

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 (wiedza)</b>	<b>S2AUN_W0XX</b>	C1	Wyk2	N1
<b>PEK_W02</b>	<b>S2AUN_W0XX</b>	C1	Wyk3	N1
<b>PEK_W03</b>	<b>S2AUN_W0XX</b>	C1	Wyk4	N1
<b>PEK_W04</b>	<b>S2AUN_W0XX</b>	C1	Wyk5	N1
<b>PEK_W05</b>	<b>S2AUN_W0XX</b>	C1	Wyk6	N1
<b>PEK_W06</b>	<b>S2AUN_W0XX</b>	C1	Wyk7	N1
<b>PEK_W07</b>	<b>S2AUN_W0XX</b>	C1	Wyk8	N1
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	<b>S2AUN_U0XX</b>	C1	La2	N2
<b>PEK_U02</b>	<b>S2AUN_U0XX</b>	C2	La3	N2
<b>PEK_U03</b>	<b>S2AUN_U0XX</b>	C2	La4	N2
<b>PEK_U04</b>	<b>S2AUN_U0XX</b>	C2	La5	N2
<b>PEK_U05</b>	<b>S2AUN_U0XX</b>	C2	La6	N2
<b>PEK_U06</b>	<b>S2AUN_U0XX</b>	C2	La7,La8	N2
<b>PEK_U07</b>	<b>S2AUN_U0XX</b>	C2	La9,La10	N2

**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>ARKS00213</b>
Grupa kursów:	<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>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>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\_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.

<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.	2
La2	Mikroprocesorowe regulatory PID	2
La3	Sterowniki swobodnie programowalne	2
La4	Regulatory wielofunkcyjne i dobór nastaw regulatorów	2
La5	Realizacja i uruchomienie wybranej sieci przemysłowej	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>10</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)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
---	--------------------------	---

(na koniec semestru)		
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U05	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
P2	PEK_W01 ÷ PEK_W04	Kolokwium pisemne z wykładu
P = 0.5*F1 + 0.5*P2 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.edu.pl](mailto:anna.czemplik@pwr.edu.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	S2AUR_W02	C1	Wy1÷Wy4	1,2,4
PEK_W02	S2AUR_W02	C2	Wy5÷Wy6	1,2,4
PEK_W03	S2AUR_W02	C3	Wy7÷Wy8	1,2,4
PEK_W04	S2AUR_W02	C3	Wy9÷Wy10	1,2,4
PEK_U01	S2AUR_U01	C4	La1	1,2,3
PEK_U02	S2AUR_U01	C5	La3	1,2,3
PEK_U03	S2AUR_U01	C6	La2,La4	1,2,3
PEK_U04	S2AUR_U01	C7	La5	1,2,3
PEK_U05	S2AUR_U01	C1÷C7	La1÷La5	1,2,3

<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Programowanie obiektowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Object Oriented Programming</b>
Kierunek studiów:	<b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność:	<b>Systemy informatyczne w automatyce i robotyce (ASU)</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II (niestacjonarny – magisterskie uzupełniające)</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ARKS12104</b>
Grupa kursów:	<b>TAK</b>

	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.

### 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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Przemysław Śliwiński (<a href="mailto:przemyslaw.sliwinski@pwr.edu.pl">przemyslaw.sliwinski@pwr.edu.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)**

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_W05	C1	Wyk1	N1, N3, N4
PEK_W02	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_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

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

\*\*\* - z tabeli powyżej

**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: **ARKS15107**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>300</b>	
Forma zaliczenia				<b>Zaliczenie na ocenę</b>	
Liczba punktów ECTS				<b>12</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

<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 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 (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**  
**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_U9	C1	Proj1	1,2,3,4,5
PEK_U02	S2ASU_U9	C2	Proj1..Proj3	1,2,3,4,5
PEK_U03	S2ASU_U9	C3	Proj3..Proj5	1,2,3,4,5
PEK_U04	S2ASU_U9	C4	Proj8, Proj9	1,2,3,4,5
PEK_U05	S2ASU_U9	C3,C5	Proj8	1,2,3,4,5
PEK_U06	S2ASU_U9	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 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 (AUR)-(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>ARKS17208</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)				40	
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**

S2AUR\_W02, S2AUR\_W03, S2AUR\_W04, S2AUR\_U09

**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.	2
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] Siemens, *Pierwsze kroki z SIMATIC S7-1200. Podręcznik*. Wydanie 03/2014.
- [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] Przegląd Elektrotechniczny

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

Antoni Izworski, [antoni.izworski@pwr.edu.pl](mailto:antoni.izworski@pwr.edu.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	S2AUNAUR_W02	C1	Pr1, Pr3, Pr4	N1, N3, N4
PEK_W2	S2AUNAUR_W03	C2, C5	Pr2, Pr5, Pr6	N2, N5
PEK_W3	S2AUNAUR_W02	C1, C2	Pr12, Pr13, Pr14	N4, N5
PEK_U1	S2AUNAUR_U04, S2AUNAUR_U10	C1, C4, C6	Pr3, Pr4, Pr8, Pr9	N4, N5
PEK_U2	S2AUNAUR_U12, S2AUNAUR_U10	C2, C4	Pr5, Pr6, Pr10, Pr11	N1, N4
PEK_U3	S2AUNAUR_U07, S2AUNAUR_U10	C2, C5, C6	Pr1, Pr2, Pr5, Pr6	N2, N3, N5
PEK_U4	S2AUNAUR_U01, S2AUNAUR_U10	C2, C3, C6	Pr5, Pr6, Pr10, Pr11	N2, N3, N4, N5
PEK_U5	S2AUNAUR_U02, S2AUNAUR_U07, S2AUNAUR_U12	C2, C5, C6	Pr5, Pr6, Pr10, Pr11	N2, N3, N4
PEK_U6	S2AUNAUR_U05, S2AUNAUR_U12	C2, C3, C5	Pr13, Pr14, Pr15	N3, N4
PEK_K1, PEK_K2	S2AUNAUR_K01	C2, C3, C5	Pr1, Pr2, Pr7, Pr12	N4, N5