

## **PROGRAM STUDIÓW**

**WYDZIAŁ: ELEKTRONIKI**

**KIERUNEK STUDIÓW: AUTOMATYKA I ROBOTYKA**

Przyporządkowany do dyscypliny: **automatyka, elektronika i elektrotechnika**

**POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia (magisterskie)**

**FORMA STUDIÓW: stacjonarna**

**PROFIL: ogólnoakademicki**

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski, angielski**

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – załącznik nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – załącznik nr 2 do programu studiów

Uchwała nr **30/03/2020-2024** Senatu PWr z dnia **19.11.2020 r.**

Obowiązuje od roku akademickiego 2020/2021

## ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Wydział: Elektroniki

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Poziom studiów: studia II-go stopnia

Profil: ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: nauki inżyniersko-techniczne

Dyscyplina/dyscypliny w przypadku kilku dyscyplin proszę wskazać dyscyplinę wiodącą)  
automatyka, elektronika i elektrotechnika

Objaśnienie oznaczeń:

P6U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia - 6 poziom PRK\*

P7U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia - 7 poziom PRK\*

P6S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia studiów - 6 poziom PRK \*

P7S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia/ jednolitych magisterskich – 7 poziom PRK\*

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K(symbol kierunku)\_W1, K(symbol kierunku)\_W2, K(symbol kierunku)\_W3, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K(symbol kierunku)\_U1, K(symbol kierunku)\_U2, K(symbol kierunku)\_U3, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K(symbol kierunku)\_K1, K(symbol kierunku)\_K2, K(symbol kierunku)\_K3, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

S(symbol specjalności)\_W..., S(symbol specjalności)\_W..., S(symbol specjalności)\_W..., ... - efekty specjalnościowe dot. kategorii „wiedza”

S(symbol specjalności)\_U..., S(symbol specjalności)\_U..., S(symbol specjalności)\_U..., ... - efekty specjalnościowe dot. kategorii „umiejętności”

S(symbol specjalności)\_K..., S(symbol specjalności)\_K..., S(symbol specjalności)\_K..., ... - efekty specjalnościowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

...\_inż – efekty uczenia się umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich

\*niepotrzebne usunąć

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA</b> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA</b>				
K2AIR_W01	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie wybranych działów matematyki i fizyki niezbędną do rozumienia zagadnień w zakresie studiowanej dyscypliny naukowej.	P7U_W	P7S_WG	
K2AIR_W02	Ma wiedzę w zakresie tworzenia lub rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości w obszarze właściwym dla studiowanego kierunku studiów, ma wiedzę z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego.	P7U_W	P7S_WK	
K2AIR_W03	Zna współczesne metody i algorytmy optymalizacji lokalnej i globalnej oraz teorii sterowania optymalnego.	P7U_W	P7S_WG	
K2AIR_W04	Zna metody modelowania środowiska losowego oraz parametryczne i nieparametryczne metody identyfikacji dla systemów statycznych i dynamicznych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2AIR_W05	Ma zaawansowaną wiedzę w zakresie pojęć i metod analitycznych i geometrycznych stosowanych w automatyce i robotyce, niezbędną do formułowania modeli, opisu własności i propozycji algorytmów sterowania.	P7U_W	P7S_WG	
	Osiąga efekty w kategorii WIEDZA dla jednej z następujących specjalności: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komputerowe sieci sterowania</li> <li>• Robotyka</li> <li>• Komputerowe systemy zarządzania procesami przemysłowymi</li> <li>• Technologie informacyjne w systemach automatyki</li> <li>• Systemy informatyczne w automatyce</li> <li>• Przemysł 4.0</li> <li>• Embedded Robotics</li> </ul> oraz w trybie niestacjonarnym: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy informatyczne w automatyce i robotyce</li> <li>• Systemy automatyki i robotyki</li> </ul>			
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				

K2AIR_U01	Ma wiedzę, umiejętności i kompetencje w zakresie języka obcego zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu dodatkowego B2+ ESOKJ oraz wyższe w zakresie języka naukowo-technicznego związanego ze studiowaną dyscypliną i pokrewnymi zagadnieniami.	P7U_U	P7S_UK	
K2AIR_U02	Potrafi myśleć krytycznie i argumentować swoje stanowisko.	P7U_U	P7S_UK P7S_UO	
K2AIR_U03	Potrafi formułować zadania i projektować oraz numerycznie badać systemy optymalnego podejmowania decyzji i sterowania.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01.inż
K2AIR_U04	Potrafi <b>wykorzystywać</b> dane pomiarowe do budowy i testowania <b>modeli systemów</b> , prowadzić badania <b>eksperymentalne</b> oraz korzystać z dedykowanego oprogramowania.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW02.inż
K2AIR_U05	Potrafi <b>definiować i analizować</b> modele matematyczne <b>układów</b> , <b>wykorzystywać</b> metody matematyczne do zaprojektowania algorytmów sterowania, a także jest przygotowany do korzystania ze specjalistycznej literatury przedmiotu.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW02.inż
K2AIR_U06	<p>Ma aktualną wiedzę o <b>trendach rozwojowych</b> i najistotniejszych nowych <b>osiągnięciach w obszarze</b> studiowanej dyscypliny naukowej. Potrafi samodzielnie zrealizować pracę dyplomowa magisterską zawierającą aspekty badawcze, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny</li> <li>• potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski</li> <li>• potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania problemów metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne</li> <li>• potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami badawczymi</li> <li>• potrafi integrować wiedzę z różnych dziedzin i dyscyplin oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne</li> <li>• potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) w reprezentowanej dyscyplinie</li> <li>• potrafi zaproponować ulepszenia/usprawnienia istniejących rozwiązań technicznych</li> <li>• potrafi interpretować uzyskane wyniki badań, wyciągać stosowne wnioski i formułować rekomendacje</li> <li>• potrafi zredagować pracę magisterską zgodnie z wymogami formalnymi</li> </ul>	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW02.inż

	<p>Osiąga efekty w kategorii UMIEJĘTNOŚCI dla jednej z następujących specjalności:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komputerowe sieci sterowania</li> <li>• Robotyka</li> <li>• Komputerowe systemy zarządzania procesami przemysłowymi</li> <li>• Technologie informacyjne w systemach automatyki</li> <li>• Systemy informatyczne w automatyce</li> <li>• Przemysł 4.0</li> <li>• Embedded Robotics</li> </ul> <p>oraz w trybie niestacjonarnym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy informatyczne w automatyce i robotyce</li> <li>• Systemy automatyki i robotyki</li> </ul>			
<b>KOMPETENCJE</b>				
K2AIR_K01	Ma świadomość społecznych skutków działalności inżynierskiej i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje. Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności absolwenta uczelni technicznej. Rozumie rolę środków masowego przekazu.	P7U_K	P7S_KR	
K2AIR_K02	Docenia rolę innowacyjności w gospodarce. Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, uruchamiania działalności gospodarczej i prowadzenia małej firmy inżynierskiej.	P7U_K	P7S_KR P7S_KO	

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>  Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA</b>				
S2ARK_W01	Posiada poszerzoną wiedzę w zakresie równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych, matematyki dyskretnej i stosowanej, w szczególności metody matematyczne i symulacyjne do modelowania i analizy działania złożonych systemów sterowania.	P7U_W	P7S_WG	
S2ARK_W02	Posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu architektury rozproszonych komputerowych systemów sterowania i systemów automatyki z uwzględnieniem systemów akwizycji danych, interfejsów i protokołów komunikacyjnych oraz bazy sprzętowej, problematyki bezpieczeństwa maszyn i systemów automatycznej identyfikacji produktów.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARK_W03	Posiada wiedzę na temat wybranych zagadnień sztucznej inteligencji stosowanych w automatyce i robotyce, takich jak obliczenia neuronowe w modelowaniu i sterowaniu procesów, algorytmy dokładne oraz heurystyczne dla rzeczywistych systemów produkcyjnych w problemach optymalizacji dyskretnej oraz algorytmy ewolucyjne i inne nowoczesne heurystyki w problemach optymalizacji globalnej.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARK_W04	Rozumie rolę innowacyjności w gospodarce. Posiada podstawową wiedzę w zakresie uruchamiania działalności gospodarczej i prowadzenia małej firmy inżynierskiej.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARK_W05	Posiada wiedzę w zakresie Internetu rzeczy, przemysłowej komunikacji sieciowej oraz trendów w informatyzacji systemów sterowania	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
S2ARK_U01	Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne do analizy i projektowania systemów sterowania oraz opracować dokumentację i przedstawić prezentację wyników badań symulacyjnych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ARK_U02	Potrafi zaprojektować rozproszone układy automatyki na bazie sterowników PAC, narzędzi SCADA, sieci przemysłowych lub systemów DCS, spełniające wymogi norm bezpieczeństwa maszyn. Posiada umiejętność zaprojektowania i oprogramowania rozproszonego systemu akwizycji danych i sterowania działający w środowisku systemu operacyjnego czasu rzeczywistego oraz zainstalować i skonfigurować system operacyjny dla systemu wbudowanego.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż
S2ARK_U03	Potrafi sformułować założenia projektowe, zaprojektować, wykonać, uruchomić i przetestować układ elektroniczny/urządzenie automatyki zawierające elementy analogowe, cyfrowe i mikroprocesorowe, dedykowane dla automatyzacji zadanego obiektu, z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż

S2ARK_U04	Potrafi sformułować założenia projektowe, zaprojektować system automatyki, opracować model dynamiki układu sterowania oraz przebadać w warunkach symulacyjnych algorytmy sterowania i procedury korygowania dynamiki układu dla wybranego procesu oraz wykonać szczegółową dokumentację projektową i badawczą.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03.inż P7S_UW04.inż
S2ARK_U05	Potrafi zaprojektować sieć neuronową modelującą proces dynamiczny lub wspomagającą sterowanie procesem, umie zaimplementować graficzną aplikację komputerową wspomagającą harmonogramowanie w systemie produkcyjnym z różnego typu ograniczeniami a także zna sposoby doboru do specyfiki zadania optymalizacyjnego i implementacji algorytmu ewolucyjnego i innych metaheurystyk.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01.inż P7S_UW02.inż

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>Robotyka (ARR)</b>  Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającą uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA</b>				
S2ARR_W01	Ma wiedzę w zakresie różnego typu algorytmów sterowania systemów robotycznych, uwzględniających ograniczenia ruchu, niedokładność modelu, zapewniających odporność i posiadających zdolność adaptacji.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARR_W02	Ma wiedzę w zakresie teorii i zastosowań w automatyce i robotyce formalizmu dyskretnych systemów zdarzeniowych (DES), w tym automatów skończonego stanowego i wybranych klas sieci Petriego.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARR_W03	Zna główne paradygmaty reprezentacji wiedzy, podstawowe algorytmy sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego oraz ich zastosowania w robotach społecznych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARR_W04	Zna zadania, metody i algorytmy planowania ruchu robotów oraz posiada wiedzę o modelowaniu otoczenia robota umożliwiającą lokalizację, budowę map i nawigację.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARR_W05	Ma wiedzę w zakresie zagadnień projektowych robotycznych systemów wbudowanych i rozproszonych z wykorzystaniem dedykowanych środowisk ułatwiających implementację systemów.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
S2ARR_U01	Potrafi zaprojektować, zaimplementować i ewaluować algorytm sterowania dla wybranego systemu robotycznego z uwzględnieniem niedokładności modelu, opcjonalnie zapewniający odporność lub zdolność adaptacji.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
S2ARR_U02	Potrafi skonstruować zdarzeniowy model systemu automatyki/robotyki zaproponować i zaimplementować algorytmy sterowania nadrzędnego/rozproszonego.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ARR_U03	Potrafi zbudować model zagadnienia, zastosować metody rozwiązywania problemu technikami sztucznej inteligencji czy metodami uczenia maszynowego także w dziedzinie robotów społecznych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż
S2ARR_U04	Potrafi projektować i analizować algorytmy planowania ruchu robotów oraz modelować otoczenie robota na użytek nawigacji i lokalizacji robota w przestrzeni.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ARR_U05	Potrafi zaprojektować i zaimplementować złożony, rozproszony system sterowania wykorzystując robotyczne środowiska i biblioteki programistyczne oraz strategię szybkiego prototypowania.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż



Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>Komputerowe systemy zarządzania procesami przemysłowymi (ARS)</b>  Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA</b>				
S2ARS-W01	Ma wiedzę na temat podstawowych metod stosowanych w diagnostyce procesów, w szczególności kart kontrolnych i systemów wizyjnych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARS-W02	Zna sposoby zwiększenia elastyczności systemów wytwarzana. Identyfikuje elementy krytyczne w systemie produkcyjnym. Zna wybrane metody optymalizacji w elastycznych systemach wytwarzania.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARS-W03	Zna systemy klasy ERP oraz CRM wykorzystywane do kompleksowego zarządzania przedsiębiorstwami w różnych modelach biznesowych. Zna narzędzia i metody wspomagające przeprowadzanie obliczeń inżynierskich (Mat lab, Mathematica, Statistica ), a także narzędzia i metody wspomagania projektowania typu CAD/CAM.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARS-W04	Zna podstawowe narzędzia probabilistyczne wykorzystywane w analizie danych oraz ich zastosowania w obszarze zarządzania.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARS-W05	Zna zasady działania i możliwości zastosowań algorytmów ewolucyjnych, posiada wiedzę na temat metodologii projektowania sieci neuronowych i systemów rozmytych stosowanych w automatyce.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
S2ARS-U01	Potrafi zastosować typowe karty kontrolne oraz użyć systemu wizyjnego w diagnostyce i monitorowaniu procesu produkcji.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ARS-U02	Potrafi zaimplementować algorytmy harmonogramowania operacyjnego w różnego typu modelach systemów produkcyjnych. Potrafi przeprowadzić analizy systemu mające na celu wskazanie elementów krytycznych systemu produkcyjnego.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż
S2ARS-U03	Umie wdrożyć oraz używać wybrane systemy ERP i CRM, a także umie dostosować te systemy do danego modelu biznesowego. Umie posługiwać się narzędziami służącymi do wspomagania obliczeń inżynierskich oraz wspomagania projektowania. Umie dobrać właściwe narzędzia do postawionego zadania inżynierskiego. Potrafi zrealizować i dokumentować samodzielnie projekt naukowotechniczny na wybrany temat.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ARS-U04	Potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy analizy danych oraz przeprowadzić wnioskowanie statystyczne na podstawie posiadanych obserwacji.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ARS-U05	Potrafi przeprowadzić proces uczenia siec neuronowej oraz neuronowo-rozmytej modelującej obiekt dynamiczny. Potrafi zaprojektować prosty neurosterownik oraz sterownik rozmyty.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającą uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA</b>				
S2ART_W01	Ma wiedzę z zakresu modelowania danych, projektowania rozproszonych i obiektowych baz danych, pozyskiwania informacji o procesie produkcji oraz zarządzaniu zasobami w systemach informatycznych i metody programowania systemów mobilnych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ART_W02	Zna podstawowe metody stosowane w diagnostyce procesów, w szczególności metody kart kontrolnych. Ma wiedzę na temat złożonych systemów decyzyjnych i systemów wizyjnych oraz aktualnych trendów rozwojowych w obszarze systemów informatycznych w automatyce.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ART_W03	Zna podstawowe techniki i algorytmy wspomaganie decyzji, w tym zasady konstrukcji algorytmów ewolucyjnych i rozmytych oraz ich zastosowania praktyczne.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ART_W04	Ma wiedzę dotyczącą topologii, struktury i bazy sprzętowej sieci przemysłowych w systemach automatyzacji oraz zna protokoły wybranych sieci przemysłowych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ART_W05	Zna podstawowe sposoby magazynowania i transportu produktów w systemie produkcyjnym oraz metody projektowania algorytmów wspomagających sterowanie w tych systemach.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
S2ART_U01	Umie stosować rozproszone i obiektowe systemy baz danych do przechowywania informacji pochodzących z systemów automatyki oraz potrafi zaimplementować algorytmy zarządzania zasobami w systemach informatycznych i przemysłowych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ART_U02	Potrafi zastosować typowe karty kontrolne oraz użyć systemu wizyjnego w diagnostyce i monitorowaniu procesu produkcji.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż
S2ART_U03	Potrafi zaprogramować podstawowe elementy systemu wspomaganie decyzji w postaci programu komputerowego oraz z użyciem oprogramowania specjalistycznego.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ART_U04	Potrafi zastosować wybrane algorytmy ewolucyjne i rozmyte w rzeczywistych systemach automatyzacji produkcji.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ART_U05	Potrafi zaprojektować algorytmy wspomagające sterowanie w systemach produkcyjno-transportowych oraz zaimplementować aplikacje komputerowe dla rzeczywistego systemu produkcyjnego, w tym aplikacje dla systemów mobilnych pracujących pod kontrolą różnych systemów operacyjnych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>  Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA</b>				
S2ASI_W01	Zna podstawowe problemy i ich modele matematyczne występujące w jedno- i wieloprocesorowych systemach komputerowych oraz w sieciach komputerowych. Zna podstawowe algorytmy rozdziału zasobów, równoważenia obciążeń, szeregowania, migracji, replikacji, etc. stosowane w systemach i sieciach. Zna postawy teorii kolejek oraz podstawowe modele kolejkowe używane do opisu systemów.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ASI_W02	Posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu obliczeń ewolucyjnych, metod ich analizy teoretycznej oraz obszarów zastosowań. Posiada wiedzę na temat metodologii obliczeń neuronowych i systemów wspomaganie decyzji.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ASI_W03	Zna metody dekompozycji i koordynacji złożonych zadań, a także zastosowanie tych metod do identyfikacji systemów złożonych oraz do syntezy wielowarstwowego i wielopoziomowego sterowania systemów o złożonej strukturze. Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie nowych metod identyfikacji obiektów dynamicznych, niestandardowych regulatorów oraz doboru ich parametrów.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ASI_W04	Posiada wiedzę niezbędną do formułowania zadań planowania działań i ruchu dla zróżnicowanych klas robotów, zna metody i algorytmy planowania ruchu uwzględniające, m.in.: bezkolizyjność, optymalność, złożoność obliczeniową.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ASI_W05	Ma wiedzę na temat podstawowych metod stosowanych w diagnostyce procesów, w szczególności kart kontrolnych i złożonych systemów decyzyjnych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
S2ASI_U01	Potrafi wybrać rodzaj algorytmu, dostosować go do specyfiki problemu oraz wykonać implementację algorytmu. Potrafi wykonać badania symulacyjne zadanego systemu kolejkowego oraz zebrać i opracować dane pomiarowe z symulacji.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ASI_U02	Potrafi wybrać rodzaj, dostosować do specyfiki problemu oraz zaimplementować algorytm ewolucyjny w zadaniach optymalizacji multimodalnej. Potrafi zaprojektować sieć neuronową wspomagającą procesy modelowania, sterowania, rozpoznawania i optymalizacji.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż
S2ASI_U03	Potrafi zaprojektować oraz przeprowadzić analizę i testowanie hierarchicznego algorytmu identyfikacji i sterowania złożonego systemu. Potrafi przeprowadzić identyfikację obiektu regulacji, dobrać do niego regulator i przeprowadzić dobór parametrów regulatora, a następnie zweryfikować działanie układu regulacji drogą symulacji komputerowej.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż P7S_UW02_inż
S2ASI_U04	Potrafi wykorzystać algorytmy planowania działań i ruchu do zadań praktycznych, określić sposób ich testowania, poprawnie dobierać ich parametry i krytycznie analizować wyniki.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż

S2ASI_U05	Potrafi zastosować typowe karty kontrolne oraz zaprojektować typowe elementy systemu diagnostycznego.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03.inż P7S_UW04.inż
-----------	---	-------	--------	------------------------------

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA</b>				
S2ARP_W01	Ma wiedzę na temat podstawowych metod stosowanych w analizie procesów produkcyjnych, w szczególności analizie dużych danych i systemach wizyjnych. Zna algorytmy przetwarzania i analizy obrazów cyfrowych, w tym: algorytmy interpolacji, aproksymacji, redukcji zakłóceń, regresji, transformacji ortogonalnych, kodowania, kompresji oraz detekcji, klasyfikacji i lokalizacji obiektów 2D/3D.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARP_W02	Posiada wiedzę na temat metod uczenia maszynowego i projektowania sieci neuronowych i rozmytych stosowanych w systemach sztucznej inteligencji.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARP_W03	Posiada wiedzę dotyczącą narzędzi integracji produkcji w zakresie planowania w systemach wytwarzania i transportu. Posiada wiedzę dotyczącą metod konstruowania algorytmów optymalizacyjnych w takich systemach.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARP_W04	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie architektury, standaryzacji i własności struktur systemów automatyki, w tym systemów typu SCADA, DDC, DCS. Zna i rozumie metodykę projektowania automatyzacji ciągłych procesów produkcyjnych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
S2ARP_W05	Posiada wiedzę o podstawach teoretycznych i wybranych zagadnieniach w zakresie implementacji i eksploatacji układów sterowania robotów współpracujących. Posiada wiedzę o podstawach teoretycznych i wybranych zagadnieniach z zakresu projektowania i eksploatacji układów sterowania dla systemów AGV.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
S2ARP_U01	Potrafi zastosować typowe karty kontrolne oraz użyć systemu wizyjnego w diagnostyce i monitorowaniu procesu produkcji. Potrafi dobrać właściwe algorytmy przetwarzania obrazów cyfrowych oraz uczenia maszynowego (w tym sztucznej inteligencji) oraz zaimplementować je w wybranym systemie (sieciowym/wbudowanym, wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości).	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW01_inż
S2ARP_U02	Potrafi przeprowadzić proces uczenia sieć neuronowej oraz neuronowo-rozmytej modelującej obiekt dynamiczny. Potrafi zaprojektować prosty neurosterownik oraz sterownik rozmyty.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW03_inż P7S_UW04_inż
S2ARP_U03	Potrafi zaprojektować i zaimplementować aplikację komputerową wspomagającą planowanie w systemach wytwarzania, montażu i transportu. Potrafi zintegrować systemy wytwarzania z rzeczywistymi systemami informatycznymi poprzez narzędzia cyber-fizyczne.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW02_inż

S2ARP_U04	Potrafi zaprojektować ogólną strukturę systemu automatyki dla zadanego ciągłego procesu technologicznego, z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych oraz przygotować i przedstawić krótką prezentację poświęconą wynikom realizacji zadania inżynierskiego.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW02.inż
S2ARP_U05	Posiada umiejętność stosowania podstawowych metod matematycznych robotyki, implementacji tych metod oraz eksploatacji robotów współpracujących Posiada umiejętność rozwiązywania wybranych problemów z zakresu projektowania i eksploatacji układów sterowania dla systemów AGV.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW02.inż

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>Embedded Robotics (AER)</b> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA</b>				
S2AER_W01	Ma wiedze w zakresie różnego typu algorytmów sterowania systemów, robotycznych, uwzględniających ograniczenia ruchu, niedokładność modelu, zapewniających odporność i posiadających zdolność adaptacji.		P7S_WG_NT P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2AER_W02	Zna różne architektury i podstawowe komponenty mikroprocesorowych systemów wbudowanych, w szczególności zna budowę i zasadę działania podstawowych czujników i elementów wykonawczych, oraz rozumie <b>główne zagadnienia budowy sprzętowej i programowej</b> takich systemów.		P7S_WG_NT P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2AER_W03	Zna główne paradygmaty reprezentacji wiedzy, podstawowe algorytmy sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego, fundamentalne zagadnienia z zakresu interakcji robot-człowiek, oraz ich zastosowania w robotach <b>społecznych</b> .		P7S_WG_NT P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2AER_W04	Zna zadania, metody i algorytmy planowania ruchu robotów oraz posiada wiedzę o modelowaniu otoczenia robota <b>umożliwiającego lokalizację, budowę map i nawigację</b> .		P7S_WG_NT P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2AER_W05	Ma wiedzę w zakresie teorii i zastosowań w automatyce i robotyce formalizmu, dyskretnych systemów zdarzeniowych (DES) oraz w zakresie projektowania robotycznych systemów rozproszonych z wykorzystaniem <b>dedykowanych środowisk ułatwiających ich implementację</b> .		P7S_WG_NT P7S_WG	P7S_WG_INŻ
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
S2AER_U01	Potrafi zaprojektować, zaimplementować i ewaluować algorytm sterowania dla wybranego systemu robotycznego z uwzględnieniem niedokładności modelu, zapewniający odporność oraz opcjonalnie zdolność adaptacji.		P7S_UW01_NT P7S_UW02_NT	P7S_UW01_INŻ P7S_UW02_INŻ
S2AER_U02	Potrafi projektować pewne komponenty oprogramowania dla określonej konfiguracji sprzętowej, wykorzystywać wybrane narzędzia sprzętowe i programowe do tworzenia i testowania systemów wbudowanych oraz interpretować dane <b>otrzymane z podstawowych czujników robotycznych</b> .		P7S_UW01_NT P7S_UW02_NT	P7S_UW01_INŻ P7S_UW02_INŻ
S2AER_U03	Potrafi zbudować model zagadnienia, zastosować metody rozwiązywania problemu technikami sztucznej inteligencji czy metodami uczenia maszynowego, także w dziedzinie robotów społecznych, uwzględniając wytyczne z dziedziny <b>interakcji robot-człowiek</b> .		P7S_UW01_NT P7S_UW02_NT	P7S_UW01_INŻ P7S_UW02_INŻ
S2AER_U04	Potrafi projektować i analizować algorytmy planowania ruchu robotów oraz modelować otoczenie robota na użytek <b>nawigacji</b> i lokalizacji robota w przestrzeni.		P7S_UW01_NT P7S_UW02_NT	P7S_UW01_INŻ P7S_UW02_INŻ

S2AER_U05	Potrafi konstruować zdarzeniowe modele sterowania złożonymi systemami robotycznymi oraz projektować i implementować złożone, rozproszone systemy sterowania wykorzystując robotyczne środowiska i biblioteki programistyczne.		P7S_UW01_NT P7S_UW02_NT	P7S_UW01_INŻ P7S_UW02_INŻ
-----------	---	--	----------------------------	------------------------------



## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek **Automatyka i Robotyka** Specjalność **Komputerowe sieci sterowania (ARK)**

Profil **Ogólnoakademicki** Poziom studiów **II-gi** Forma studiów **Stacjonarne**

### 1 Opis

<i>1.1 Liczba semestrów:</i> 3	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:</i> 90
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć:</i> 1035	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia:</i>  Kandydaci na studia magisterskie na kierunku Automatyka i Robotyka mogą rekrutować się po uzyskaniu co najmniej tytułu inżyniera na dopuszczonych kierunkach studiów, o których mowa jest w dokumencie „Warunki i tryb rekrutacji na studia wyższe w Politechnice Wrocławskiej” na dany rok akademicki.

<p>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:</p> <p><b>Magister inżynier</b></p>	<p>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia</p> <p>Absolwent jest przygotowany do rozwiązywania złożonych problemów z dziedziny szeroko pojętej automatyzacji i robotyki. Uzyskuje gruntowną wiedzę potrzebną do analizy układów automatyki, sterowania mikroprocesorowego urządzeń przemysłowych oraz sterowania i oprogramowania robotów. Studia przygotowują do pracy konstruktorskiej, projektowej i badawczej w zakresie zastosowania tych systemów do sterowania procesów przemysłowych, akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych, kreowania inteligentnego zachowania się urządzeń, zarządzania procesami produkcji oraz automatyzacji i robotyzacji. Uniwersalne przygotowanie absolwentów kierunku, obejmujące automatykę, robotykę i informatykę, stanowi ich wielki atut na rynku pracy. Uzyskane kompetencje takie jak kreatywność, systematyczność, umiejętność pracy w grupie ułatwiają absolwentowi uczestnictwo w realizacji złożonych przedsięwzięć, wymagających pracy zespołowej. Studenci rozpoczynają współpracę z przyszłym pracodawcą (często w międzynarodowych firmach) zazwyczaj już w trakcie studiów, co daje możliwość zdobycia dodatkowych doświadczeń praktycznych. Uzyskana wiedza teoretyczna, umiejętności nabyte dzięki dobrze wyposażonym laboratoriom i dostępowi do nowoczesnego sprzętu komputerowego i sieciowego oraz narzędzi projektowych pozwalają absolwentom łatwo dostosować się do potrzeb rynku pracy oraz na znalezienie ciekawej i dobrze płatnej pracy zarówno w firmach krajowych, jak i zagranicznych.</p>
<p>1.7 Możliwość kontynuacji studiów:</p> <p>szkoła doktorska lub studia podyplomowe</p>	<p>1.8 Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</p> <p>Program studiów jest w pełni skorelowany z misją uczelni i strategią jej rozwoju przyjętą przez Senat dnia 21 marca 2013r. (Uchwała nr 127/7/2012-2016 z późniejszymi zmianami (Uchwała nr 227/11/2012-2016 i Uchwała nr 759/34/2012-2016). Związki te są uwidocznione przykładowo w punkcie 3 Planu Rozwoju „Misja i Wizja Wydziału” oraz w punkcie 4 Planu Rozwoju „Modele Sektorowe”, gdzie sprecyzowano Model Kształcenia i Model Studiowania jak również Model Współpracy z Otoczeniem uwzględniający potrzeby rynku pracy oraz budowania sieci wpływów.</p>

## 2 Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 10, U (umiejętności) = 11, K (kompetencje) = 2, W + U + K = 23

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

nie dotyczy

**2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:**

nie dotyczy

**2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1) 45**

**2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)**

nie dotyczy

**2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy**

Rynek pracy dla absolwentów studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka obejmuje obszar całego kraju, Regionu Dolnośląskiego i Wrocławia. Program studiowania na tym kierunku zawiera wszystkie najważniejsze potrzeby i wymagania rynku pracy dla automatyków, robotyków i specjalizowanych informatyków. Profil firm, które będą korzystać z kompetencji absolwentów tego kierunku, to przede wszystkim firmy integratorskie, usługowe i produkcyjne. W tym zakresie jest i będzie znaczące zapotrzebowanie na specjalistów z tytułem inżyniera, posiadających umiejętności integracji urządzeń i systemów automatyki, tworzenia oprogramowania dla sterowników PLC, PAC, systemów SCADA oraz systemów robotycznych, przeprowadzania uruchamiania i rozruchu systemów sterowania, lokalnego i zdalnego serwisu, nadzór nad pracującymi systemami sterowania produkcją. Również umiejętność projektowania szeroko rozumianych układów sterowania, systemów telemetrycznych i pomiarowych będzie na rynku pracy przyjęta bardzo pozytywnie. Znacząco zwiększa się też ilość firm, które automatyzują budynki i domy inteligentne, a następnie te obiekty wymagają stałej opieki konserwatorskiej inżynierów automatyków. W Regionie Dolnośląskim prowadzi działalność znacząca ilość małych i średnich przedsiębiorstw oraz zakładów produkcyjnych, w których umiejętności inżynierskie znajdują i znajdują uznanie w okresie wielu następnych lat. O zapotrzebowaniu rynku pracy na absolwentów świadczy też umieszczenie automatyki i robotyki na liście kierunków zamawianych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK1) 54,5 ECTS**

**2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	2
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	2

**2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	42
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	16
Łączna liczba punktów ECTS	58

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O) 10 punktów ECTS**

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 60 punktów ECTS**

### **3 Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:**

Proces dochodzenia do uzyskania zaplanowanych efektów uczenia się jest wieloetapowy i wieloaspektowy:

- Na etapie rekrutacji dąży się do przyjmowania tylko studentów z wysokim współczynnikiem rekrutacyjnym, tzn. dobrze przygotowanych na studiach I stopnia do podjęcia studiów na II stopniu.
- W czasie pierwszego roku studiów program nauczania przewiduje zdobycie rzetelnej wiedzy podstawowej (matematyka, fizyka, informatyka), co ułatwi osiągnięcie efektów nauczania w kolejnych latach.
- Kursy podstawowe i kursy pomocnicze są łączone w grupy kursów (ćwiczenia rachunkowe, laboratoryjne, projektowe), które pozwalają zweryfikować wiedzę studentów w zastosowaniach praktycznych.
- Dzięki dobremu wyposażeniu bibliotek oraz udostępnianiu studentom materiałów dydaktycznych przez prowadzących , istnieje możliwość wcześniejszego i systematycznego przygotowywania się do zajęć dydaktycznych.
- Wysoki poziom techniczny wyposażenia sal wykładowych oraz laboratoriów, ułatwia przyswajanie przez studentów wiedzy i umiejętności.
- Proces osiągania efektów uczenia się podlega ciągłej weryfikacji pozyskanej wiedzy i umiejętności na kursach pomocniczych, seminariach, kolokwiach, egzaminach (w tym na egzaminie dyplomowym).

## 4 Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1. Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt. ECTS): liczba punktów ECTS: 5

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
			1	FLEU00001S	Komunikacja społeczna						1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15			60	2		1
2	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			KO
3	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O			KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>P (2)</b>	<b>KO</b>

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
1	0	0	0	2	45	150	5	0	3

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

##### 4.1.2.1. Blok Matematyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>				<b>P(1)</b>		

##### 4.1.2.2. Blok Fizyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>					<b>P(0)</b>	

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

#### 4.1.3.1. Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe

liczba punktów ECTS: 23

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
2	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P (3)	K
3	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P (2)	K
4	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
5	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P (2)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P (3)	K
8	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
9	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P (3)	K
<b>Razem</b>			<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>240</b>	<b>690</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>16</b>					<b>P(13)</b>	

Razem (dla bloków kierunkowych):

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
8	4	3	1	0	240	690	23	23	16

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy. K – kierunkowy. S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1. Blok Języki obce (min. 3 pkt ECTS): liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
0	4	0	0	0	60	90	3	0	2

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy. K – kierunkowy. S – specjalnościowy



#### 4.2.2 Lista bloków specjalnościowych

##### 4.2.4.1. Blok Przedmioty specjalnościowe (min. 42 pkt ECTS):

liczba punktów ECTS: 42

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>1</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5*</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1	AREU00425W	Internet rzeczy	2					S2ARK_W05	30	60	2	2	1		Z			DN		S
2	AREU12418W	<b>Ekonomia dla inżynierów</b>	1					S2ARK_W04	15	60	2	2	1	T	Z			DN		S
3	AREU00420W	Projektowanie systemów sterowania (GK)	2					S2ARK_W01	30	50	4	4	1	T	Z			DN		S
4	AREU00420L	Projektowanie systemów sterowania (GK)			1			S2ARK_U01	15	70	0		2	T	Z				P(2)	S
5	AREU00402W	Komputerowe systemy sterowania (GK)	2					S2ARK_W02	30	50	5		1	T	E(w)					S
6	AREU00402L	Komputerowe systemy sterowania (GK)			2			S2ARK_U02	30	100	0		2	T	Z				P(3)	S
7	AREU00421W	Optymalizacja dyskretnych procesów produkcyjnych (GK)	2					S2ARK_W03	30	60	5	5	2	T	E(w)			DN		S
8	AREU00421P	Optymalizacja dyskretnych procesów produkcyjnych (GK)				2		S2ARK_U05	30	90	0		2	T	Z				P(3)	S
9	AREU00405L	Laboratorium konstrukcji urządzeń automatyki			5			S2ARK_U03	75	120	4		2	T	Z				P(4)	S
10	AREU00406P	<b>Projekt przejściowy</b>				3		S2ARK_U04	45	180	6		2	T	Z				P(6)	S
11	AREU12407S	<b>Seminarium specjalnościowe</b>					2	K2AIR_U06	30	60	2		1	T	Z				P(2)	S
12	ARES12406W	Algorytmy ewolucyjne (GK)	1					S2ARK_W03	15	30	2	2	1	T	Z			DN		S
13	ARES12406L	Algorytmy ewolucyjne (GK)			1			S2ARK_U05	15	30	0		1	T	Z				P(1)	S
14	AREU00422W	Rozproszone systemy automatyki (GK)	2					S2ARK_W02	30	60	5	5	2	T	Z			DN		S
15	AREU00422L	Rozproszone systemy automatyki (GK)			2			S2ARK_U02	30	90	0		2	T	Z				P(3)	S
16	AREU00410W	Obliczenia neuronowe (GK)	1					S2ARK_W03	15	30	2	2	0,5	T	Z			DN		S
17	AREU00410P	Obliczenia neuronowe (GK)				1		S2ARK_U05	15	30	0		0,5	T	Z				P(1)	S
18	AREU00411S	<b>Seminarium dyplomowe</b>					2	K2AIR_U06	30	90	3		2	T	Z				P(3)	S
<b>Razem</b>			<b>13</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>510</b>	<b>1260</b>	<b>42</b>	<b>22</b>	<b>26</b>						<b>P(28)</b>	

#### Razem dla bloków specjalnościowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
13	0	11	6	4	510	1260	42	22	26

### 4.3 Blok praktyk

nie dotyczy

### 4.4 Blok „praca dyplomowa”

<b>Typ pracy dyplomowej :</b> magisterska		
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	15 P(10)	AREU17412
<b>Charakter pracy dyplomowej :</b>		
Liczba punktów ECTS BK <sup>1</sup>	7	

## 5 Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	zaliczenie ustne lub pisemne, kolokwium zaliczeniowe, kolokwium (test wyboru), egzamin, egzamin pisemny, odpowiedzi ustne, kartkówka, aktywność na wykładach, ocena z końcowego pisemnego sprawdzianu egzaminacyjnego, test
ćwiczenia	średnia ocen z prac kontrolnych, średnia ocen z prac domowych, ocena z pracy na zajęciach, ocena z testu końcowego
laboratorium	obserwacja przygotowania do zajęć laboratoryjnych i ich wykonywania, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, aktywność na zajęciach laboratoryjnych, ocena jakości raportu pisemnego z laboratorium, ocena aktywności i sprawności wykonania ćwiczenia bazująca na obserwacji jego przebiegu, ocena stopnia realizacji ćwiczeń w laboratorium, testy na platformie e-learningowej, odpowiedź ustna
projekt	analiza realizacji zadania projektowego, dokumentacja pisemna projektu, prezentacje założeń i rozwiązania końcowego, przedstawienie wyników realizacji projektu wraz z ich dyskusją i wnioskami, ocena przygotowania projektu, obrona projektu, udział w dyskusjach problemowych, ocena wykonanych zadań projektowych, ocena raportu pisemnego z projektu, ocena prezentacji kolejnych etapów realizacji projektu, przestrzegania harmonogramu, aktywność w zespole, kreatywna postawa, ocena jakości wykonanej dokumentacji, ocena elementów składowych projektu oraz jego formy końcowej, odpowiedź ustna
seminarium	prezentacja seminaryjna, aktywność – udział w dyskusji, ocena przygotowania prezentacji, udział w dyskusjach problemowych, aktywność na zajęciach seminaryjnych, ocena jakości prezentacji multimedialnych, ocena prezentacji, aktywność w dyskusji, przestrzeganie harmonogramu, ocena prezentacji podsumowujących oraz opracowania pisemnego, dyskusja
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## **6 Zakres egzaminu dyplomowego**

### **Zagadnienia specjalnościowe**

1. Zaawansowane metody projektowania regulatorów
2. Mechanizmy innowacyjne.
3. Sieci neuronowe w modelowaniu obiektów dynamicznych.
4. Zasady projektowania i zastosowania neurosterowników.
5. Rozproszone systemy automatyki: architektura, sprzęt i protokoły komunikacyjne.
6. Akwizycja danych pomiarowych w rozproszonych systemach automatyki.
7. Modelowanie dyskretnych systemów produkcyjnych.
8. Algorytmy optymalizacji w dyskretnych systemach produkcyjnych.
9. Redundancja i bezpieczeństwo w systemach automatyki.
10. Internet rzeczy w systemach automatyki
11. Algorytmy ewolucyjne
12. Algorytmy adaptacyjne i inne nowoczesne heurystyki

### **Zagadnienia kierunkowe**

1. Komputerowe modelowanie wielkości losowych
2. Podejście parametryczne i nieparametryczne w identyfikacji systemów
3. Zadania i metody optymalizacji nieliniowej
4. Optymalizacja globalna – cele i metody (techniki) optymalizacji
5. Postacie normalne odwzorowań, układów dynamicznych i układów sterowania
6. Sprzężenie zwrotne w układach liniowych i nieliniowych
7. Przykładowe sformułowania zadań sterowania optymalnego
8. Omówić narzędzia i metody rozwiązywania zadania sterowania optymalnego.

## **7 Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych modułach**

Brak wymagań

8 Plan studiów (załącznik nr 3. )

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

**SAMORZĄD STUDENCKI**

**Wydziału Elektroniki**

13.11.2020

Data

Michał Makuczyński

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki  
prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki

# PLAN STUDIÓW

Załącznik nr 4 do ZW 8/2020

Załącznik nr 4 do Programu studiów

**WYDZIAŁ:** ELEKTRONIKI

**KIERUNEK STUDIÓW:** AUTOMATYKA I ROBOTYKA

**POZIOM KSZTAŁCENIA:** II stopień, studia magisterskie

**FORMA STUDIÓW:** stacjonarna

**PROFIL:** ogólnoakademicki

**SPECJALNOŚĆ:** Komputerowe sieci sterowania (ARK)

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:** polski

Uchwała Senatu PWr nr ..... z dnia ..... r.

Obowiązuje od roku akademickiego 2020/2021

# 1 Zestaw kursów i grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

Semestr 1

Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>1</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>4</sup>
1	MATC01440W	Matematyka	1					K2AIR.W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
2	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR.W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
3	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR.U02 K2AIR.K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
4	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR.W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
5	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR.U05	30	100	0		2	T	Z			P(3)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR.W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR.U03	15	60	0		1	T	Z			P(3)	K
8	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR.W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
9	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR.U04	30	90	0		2	T	Z			P(2)	K
10	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR.W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
11	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR.U03 K2AIR.U04	30	60	0		1	T	Z			P(3)	K
12	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR.U03 K2AIR.U04	15	60	0		2	T	Z			P(2)	K
<b>Razem</b>			<b>10</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>285</b>	<b>810</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>18,5</b>					<b>P(14)</b>	

Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>4</sup>
1		Język obcy II		3				K2AIR.U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy I		1				K2AIR.U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin						Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s						
10	8	3	1	1	345	900	30	23	20,5	

## Semestr 2

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 30

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolami GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU-2407S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR_U06	30	60	2		1	T	Z			P(2)	S
2	AREU00406P	Projekt przejściowy				3		S2ARK_U04	45	180	6		2	T	Z			P(6)	S
3	AREU00405L	Laboratorium konstrukcji urządzeń automatyki			5			S2ARK_U03	75	120	4		2	T	Z			P(4)	S
4	AREU00421W	Optymalizacja dyskretnych procesów produkcyjnych (GK)	2					S2ARK_W03	30	60	5	5	2	T	E(w)		DN		S
5	AREU00421P	Optymalizacja dyskretnych procesów produkcyjnych (GK)				2		S2ARK_U05	30	90	0		2	T	Z			P(3)	S
6	AREU00402W	Komputerowe systemy sterowania (GK)	2					S2ARK_W02	30	50	5		1	T	E(w)				S
7	AREU00402L	Komputerowe systemy sterowania (GK)			2			S2ARK_U02	30	100	0		2	T	Z			P(3)	S
8	AREU00420W	Projektowanie systemów sterowania (GK)	2					S2ARK_W01	30	50	4	4	1	T	Z		DN		S
9	AREU00420L	Projektowanie systemów sterowania (GK)			1			S2ARK_U01	15	70	0		2	T	Z			P(2)	S
10	AREU12418W	Ekonomia dla inżynierów	1					S2ARK_W04	15	60	2	2	1	T	Z		DN		S
11	AREU00425W	Internet rzeczy	2					S2ARK_W05	30	60	2	2	1		Z		DN		S
<b>Razem</b>			<b>9</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>2</b>		<b>360</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>17</b>					<b>P(20)</b>	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
9	0	8	5	2	360	900	30	13	17

<sup>1</sup>BK -liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna - T, zdalna - Z<sup>3</sup>Egzamin - E, zaliczenie na ocenę - Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany - O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny - P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD - podstawowy. K - kierunkowy. S - specjalnościowy<sup>7</sup>W - wybieralny. Ob - obowiązkowy<sup>1</sup>BK -liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna - T, zdalna - Z<sup>3</sup>Egzamin - E, zaliczenie na ocenę - Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany - O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny - P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD - podstawowy. K - kierunkowy. S - specjalnościowy<sup>7</sup>W - wybieralny. Ob - obowiązkowy

## Semestr 3

## Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O				KO
2	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O			P (2)	KO
Razem			1	0	0	0	1		30	90	3	0	2						P(2)	

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>1</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1	AREU00411S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR_U06	30	90	3		2	T	Z				P(3)	S
2	AREU17412*	Praca dyplomowa						K2AIR_U06 K2AIR_K02	150	450	15		6	T	Z				P	S
3	AREU00410W	Obliczenia neuronowe (GK)	1					S2ARK_W03	15	30	2	2	0,5	T	Z				P(12)	S
4	AREU00410P	Obliczenia neuronowe (GK)				1		S2ARK_U05	15	30	0		0,5	T	Z				P(1)	S
5	AREU00422W	Rozproszone systemy automatyki (GK)	2					S2ARK_W02	30	60	5	5	2	T	Z		DN			S
6	AREU00422L	Rozproszone systemy automatyki (GK)			2			S2ARK_U02	30	90	0		2	T	Z				P(3)	S
7	ARES12406W	Algorytmy ewolucyjne (GK)	1					S2ARK_W03	15	30	2	2	1	T	Z		DN			S
8	ARES12406L	Algorytmy ewolucyjne (GK)			1			S2ARK_U05	15	30	0		1	T	Z				P(1)	S
Razem			4	0	3	1	2		300	810	27	9	15						P(20)	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Łączna liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
5	0	3	1	3	330	900	30	9	17

<sup>1</sup>BK -liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup>Tradycyjna - T, zdalna - Z

<sup>3</sup>Egzamin - E, zaliczenie na ocenę - Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany - O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny - P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD - podstawowy, K - kierunkowy, S - specjalnościowy

<sup>7</sup>W - wybieralny, Ob - obowiązkowy



## 2 Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
AREU00421	1. Optymalizacja dyskretnych procesów produkcyjnych	2
AREU00402	2. Komputerowe systemy sterowania	2
AREU12004	1. Metody matematyczne automatyki i robotyki	1
AREU00005	2. Teoria sterowania	1

## 3 Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	8
2	8

Deficyt liczony jest z uwzględnieniem **WSZYSTKICH** kursów/grup kursów, również nietechnicznych. Deficyt po semestrze 2 dotyczy **TYLKO** kursów/grup kursów niezaliczonych w semestrze 1 (wszystkie kursy/grupy kursów z semestru 2 muszą być zaliczone).

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego:

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

13.11.2020

Data

Michał Jakubczak

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki  
prof. dr hab. inż. Zbigniew Smutnicki

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek **Automatyka i Robotyka** Specjalność **Przemysł 4.0 (ARP)**

Profil **Ogólnoakademicki** Poziom studiów **II-gi** Forma studiów **Stacjonarne**

### 1 Opis

<p>1.1 Liczba semestrów: 3</p>	<p>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 90</p>
<p>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1035</p>	<p>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia:  Kandydaci na studia magisterskie na kierunku Automatyka i Robotyka mogą rekrutować się po uzyskaniu co najmniej tytułu inżyniera na dopuszczonych kierunkach studiów, o których mowa jest w dokumencie „Warunki i tryb rekrutacji na studia wyższe w Politechnice Wrocławskiej” na dany rok akademicki.</p>
<p>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:  <b>Magister inżynier</b></p>	<p>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia  Kształcenie obejmuje narzędzia programistyczne, metody i algorytmy do zarządzania, wspomagania decyzji i sterowania procesami produkcyjnymi w ujęciu Przemysłu 4.0 – Inteligentnych Fabryk (Smart Factories), tj. przy użyciu systemów i sieci komputerowych, systemów wbudowanych i mobilnych, systemów wizyjnych, sieci neuronowych, uczenia i widzenia maszynowego a także robotów kooperujących. Absolwent jest przygotowany do pełnienia funkcji menedżerskich lub specjalistycznych przy procesie optymalizacji i planowania dyskretnych i ciągłych procesów produkcyjnych, nadzorze jakości w systemach produkcji, do projektowania komputerowych systemów wspomagających sterowanie i zarządzanie produkcją, a także do szeroko rozumianych prac w konwencji nowego paradygmatu wytwarzania Przemysłu 4.0. Absolwent jest także przygotowany do podjęcia studiów III. stopnia (doktoranckich) w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika oraz informatyka i telekomunikacja.</p>

<p>1.7 <i>Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p>szkoła doktorska lub studia podyplomowe</p>	<p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p>Program studiów jest w pełni skorelowany z misją uczelni i strategią jej rozwoju przyjętą przez Senat dnia 21 marca 2013r. (Uchwała nr 127/7/2012- 2016 z późniejszymi zmianami (Uchwała nr 227/11/2012-2016 i Uchwała nr 759/34/2012-2016). Związki te są uwidocznione przykładowo w punkcie 3 Planu Rozwoju „Misja i Wizja Wydziału” oraz w punkcie 4 Planu Rozwoju „Modele Sektorowe”, gdzie sprecyzowano Model Kształcenia i Model Studiowania jak również Model Współpracy z Otoczeniem uwzględniający potrzeby rynku pracy oraz budowania sieci wpływów.</p>
---	--

## 2 Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 10, U (umiejętności) = 11, K (kompetencje) = 2, W + U + K = 23

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

nie dotyczy

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

nie dotyczy

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1) 57

2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)

nie dotyczy

2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Rynek pracy dla absolwentów studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka obejmuje obszar całego kraju, Regionu Dolnośląskiego i Wrocławia. Program studiowania na tym kierunku zawiera wszystkie najważniejsze potrzeby i wymagania rynku pracy dla automatyków, robotyków i specjalizowanych informatyków. Profil firm, które będą korzystać z kompetencji absolwentów tego kierunku, to przede wszystkim firmy integratorskie, usługowe i produkcyjne. W tym zakresie jest i będzie znaczące zapotrzebowanie na specjalistów z tytułem inżyniera, posiadających umiejętności integracji urządzeń i systemów automatyki, tworzenia oprogramowania dla sterowników PLC, PAC, systemów SCADA oraz systemów robotycznych, przeprowadzania uruchamiania i rozruchu systemów sterowania, lokalnego i zdalnego serwisu, nadzór nad pracującymi systemami sterowania produkcją. Również umiejętność projektowania szeroko rozumianych układów sterowania, systemów telemetrycznych i pomiarowych będzie na rynku pracy przyjęta

bardzo pozytywnie. Znacząco zwiększa się też ilość firm, które automatyzują budynki i domy inteligentne, a następnie te obiekty wymagają stałej opieki konserwatorskiej inżynierów automatyków. W Regionie Dolnośląskim prowadzi działalność znacząca ilość małych i średnich przedsiębiorstw oraz zakładów produkcyjnych, w których umiejętności inżynierskie znajdują i znajdują uznanie w okresie wielu następnych lat. O zapotrzebowaniu rynku pracy na absolwentów świadczy też umieszczenie automatyki i robotyki na liście kierunków zamawianych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK1) 53,5 ECTS**

**2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	2
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	2

**2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	35
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	16
Łączna liczba punktów ECTS	51

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczeniowych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O) 10 punktów ECTS**

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 60 punktów ECTS**

### 3 Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Proces dochodzenia do uzyskania zaplanowanych efektów uczenia się jest wieloetapowy i wieloaspektowy:

- Na etapie rekrutacji dąży się do przyjmowania tylko studentów z wysokim współczynnikiem rekrutacyjnym, tzn. dobrze przygotowanych na studiach I stopnia do podjęcia studiów na II stopniu.
- W czasie pierwszego roku studiów program nauczania przewiduje zdobycie rzetelnej wiedzy podstawowej (matematyka, fizyka, informatyka), co ułatwi osiągnięcie efektów nauczania w kolejnych latach.
- Kursy podstawowe i kursy pomocnicze są łączone w grupy kursów (ćwiczenia rachunkowe, laboratoryjne, projektowe), które pozwalają zweryfikować wiedzę studentów w zastosowaniach praktycznych.
- Dzięki dobremu wyposażeniu bibliotek oraz udostępnianiu studentom materiałów dydaktycznych przez prowadzących, istnieje możliwość wcześniejszego i systematycznego przygotowywania się do zajęć dydaktycznych.
- Wysoki poziom techniczny wyposażenia sal wykładowych oraz laboratoriów, ułatwia przyswajanie przez studentów wiedzy i umiejętności.

- Proces osiągnięcia efektów uczenia się podlega ciągłej weryfikacji pozyskanej wiedzy i umiejętności na kursach pomocniczych, seminariach, kolokwium, egzaminach (w tym na egzaminie dyplomowym).

## 4 Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1. Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt. ECTS): liczba punktów ECTS: 5

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
2	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			KO
3	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P (2)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

##### 4.1.2.1. Blok Matematyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>				<b>P(1)</b>		

##### 4.1.2.2. Blok Fizyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>				<b>P(0)</b>		

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



### 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

#### 4.1.3.1. Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe

liczba punktów ECTS: 23

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
2	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P (3)	K
3	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P (2)	K
4	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
5	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P (2)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P (3)	K
8	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
9	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P (3)	K
<b>Razem</b>			<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>240</b>	<b>690</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>16</b>					<b>P(13)</b>	

Razem (dla bloków kierunkowych):

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
8	4	3	1	0	240	690	23	23	16

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy. K – kierunkowy. S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1. Blok Języki obce (min. 3 pkt ECTS):

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.2.2 Lista bloków specjalnościowych

##### 4.2.4.1. Blok Przedmioty specjalnościowe (min. 42 pkt ECTS):

liczba punktów ECTS: 42

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>1</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00709P	Projekt przejściowy				3		S2ARP_U03	45	150	5		2	T	Z			P(5)	S
2	AREU00707W	Systemy wizyjne w diagnostyce procesów (GK)	2					S2ARP_W01	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
3	AREU00707P	Systemy wizyjne w diagnostyce procesów (GK)				2		S2ARP_U01	30	60	0		2	T	Z			P(1)	S
4	AREU00708W	Sieci neuronowe i systemy rozmyte (GK)	2					S2ARP_W02	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
5	AREU00708P	Sieci neuronowe i systemy rozmyte (GK)				1		S2ARP_U02	15	60	0		1	T	Z			P(1)	S
6	AREU00702W	Optimalizacja planowania produkcji (GK)	2					S2ARP_W03	30	75	5	5	1	T	Z		DN		S
7	AREU00702P	Optimalizacja planowania produkcji (GK)				2		S2ARP_U03	30	75	0		2	T	Z			P(2)	S
8	AREU00701W	Smart Factory (GK)	2					S2ARP_W03	30	90	5	5	1	T	E(w)		DN		S
9	AREU00701P	Smart Factory (GK)				2		S2ARP_U03	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
10	AREU00703W	DCS Automatyzacja procesów ciągłych (GK)	2					S2ARP_W04	30	90	5	5	1	T	E(w)		DN		S
11	AREU00703L	DCS Automatyzacja procesów ciągłych (GK)			2			S2ARP_U04	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
12	AREU00710S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR_U06	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P(1)	S
13	AREU00704W	Uczenie i widzenie maszynowe (GK)	2					S2ARP_W01	30	60	5	5	1	T	Z		DN		S
14	AREU00704L	Uczenie i widzenie maszynowe (GK)			2			S2ARP_U01	30	90	0		2	T	Z			P(2)	S
15	AREU00705W	Roboty transportowe (GK)	1					S2ARP_W05	15	30	2	2	1	T	Z		DN		S
16	AREU00705P	Roboty transportowe (GK)				1		S2ARP_U05	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
17	AREU00706W	Współpraca robotów w Przemysle 4.0 (GK)	1					S2ARP_W05	15	30	2	2	1	T	Z		DN		S
18	AREU00706S	Współpraca robotów w Przemysle 4.0 (GK)				1		S2ARP_U05	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
19	AREU00711S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR_U06	30	90	3		1	T	Z			P(3)	S
<b>Razem</b>			<b>14</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>5</b>		<b>510</b>	<b>1260</b>	<b>42</b>	<b>34</b>	<b>25</b>					<b>P(21)</b>	

Razem dla bloków specjalnościowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
14	0	4	11	5	510	1260	42	34	25

#### 4.3 Blok praktyk

nie dotyczy

#### 4.4 Blok „praca dyplomowa”

<b>Typ pracy dyplomowej : magisterska</b>		
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	15 P(10)	AREU17210
<b>Charakter pracy dyplomowej : naukowo-badawczy</b>		
Liczba punktów ECTS BK <sup>1</sup>	7	

### 5 Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	zaliczenie ustne lub pisemne, kolokwium zaliczeniowe, kolokwium (test wyboru), egzamin, egzamin pisemny, odpowiedzi ustne, kartkówka, aktywność na wykładach, ocena z końcowego pisemnego sprawdzianu egzaminacyjnego, test
ćwiczenia	średnia ocen z prac kontrolnych, średnia ocen z prac domowych, ocena z pracy na zajęciach, ocena z testu końcowego
laboratorium	obserwacja przygotowania do zajęć laboratoryjnych i ich wykonywania, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, aktywność na zajęciach laboratoryjnych, ocena jakości raportu pisemnego z laboratorium, ocena aktywności i sprawności wykonania ćwiczenia bazująca na obserwacji jego przebiegu, ocena stopnia realizacji ćwiczeń w laboratorium, testy na platformie e-learningowej, odpowiedź ustna
projekt	analiza realizacji zadania projektowego, dokumentacja pisemna projektu, prezentacje założeń i rozwiązania końcowego, przedstawienie wyników realizacji projektu wraz z ich dyskusją i wnioskami, ocena przygotowania projektu, obrona projektu, udział w dyskusjach problemowych, ocena wykonanych zadań projektowych, ocena raportu pisemnego z projektu, ocena prezentacji kolejnych etapów realizacji projektu, przestrzegania harmonogramu, aktywność w zespole, kreatywna postawa, ocena jakości wykonanej dokumentacji, ocena elementów składowych projektu oraz jego formy końcowej, odpowiedź ustna
seminarium	prezentacja seminaryjna, aktywność – udział w dyskusji, ocena przygotowania prezentacji, udział w dyskusjach problemowych, aktywność na zajęciach seminaryjnych, ocena jakości prezentacji multimedialnych, ocena prezentacji, aktywność w dyskusji, przestrzeganie harmonogramu, ocena prezentacji podsumowujących oraz opracowania pisemnego, dyskusja
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczeniowy – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## **6 Zakres egzaminu dyplomowego**

### **Zagadnienia specjalnościowe**

1. Zastosowanie kart kontrolnych w diagnostyce procesów
2. Metodologia projektowania sieci neuronowych i systemów rozmytych w automatyce
3. Proces uczenia sieci neuronowej oraz neuronowo - rozmytej modelującej obiekt dynamiczny
4. Harmonogramowanie zadań w systemach wytwarzania. Modele i algorytmy
5. Elastyczność systemów wytwarzania w kontekście paradygmatów Przemysłu 4.0
6. Układy wysokiej dostępności w rozproszonych systemach automatyki. Zagadnienia automatyki bezpiecznej w przemyśle
7. Niskopoziomowe algorytmy przetwarzania obrazów wizyjnych i ich zastosowania
8. Algorytmy uczenia maszynowego w teorii i praktyce. Zastosowania i zagrożenia
9. Problemy i metody projektowania i eksploatacji robotów transportowych w Przemysle 4.0
10. Metody i modele współpracy robotów - organizacja, bezpieczeństwo, wymagania
11. Narzędzia integracji produkcji w zakresie komputerowo sterowanego wytwarzania i transportu
12. Metody optymalizacji produkcji, transportu i magazynowania

### **Zagadnienia kierunkowe**

1. Komputerowe modelowanie wielkości losowych
2. Podejście parametryczne i nieparametryczne w identyfikacji systemów
3. Zadania i metody optymalizacji nieliniowej
4. Optymalizacja globalna – cele i metody (techniki) optymalizacji
5. Postacie normalne odwzorowań, układów dynamicznych i układów sterowania
6. Sprzężenie zwrotne w układach liniowych i nieliniowych
7. Przykładowe sformułowania zadań sterowania optymalnego
8. Omówić narzędzia i metody rozwiązywania zadania sterowania optymalnego.

## **7 Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych modułach**

Brak wymagań

8 Plan studiów (załącznik nr 3. )

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

**SAMORZĄD STUDENCKI**

**Wydziału Elektroniki**

13.11.2020

Data

Michał Makuciewicz

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

18.11.2020

Data

Podpis Dziekana

**Dziekan  
Wydziału Elektroniki**

**prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki**

# PLAN STUDIÓW

Załącznik nr 4 do ZW 8/2020

Załącznik nr 4 do Programu studiów

WYDZIAŁ: ELEKTRONIKI

KIERUNEK STUDIÓW: AUTOMATYKA I ROBOTYKA

POZIOM KSZTAŁCENIA: II stopień, studia magisterskie

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Przemysł 4.0 (ARP)

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski

Uchwała Senatu PWr nr ..... z dnia .....

Obowiązuje od roku akademickiego 2020/2021

# 1 Zestaw kursów i grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
2	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
3	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
4	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
5	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P(3)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P(3)	K
8	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
9	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P(2)	K
10	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
11	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P(3)	K
12	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P(2)	K
Razem			10	4	3	1	1		285	810	27	23	18,5					P(14)	

### Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
Razem			0	4	0	0	0		60	90	3	0	2					P(2)	

### Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin						Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s						
10	8	3	1	1	345	900	30	23	20,5	



## Semestr 2

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 30

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>7</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>4</sup>
1	AREU00710S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR_U06	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P(1)	S
2	AREU00703W	DCS Automatykacja procesów ciągłych (GK)	2					S2ARP_W04	30	90	5	5	1	T	E(w)		DN		S
3	AREU00703L	DCS Automatykacja procesów ciągłych (GK)			2			S2ARP_U04	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
4	AREU00701W	Smart Factory (GK)	2					S2ARP_W03	30	90	5	5	1	T	E(w)		DN		S
5	AREU00701P	Smart Factory (GK)				2		S2ARP_U03	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
6	AREU00702W	Optymalizacja planowania produkcji (GK)	2					S2ARP_W03	30	75	5	5	1	T	Z		DN		S
7	AREU00702P	Optymalizacja planowania produkcji (GK)				2		S2ARP_U03	30	75	0		2	T	Z			P(2)	S
8	AREUJ00708W	Sieci neuronowe i systemy rozmyte (GK)	2					S2ARP_W02	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
9	AREUJ00708P	Sieci neuronowe i systemy rozmyte (GK)				1		S2ARP_U02	15	60	0		1	T	Z			P(1)	S
10	AREU00707W	Systemy wizyjne w diagnostyce procesów (GK)	2					S2ARP_W01	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
11	AREU00707P	Systemy wizyjne w diagnostyce procesów (GK)				2		S2ARP_U01	30	60	0		2	T	Z			P(1)	S
12	AREU00709P	Projekt przejściowy				3		S2ARP_U03	45	150	5		2	T	Z			P(5)	S
<b>Razem</b>			<b>10</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>2</b>		<b>360</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>17</b>					<b>P(14)</b>	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	0	2	10	2	360	900	30	25	17

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

## Semestr 3

## Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O				KO
2	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O			P (2)	KO
Razem			1	0	0	0	1		30	90	3	0	2						P(2)	

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1	AREU00711S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR_U06	30	90	3		1	T	Z				P(3)	S
2	AREU00712*	Praca dyplomowa						K2AIR_U06 K2AIR_K02	150	450	15		6	T	Z				P	S
3	AREU00706W	Współpraca robotów w Przemysle 4.0 (GK)	1					S2ARP_W05	15	30	2	2	1	T	Z		DN			S
4	AREU00706S	Współpraca robotów w Przemysle 4.0 (GK)					1	S2ARP_U05	15	30	0		1	T	Z				P(1)	S
5	AREU00705W	Roboty transportowe (GK)	1					S2ARP_W05	15	30	2	2	1	T	Z		DN			S
6	AREU00705P	Roboty transportowe (GK)					1	S2ARP_U05	15	30	0		1	T	Z				P(1)	S
7	AREU00704W	Uczenie i widzenie maszynowe (GK)	2					S2ARP_W01	30	60	5	5	1	T	Z		DN			S
8	AREU00704L	Uczenie i widzenie maszynowe (GK)			2			S2ARP_U01	30	90	0		2	T	Z				P(2)	S
Razem			4	0	2	1	3		300	810	27	9	14						P(19)	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Łączna liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
5	0	2	1	4	330	900	30	9	16

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD - podstawowy, K - kierunkowy, S - specjalnościowy<sup>7</sup>W - wybieralny, Ob - obowiązkowy

## 2 Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
AREU00703	1. DCS Automatyzacja procesów ciągłych	2
AREU00701	2. Smart Factory	2
AREU12004	1. Metody matematyczne automatyki i robotyki	1
AREU00005	2. Teoria sterowania	1

## 3 Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	8
2	8

Deficyt liczony jest z uwzględnieniem WSZYSTKICH kursów/grup kursów, również nietechnicznych. Deficyt po semestrze 2 dotyczy TYLKO kursów/grup kursów niezaliczonych w semestrze 1 (wszystkie kursy/grupy kursów z semestru 2 muszą być zaliczone).

<sup>1</sup>BK – liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnoczelniaczy – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego:

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

13. 11. 2020

Data

Michał Makucewicz

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13. 11. 2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki  
prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek **Automatyka i Robotyka** Specjalność **Robotyka (ARR)**

Profil **Ogólnoakademicki** Poziom studiów **II-gi** Forma studiów **Stacjonarne**

### 1 Opis

<p>1.1 Liczba semestrów: 3</p>	<p>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 90</p>
<p>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1035</p>	<p>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia):</p> <p>Kandydaci na studia magisterskie na kierunku Automatyka i Robotyka mogą rekrutować się po uzyskaniu co najmniej tytułu inżyniera na dopuszczonych kierunkach studiów, o których mowa jest w dokumencie „Warunki i tryb rekrutacji na studia wyższe w Politechnice Wrocławskiej” na dany rok akademicki.</p>
<p>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:</p> <p><b>Magister inżynier</b></p>	<p>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia</p> <p>Absolwenci studiów stopnia II specjalności Robotyka uzyskują zrozumienie zasad, metod i algorytmów automatyki i robotyki, pozwalające im na ich twórcze wykorzystanie w pracy zawodowej. Wiedza i umiejętności absolwentów z zakresu automatyki, robotyki i informatyki pretenduje ich do rozwiązywania problemów z dziedziny analizy, projektowania i konstruowania układów automatyki i robotyki. Wiedza specjalistyczna absolwentów Robotyki obejmuje metody sterowania, planowania ruchu i planowania działań robotów. Ich specjalistyczne umiejętności odnoszą się do projektowania robotów i elektronicznych układów robotycznych, sterowników robotów, układów napędowych, układów percepcji otoczenia, interfejsów robot-człowiek i układów planowania działań robotów, a także różnego rodzaju układów elektronicznych wykorzystujących do działania w sposób inteligentny wiedzę o otoczeniu. Absolwenci specjalności Robotyka są przygotowani do twórczych działań inżynierskich w obszarze robotyki przemysłowej i usługowej, a także do pracy badawczej i naukowej, w tym do kontynuacji studiów III stopnia.</p>

<p>1.7 <i>Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p>szkoła doktorska lub studia podyplomowe</p>	<p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p>Program studiów jest w pełni skorelowany z misją uczelni i strategią jej rozwoju przyjętą przez Senat dnia 21 marca 2013r. (Uchwała nr 127/7/2012- 2016 z późniejszymi zmianami (Uchwała nr 227/11/2012-2016 i Uchwała nr 759/34/2012-2016). Związki te są uwidocznione przykładowo w punkcie 3 Planu Rozwoju „Misja i Wizja Wydziału” oraz w punkcie 4 Planu Rozwoju „Modele Sektorowe”, gdzie sprecyzowano Model Kształcenia i Model Studiowania jak również Model Współpracy z Otoczeniem uwzględniający potrzeby rynku pracy oraz budowania sieci wpływów.</p>
---	--

## 2 Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 10, U (umiejętności) = 11, K (kompetencje) = 2, W + U + K = 23

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

nie dotyczy

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

nie dotyczy

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1) 58

2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)

nie dotyczy

2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Rynek pracy dla absolwentów studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka obejmuje obszar całego kraju, Regionu Dolnośląskiego i Wrocławia. Program studiowania na tym kierunku zawiera wszystkie najważniejsze potrzeby i wymagania rynku pracy dla automatyków, robotyków i specjalizowanych informatyków. Profil firm, które będą korzystać z kompetencji absolwentów tego kierunku, to przede wszystkim firmy integratorskie, usługowe i produkcyjne. W tym zakresie jest i będzie znaczące zapotrzebowanie na specjalistów z tytułem inżyniera, posiadających umiejętności integracji urządzeń i systemów automatyki, tworzenia oprogramowania dla sterowników PLC, PAC, systemów SCADA oraz systemów robotycznych, przeprowadzania uruchamiania i rozruchu systemów sterowania, lokalnego i zdalnego serwisu, nadzór nad pracującymi systemami sterowania produkcją. Również umiejętność projektowania szeroko rozumianych układów sterowania, systemów telemetrycznych i pomiarowych będzie na rynku pracy przyjęta

bardzo pozytywnie. Znacząco zwiększa się też ilość firm, które automatyzują budynki i domy inteligentne, a następnie te obiekty wymagają stałej opieki konserwatorskiej inżynierów automatyków. W Regionie Dolnośląskim prowadzi działalność znacząca ilość małych i średnich przedsiębiorstw oraz zakładów produkcyjnych, w których umiejętności inżynierskie znajdują i znajdują uznanie w okresie wielu następnych lat. O zapotrzebowaniu rynku pracy na absolwentów świadczy też umieszczenie automatyki i robotyki na liście kierunków zamawianych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK1) 60,5 ECTS**

**2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	2
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	2

**2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	33
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	16
Łączna liczba punktów ECTS	49

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O) 10 punktów ECTS**

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 60 punktów ECTS**

### **3 Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:**

Proces dochodzenia do uzyskania zaplanowanych efektów uczenia się jest wieloetapowy i wieloaspektowy:

- Na etapie rekrutacji dąży się do przyjmowania tylko studentów z wysokim współczynnikiem rekrutacyjnym, tzn. dobrze przygotowanych na studiach I stopnia do podjęcia studiów na II stopniu.
- W czasie pierwszego roku studiów program nauczania przewiduje zdobycie rzetelnej wiedzy podstawowej (matematyka, fizyka, informatyka), co ułatwi osiągnięcie efektów nauczania w kolejnych latach.
- Kursy podstawowe i kursy pomocnicze są łączone w grupy kursów (ćwiczenia rachunkowe, laboratoryjne, projektowe), które pozwalają zweryfikować wiedzę studentów w zastosowaniach praktycznych.
- Dzięki dobremu wyposażeniu bibliotek oraz udostępnianiu studentom materiałów dydaktycznych przez prowadzących, istnieje możliwość wcześniejszego i systematycznego przygotowywania się do zajęć dydaktycznych.
- Wysoki poziom techniczny wyposażenia sal wykładowych oraz laboratoriów, ułatwia przyswajanie przez studentów wiedzy i umiejętności.

- Proces osiągania efektów uczenia się podlega ciągłej weryfikacji pozyskanej wiedzy i umiejętności na kursach pomocniczych, seminariach, kolokwiach, egzaminach (w tym na egzaminie dyplomowym).



## 4 Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1. Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt. ECTS): liczba punktów ECTS: 5

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
2	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			KO
3	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P (2)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
1	0	0	0	2	45	150	5	0	3

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

##### 4.1.2.1. Blok Matematyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>				<b>P(1)</b>		

##### 4.1.2.2. Blok Fizyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>					<b>P(0)</b>	

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

#### 4.1.3.1. Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe

liczba punktów ECTS: 23

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	F(w)		DN		K
2	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P (3)	K
3	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P (2)	K
4	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
5	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P (2)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P (3)	K
8	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
9	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P (3)	K
<b>Razem</b>			<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>240</b>	<b>690</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>16</b>					<b>P(13)</b>	

Razem (dla bloków kierunkowych):

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>240</b>	<b>690</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>16</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1. Blok Języki obce (min. 3 pkt ECTS): liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.2.2 Lista bloków specjalnościowych

##### 4.2.4.1. Blok Przedmioty specjalnościowe (min. 42 pkt ECTS):

liczba punktów ECTS: 42

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00113P	Projekt specjalnościowy 2				2		S2ARR_U05	30	60	2		2	T	Z				S
2	AREU00120W	Systemy sterowania robotów (GK)	2					S2ARR_W01	30	60	4	4	2	T	Z		DN		S
3	AREU00120P	Systemy sterowania robotów (GK)				1		S2ARR_U01	15	60	0		2	T	Z			P(1)	S
4	AREU00102W	Sterowanie adaptacyjne i odporne (GK)	2					S2ARR_W01	30	60	5	5	1	T	E(w)		DN		S
5	AREU00102C	Sterowanie adaptacyjne i odporne (GK)		1				S2ARR_U01 S2ARR_U05	15	45	0		1	T	Z			P(1,5)	S
6	AREU00102L	Sterowanie adaptacyjne i odporne (GK)			1			S2ARR_U01 S2ARR_U05	15	45	0		1	T	Z			P(1,5)	S
7	AREU00103W	Systemy zdarzeniowe (GK)	2					S2ARR_W02	30	60	4	4	2	T	E(w)		DN		S
8	AREU00103P	Systemy zdarzeniowe (GK)				2		S2ARR_U02	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
9	AREU00121W	Metody sztucznej inteligencji (GK)	2					S2ARR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		S
10	AREU00121P	Metody sztucznej inteligencji (GK)				1		S2ARR_U03	15	60	0		2	T	Z			P(2)	S
11	AREU00118W	Rozproszone systemy sterowania (GK)	1					S2ARR_W05	15	60	4	4	1	T	Z		DN		S
12	AREU00118L	Rozproszone systemy sterowania (GK)				2		S2ARR_U05	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
13	AREU00119W	Algorytmy robotyki mobilnej (GK)	1					S2ARR_W04	15	40	4	4	1	T	Z		DN		S
14	AREU00119L	Algorytmy robotyki mobilnej (GK)			1			S2ARR_U04	15	40	0		1	T	Z			P(1)	S
15	AREU00119S	Algorytmy robotyki mobilnej (GK)					1	S2ARR_U04	15	40	0		1	T	Z			P(1)	S
16	AREU12106S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR_U06	30	60	2		1	T	Z			P(1)	S
17	AREU00122W	Uczenie maszynowe (GK)	1					S2ARR_W03	15	30	2	2	1	T	Z		DN		S
18	AREU00122L	Uczenie maszynowe (GK)			1			S2ARR_U03	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
19	AREU00115W	Roboty społeczne (GK)	1					S2ARR_W03	15	30	2	2	0,5	T	Z		DN		S
20	AREU00115L	Roboty społeczne (GK)			1			S2ARR_U03	15	30	0		0,5	T	Z			P(1)	S
21	AREU00123W	Planowanie ruchu robotów (GK)	2					S2ARR_W04	30	60	3	3	1	T	Z		DN		S
22	AREU00123S	Planowanie ruchu robotów (GK)					1	S2ARR_U04	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
23	AREU00112W	Metody rozpoznawania sceny	1					S2ARR_W04	15	60	2	2	2	T	Z		DN		S
24	AREU00110S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR_U06	30	90	3		1	T	Z			P(3)	S
<b>Razem</b>			<b>15</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>510</b>	<b>1260</b>	<b>42</b>	<b>35</b>	<b>32</b>					<b>P(19)</b>	

#### Razem dla bloków specjalnościowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
15	1	6	6	6	510	1260	42	35	32

#### 4.3 Blok praktyk

nie dotyczy

#### 4.4 Blok „praca dyplomowa”

<b>Typ pracy dyplomowej : magisterska</b>		
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	15 P(10)	AREU17111
<b>Charakter pracy dyplomowej : naukowo-badawczy</b>		
Liczba punktów ECTS BK <sup>1</sup>	7	

### 5 Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	zaliczenie ustne lub pisemne, kolokwium zaliczeniowe, kolokwium (test wyboru), egzamin, egzamin pisemny, odpowiedzi ustne, kartkówka, aktywność na wykładach, ocena z końcowego pisemnego sprawdzianu egzaminacyjnego, test
ćwiczenia	średnia ocen z prac kontrolnych, średnia ocen z prac domowych, ocena z pracy na zajęciach, ocena z testu końcowego
laboratorium	obserwacja przygotowania do zajęć laboratoryjnych i ich wykonywania, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, aktywność na zajęciach laboratoryjnych, ocena jakości raportu pisemnego z laboratorium, ocena aktywności i sprawności wykonania ćwiczenia bazująca na obserwacji jego przebiegu, ocena stopnia realizacji ćwiczeń w laboratorium, testy na platformie e-learningowej, odpowiedź ustna
projekt	analiza realizacji zadania projektowego, dokumentacja pisemna projektu, prezentacje założeń i rozwiązania końcowego, przedstawienie wyników realizacji projektu wraz z ich dyskusją i wnioskami, ocena przygotowania projektu, obrona projektu, udział w dyskusjach problemowych, ocena wykonanych zadań projektowych, ocena raportu pisemnego z projektu, ocena prezentacji kolejnych etapów realizacji projektu, przestrzegania harmonogramu, aktywność w zespole, kreatywna postawa, ocena jakości wykonanej dokumentacji, ocena elementów składowych projektu oraz jego formy końcowej, odpowiedź ustna
seminarium	prezentacja seminaryjna, aktywność – udział w dyskusji, ocena przygotowania prezentacji, udział w dyskusjach problemowych, aktywność na zajęciach seminaryjnych, ocena jakości prezentacji multimedialnych, ocena prezentacji, aktywność w dyskusji, przestrzeganie harmonogramu, ocena prezentacji podsumowujących oraz opracowania pisemnego, dyskusja
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## **6 Zakres egzaminu dyplomowego**

### **Zagadnienia specjalnościowe**

1. Zagadnienia sterowania odpornego i adaptacyjnego: problem, fundamentalne modele i twierdzenia, wybrane algorytmy sterowania
2. Zagadnienia projektowe robota społecznego
3. Algorytmy sterowania robotów manipulacyjnych w zależności od stopnia znajomości dynamiki obiektu
4. Formalizmy modelowania systemów zdarzeniowych
5. Sterowanie zdarzeniowe
6. Przeszukiwanie z wykorzystaniem heurystyk
7. Probabilistyczna reprezentacja wiedzy i związane z nią metody podejmowania decyzji
8. Indukcyjne metody maszynowego uczenia się
9. Robotyczne środowiska programistyczne dedykowane systemom rozproszonym
10. Planowanie ruchu robotów manipulacyjnych i mobilnych: zadania i metody
11. Metody budowania map i lokalizacji robotów mobilnych
12. Automatyczny system rozpoznawania sceny robota: zadania, narzędzia

### **Zagadnienia kierunkowe**

1. Komputerowe modelowanie wielkości losowych
2. Podejście parametryczne i nieparametryczne w identyfikacji systemów
3. Zadania i metody optymalizacji nieliniowej
4. Optymalizacja globalna – cele i metody (techniki) optymalizacji
5. Postacie normalne odwzorowań, układów dynamicznych i układów sterowania
6. Sprzężenie zwrotne w układach liniowych i nieliniowych
7. Przykładowe sformułowania zadań sterowania optymalnego
8. Omówić narzędzia i metody rozwiązywania zadania sterowania optymalnego.

## **7 Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych modułach**

Brak wymagań

8 Plan studiów (załącznik nr 3. )

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

**SAMORZĄD STUDENCKI**

**Wydziału Elektroniki**

13.11.2020

Data

Michał Kocuzewicz

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki  
prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki



# PLAN STUDIÓW

Załącznik nr 4 do ZW 8/2020

Załącznik nr 4 do Programu studiów

WYDZIAŁ: ELEKTRONIKI

KIERUNEK STUDIÓW: AUTOMATYKA I ROBOTYKA

POZIOM KSZTAŁCENIA: II stopień, studia magisterskie

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Robotyka (ARR)

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski

Uchwała Senatu PWr nr ..... z dnia ..... r.

Obowiązuje od roku akademickiego 2020/2021

# 1 Zestaw kursów i grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
2	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
3	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
4	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
5	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P(3)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P(3)	K
8	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
9	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P(2)	K
10	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
11	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P(3)	K
12	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P(2)	K
<b>Razem</b>			<b>10</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>285</b>	<b>810</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>18,5</b>					<b>P(14)</b>	

### Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

### Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Łączna liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	8	3	1	1	345	900	30	23	20,5

## Semestr 2

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 30

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU12106S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR_U06	30	60	2		1	T	Z			P(1)	S
2	AREU00119W	Algorytmy robotyki mobilnej (GK)	1					S2ARR_W04	15	40	4	4	1	T	Z		DN		S
3	AREU00119L	Algorytmy robotyki mobilnej (GK)			1			S2ARR_U04	15	40	0		1	T	Z			P(1)	S
4	AREU00119S	Algorytmy robotyki mobilnej (GK)					1	S2ARR_U04	15	40	0		1	T	Z			P(1)	S
5	AREU00118W	Rozproszone systemy sterowania (GK)	1					S2ARR_W05	15	60	4	4	1	T	Z		DN		S
6	AREU00118L	Rozproszone systemy sterowania (GK)			2			S2ARR_U05	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
7	AREU00121W	Metody sztucznej inteligencji (GK)	2					S2ARR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		S
8	AREU00121P	Metody sztucznej inteligencji (GK)				1		S2ARR_U03	15	60	0		2	T	Z			P(2)	S
9	AREU00103W	Systemy zdarzeniowe (GK)	2					S2ARR_W02	30	60	4	4	2	T	E(w)		DN		S
10	AREU00103P	Systemy zdarzeniowe (GK)				2		S2ARR_U02	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
11	AREU00102W	Sterowanie adaptacyjne i odporne (GK)	2					S2ARR_W01	30	60	5	5	1	T	E(w)		DN		S
12	AREU00102C	Sterowanie adaptacyjne i odporne (GK)		1				S2ARR_U01 S2ARR_U05	15	45	0		1	T	Z			P(1,5)	S
13	AREU00102L	Sterowanie adaptacyjne i odporne (GK)			1			S2ARR_U01 S2ARR_U05	15	45	0		1	T	Z			P(1,5)	S
14	AREU00120W	Systemy sterowania robotów (GK)	2					S2ARR_W01	30	60	4	4	2	T	Z		DN		S
15	AREU00120P	Systemy sterowania robotów (GK)				1		S2ARR_U01	15	60	0		2	T	Z			P(1)	S
16	AREU00113P	Projekt specjalnościowy 2				2		S2ARR_U05	30	60	2		2	T	Z				S
Razem			10	1	4	6	3		360	900	30	26	24					P(13)	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	1	4	6	3	360	900	30	26	24

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO – kształcenia ogólnego. PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

## Semestr 3

## Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			KO
2	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P (2)	KO
Razem			1	0	0	0	1		30	90	3	0	2					P(2)	

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00110S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR_U06	30	90	3		1	T	Z			P(3)	S
2	AREU17111*	Praca dyplomowa						K2AIR_U06 K2AIR_K02	150 450	15		6	T	Z			P (12)	S	
3	AREU00112W	Metody rozpoznawania sceny	1					S2ARR_W04	15	60	2	2	2	T	Z		DN	S	
4	AREU00123W	Planowanie ruchu robotów (GK)	2					S2ARR_W04	30	60	3	3	1	T	Z		DN	S	
5	AREU00123S	Planowanie ruchu robotów (GK)					1	S2ARR_U04	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
6	AREU00115W	Roboty społeczne (GK)	1					S2ARR_W03	15	30	2	2	0,5	T	Z		DN	S	
7	AREU00115L	Roboty społeczne (GK)			1			S2ARR_U03	15	30	0		0,5	T	Z			P (1)	S
8	AREU00122W	Uczenie maszynowe (GK)	1					S2ARR_W03	15	30	2	2	1	T	Z		DN	S	
9	AREU00122L	Uczenie maszynowe (GK)			1			S2ARR_U03	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
Razem			5	0	2	0	3		300	810	27	9	14					P(18)	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
6	0	2	0	4	330	900	30	9	16

<sup>1</sup>BK -liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna - T, zdalna - Z<sup>3</sup>Egzamin - E, zaliczenie na ocenę - Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany - O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny - P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD - podstawowy, K - kierunkowy, S - specjalnościowy<sup>7</sup>W - wybieralny, Ob - obowiązkowy

## 2 Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
AREU00103	1. Systemy zdarzeniowe	2
AREU00102	2. Sterowanie adaptacyjne i odporne	2
AREU12004	1. Metody matematyczne automatyki i robotyki	1
AREU00005	2. Teoria sterowania	1

## 3 Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	8
2	8

Deficyt liczony jest z uwzględnieniem WSZYSTKICH kursów/grup kursów, również nietechnicznych. Deficyt po semestrze 2 dotyczy TYLKO kursów/grup kursów niezaliczonych w semestrze 1 (wszystkie kursy/grupy kursów z semestru 2 muszą być zaliczone).

<sup>1</sup>BK – liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c. l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego:

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

13.11.2020

Data

Mikołaj Makuczyński

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki  
prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek **Automatyka i Robotyka** Specjalność **Komputerowe systemy zarządzania procesami przemysłowymi (ARS)**

Profil **Ogólnoakademicki** Poziom studiów **II-gi** Forma studiów **Stacjonarne**

### 1 Opis

<p>1.1 Liczba semestrów: 3</p>	<p>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 90</p>
<p>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1035</p>	<p>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia:  Kandydaci na studia magisterskie na kierunku Automatyka i Robotyka mogą rekrutować się po uzyskaniu co najmniej tytułu inżyniera na dopuszczonych kierunkach studiów, o których mowa jest w dokumencie „Warunki i tryb rekrutacji na studia wyższe w Politechnice Wrocławskiej” na dany rok akademicki.</p>
<p>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:  <b>Magister inżynier</b></p>	<p>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia  Kształcenie obejmuje narzędzia programistyczne, metody i algorytmy do zarządzania, wspomagania decyzji i sterowania dyskretnymi i ciągłymi procesami produkcyjnymi przy użyciu systemów i sieci komputerowych oraz techniki monitorowania jakości produkcji. Absolwent jest przygotowany do: pełnienia funkcji menedżerskich lub specjalisty do spraw jakości w systemach wytwórczych (w tym optymalizacji przebiegu procesów wytwórczych), do projektowania komputerowych systemów wspomagających sterowanie i zarządzanie dyskretnymi procesami wytwórczymi. Absolwent jest przygotowany także do podjęcia studiów doktoranckich w dyscyplinie automatyka i robotyka oraz w dyscyplinach pokrewnych.</p>

<p>1.7 <i>Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p>szkoła doktorska lub studia podyplomowe</p>	<p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p>Program studiów jest w pełni skorelowany z misją uczelni i strategią jej rozwoju przyjętą przez Senat dnia 21 marca 2013r. (Uchwała nr 127/7/2012- 2016 z późniejszymi zmianami (Uchwała nr 227/11/2012-2016 i Uchwała nr 759/34/2012-2016). Związki te są uwidocznione przykładowo w punkcie 3 Planu Rozwoju „Misja i Wizja Wydziału” oraz w punkcie 4 Planu Rozwoju „Modele Sektorowe”, gdzie sprecyzowano Model Kształcenia i Model Studiowania jak również Model Współpracy z Otoczeniem uwzględniający potrzeby rynku pracy oraz budowania sieci wpływów.</p>
---	--

## 2 Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 10, U (umiejętności) = 11, K (kompetencje) = 2, W + U + K = 23

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

nie dotyczy

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

nie dotyczy

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1) 50

2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)

nie dotyczy

2.5 **Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy**

Rynek pracy dla absolwentów studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka obejmuje obszar całego kraju, Regionu Dolnośląskiego i Wrocławia. Program studiowania na tym kierunku zawiera wszystkie najważniejsze potrzeby i wymagania rynku pracy dla automatyków, robotyków i specjalizowanych informatyków. Profil firm, które będą korzystać z kompetencji absolwentów tego kierunku, to przede wszystkim firmy integratorskie, usługowe i produkcyjne. W tym zakresie jest i będzie znaczące zapotrzebowanie na specjalistów z tytułem inżyniera, posiadających umiejętności integracji urządzeń i systemów automatyki, tworzenia oprogramowania dla sterowników PLC, PAC, systemów SCADA oraz systemów robotycznych, przeprowadzania uruchamiania i rozruchu systemów sterowania, lokalnego i zdalnego serwisu, nadzór nad pracującymi systemami sterowania produkcją. Również umiejętność projektowania szeroko rozumianych układów sterowania, systemów telemetrycznych i pomiarowych będzie na rynku pracy przyjeta



bardzo pozytywnie. Znacząco zwiększa się też ilość firm, które automatyzują budynki i domy inteligentne, a następnie te obiekty wymagają stałej opieki konserwatorskiej inżynierów automatyków. W Regionie Dolnośląskim prowadzi działalność znacząca ilość małych i średnich przedsiębiorstw oraz zakładów produkcyjnych, w których umiejętności inżynierskie znajdują i znajdują uznanie w okresie wielu następnych lat. O zapotrzebowaniu rynku pracy na absolwentów świadczy też umieszczenie automatyki i robotyki na liście kierunków zamawianych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK1) 60 ECTS**

**2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	2
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	2

**2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	36,5
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	16
Łączna liczba punktów ECTS	52,5

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O) 10 punktów ECTS**

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 60 punktów ECTS**

### 3 Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Proces dochodzenia do uzyskania zaplanowanych efektów uczenia się jest wieloetapowy i wieloaspektowy:

- Na etapie rekrutacji dąży się do przyjmowania tylko studentów z wysokim współczynnikiem rekrutacyjnym, tzn. dobrze przygotowanych na studiach I stopnia do podjęcia studiów na II stopniu.
- W czasie pierwszego roku studiów program nauczania przewiduje zdobycie rzetelnej wiedzy podstawowej (matematyka, fizyka, informatyka), co ułatwi osiągnięcie efektów nauczania w kolejnych latach.
- Kursy podstawowe i kursy pomocnicze są łączone w grupy kursów (ćwiczenia rachunkowe, laboratoryjne, projektowe), które pozwalają zweryfikować wiedzę studentów w zastosowaniach praktycznych.
- Dzięki dobremu wyposażeniu bibliotek oraz udostępnianiu studentom materiałów dydaktycznych przez prowadzących , istnieje możliwość wcześniejszego i systematycznego przygotowywania się do zajęć dydaktycznych.
- Wysoki poziom techniczny wyposażenia sal wykładowych oraz laboratoriów, ułatwia przyswajanie przez studentów wiedzy i umiejętności.

- Proces osiągnięcia efektów uczenia się podlega ciągłej weryfikacji pozyskanej wiedzy i umiejętności na kursach pomocniczych, seminariach, kolokwiach, egzaminach (w tym na egzaminie dyplomowym).

## 4 Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1. Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt. ECTS):

liczba punktów ECTS: 5

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
2	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			KO
3	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P (2)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
1	0	0	0	2	45	150	5	0	3

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

##### 4.1.2.1. Blok Matematyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	NAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>				<b>P(1)</b>		

##### 4.1.2.2. Blok Fizyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FZF004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>					<b>P(0)</b>	

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

#### 4.1.3.1. Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe

liczba punktów ECTS: 23

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
2	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P (3)	K
3	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P (2)	K
4	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
5	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P (2)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P (3)	K
8	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
9	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P (3)	K
<b>Razem</b>			<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>240</b>	<b>690</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>16</b>					<b>P(13)</b>	

Razem (dla bloków kierunkowych):

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
8	4	3	1	0	240	690	23	23	16

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1. Blok Języki obce (min. 3 pkt ECTS): liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
0	4	0	0	0	60	90	3	0	2

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.2.2 Lista bloków specjalnościowych

##### 4.2.4.1. Blok Przedmioty specjalnościowe (min. 42 pkt ECTS):

liczba punktów ECTS: 42

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU17313W	Wykład monograficzny	2					S2ARS.W02	30	90	3	3	2	T	Z		DN		S
2	AREU00307W	Sterowanie produkcją (GK)	2					S2ARS.W02	30	90	5	5	3	T	Z		DN		S
3	AREU00307L	Sterowanie produkcją (GK)			2			S2ARS.U02	30	60	0		2	T	Z			P (2)	S
4	AREU00316W	Elastyczne systemy montażowe (GK)	2					S2ARS.W02	30	60	4	4	2	T	E(w)		DN		S
5	AREU00316P	Elastyczne systemy montażowe (GK)				2		S2ARS.U02	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
6	AREU00317W	Diagnostyka procesów (GK)	2					S2ARS.W01	30	60	5	5	2	T	Z		DN		S
7	AREU00317P	Diagnostyka procesów (GK)				2		S2ARS.U01	30	90	0		3	T	Z			P (3)	S
8	AREU00302W	Oprogramowanie systemów zarządzania (GK)	1					S2ARS.W03	15	30	2		1	T	Z				S
9	AREU00302L	Oprogramowanie systemów zarządzania (GK)			1			S2ARS.U03	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
10	AREU00318W	Sieci neuronowe i systemy rozmyte (GK)	2					S2ARS.W05	30	75	4	4	1	T	Z		DN		S
11	AREU00318P	Sieci neuronowe i systemy rozmyte (GK)				1		S2ARS.U05	15	45	0		1,5	T	Z			P(1,5)	S
12	AREU00320P	Projekt przejściowy				3		S2ARS.U03	45	150	5		2	T	Z			P(5)	S
13	AREU12306S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR.U06	30	60	2		1	N	Z			P(2)	S
14	AREU00303W	Metody probabilistyczne w zarządzaniu (GK)	2					S2ARS.W04	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
15	AREU00303L	Metody probabilistyczne w zarządzaniu (GK)			1			S2ARS.U04	15	60	0		1	T	Z			P(2)	S
16	AREU17308W	Sztuczna inteligencja i systemy ewolucyjne	2					S2ARS.W05	30	60	2	2	2	T	Z		DN		S
17	AREU00309W	Komputerowe wspomaganie obliczeń i prac inżynierskich (GK)	1					S2ARS.W03	15	30	3		1	T	Z				S
18	AREU00309P	Komputerowe wspomaganie obliczeń i prac inżynierskich (GK)				2		S2ARS.U03	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
19	AREU00310S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR.U06	30	90	3		1	T	Z			P(2)	S
<b>Razem</b>			<b>16</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>4</b>		<b>510</b>	<b>1260</b>	<b>42</b>	<b>27</b>	<b>31,5</b>					<b>P(22,5)</b>	

#### Razem dla bloków specjalnościowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
16	0	4	10	4	510	1260	42	27	31,5

### 4.3 Blok praktyk

nie dotyczy

### 4.4 Blok „praca dyplomowa”

<b>Typ pracy dyplomowej : magisterska</b>		
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
I	15 P(10)	AREU17311
<b>Charakter pracy dyplomowej : naukowo-badawczy</b>		
Liczba punktów ECTS BK <sup>1</sup>	7	

## 5 Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	zaliczenie ustne lub pisemne, kolokwium zaliczeniowe, kolokwium (test wyboru), egzamin, egzamin pisemny, odpowiedzi ustne, kartkówka, aktywność na wykładach, ocena z końcowego pisemnego sprawdzianu egzaminacyjnego, test
ćwiczenia	średnia ocen z prac kontrolnych, średnia ocen z prac domowych, ocena z pracy na zajęciach, ocena z testu końcowego
laboratorium	obserwacja przygotowania do zajęć laboratoryjnych i ich wykonywania, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, aktywność na zajęciach laboratoryjnych, ocena jakości raportu pisemnego z laboratorium, ocena aktywności i sprawności wykonania ćwiczenia bazująca na obserwacji jego przebiegu, ocena stopnia realizacji ćwiczeń w laboratorium, testy na platformie e-learningowej, odpowiedź ustna
projekt	analiza realizacji zadania projektowego, dokumentacja pisemna projektu, prezentacje założeń i rozwiązania końcowego, przedstawienie wyników realizacji projektu wraz z ich dyskusją i wnioskami, ocena przygotowania projektu, obrona projektu, udział w dyskusjach problemowych, ocena wykonanych zadań projektowych, ocena raportu pisemnego z projektu, ocena prezentacji kolejnych etapów realizacji projektu, przestrzegania harmonogramu, aktywność w zespole, kreatywna postawa, ocena jakości wykonanej dokumentacji, ocena elementów składowych projektu oraz jego formy końcowej, odpowiedź ustna
seminarium	prezentacja seminaryjna, aktywność – udział w dyskusji, ocena przygotowania prezentacji, udział w dyskusjach problemowych, aktywność na zajęciach seminaryjnych, ocena jakości prezentacji multimedialnych, ocena prezentacji, aktywność w dyskusji, przestrzegania harmonogramu, ocena prezentacji podsumowujących oraz opracowania pisemnego, dyskusja
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



## **6 Zakres egzaminu dyplomowego**

### **Zagadnienia specjalnościowe**

1. Podstawowe metody stosowane w diagnostyce procesów produkcyjnych.
2. Sposoby zwiększania elastyczności systemów wytwarzania.
3. Algorytmy wspomagające harmonogramowanie w elastycznych systemach produkcyjnych.
4. Systemy klasy ERP oraz CRP w zarządzaniu przedsiębiorstwem dla różnych modeli biznesowych.
5. Narzędzia probabilistyczne wykorzystywane w analizie danych oraz ich zastosowanie w obszarze zarządzania.
6. Metodologia projektowania sieci neuronowych i systemów rozmytych w automatyce.
7. Modelowanie systemów wytwarzania z dodatkowymi ograniczeniami technologicznymi.
8. Ewolucyjne poszukiwanie rozwiązań na ogólnym tle metod sztucznej inteligencji.
9. Narzędzia i metody wspomagające prowadzenia obliczeń inżynierskich oraz projektowanie typu CAD/CAM.
10. Metodologia wdrażania oraz użytkowania systemów klasy ERP oraz CRP.
11. Proces uczenia sieci neuronowej oraz neuronowo-rozmytej modelującej obiekt dynamiczny.
12. Algorytmy analizy danych oraz wnioskowanie statystyczne

### **Zagadnienia kierunkowe**

1. Komputerowe modelowanie wielkości losowych
2. Podejście parametryczne i nieparametryczne w identyfikacji systemów
3. Zadania i metody optymalizacji nieliniowej
4. Optymalizacja globalna – cele i metody (techniki) optymalizacji
5. Postacie normalne odwzorowań, układów dynamicznych i układów sterowania
6. Sprzężenie zwrotne w układach liniowych i nieliniowych
7. Przykładowe sformułowania zadań sterowania optymalnego
8. Omówić narzędzia i metody rozwiązywania zadania sterowania optymalnego.

## **7 Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych modułach**

Brak wymagań

8 Plan studiów (załącznik nr 3. )

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

13.11.2020

Data

Michał Makuch

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki

prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki

# PLAN STUDIÓW

Załącznik nr 4 do ZW 8/2020

Załącznik nr 4 do Programu studiów

WYDZIAŁ: ELEKTRONIKI

KIERUNEK STUDIÓW: AUTOMATYKA I ROBOTYKA

POZIOM KSZTAŁCENIA: II stopień, studia magisterskie

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Komputerowe systemy zarządzania procesami przemysłowymi (ARS)

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski

Uchwała Senatu PWr nr ..... z dnia ..... r.

Obowiązuje od roku akademickiego 2020/2021

# 1 Zestaw kursów i grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

Semestr 1

Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>1</sup>	
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O			P(1)	KO
2	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O				PD
3	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O				KO
4	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN			K
5	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z				P(3)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN			K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z				P(3)	K
8	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN			K
9	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z				P(2)	K
10	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN			K
11	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z				P(3)	K
12	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z				P(2)	K
<b>Razem</b>			<b>10</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>285</b>	<b>810</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>18,5</b>						<b>P(14)</b>	

Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>1</sup>	
1		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O			P(1)	PD
2		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O			P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>						<b>P(2)</b>	

Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	8	3	1	1	345	900	30	23	20,5

## Semestr 2

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 30

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU12306S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR_U06	30	60	2		1	N	Z			P(2)	S
2	AREU00320P	Projekt przejściowy				3		S2ARS_U03	45	150	5		2	T	Z			P(5)	S
3	AREU00318W	Sieci neuronowe i systemy rozmyte (GK)	2					S2ARS_W05	30	75	4	4	1	T	Z		DN		S
4	AREU00318P	Sieci neuronowe i systemy rozmyte (GK)				1		S2ARS_U05	15	45	0		1,5	T	Z			P(1,5)	S
5	AREU00302W	Oprogramowanie systemów zarządzania (GK)	1					S2ARS_W03	15	30	2		1	T	Z				S
6	AREU00302L	Oprogramowanie systemów zarządzania (GK)			1			S2ARS_U03	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
7	AREU00317W	Diagnostyka procesów (GK)	2					S2ARS_W01	30	60	5	5	2	T	Z		DN		S
8	AREU00317P	Diagnostyka procesów (GK)				2		S2ARS_U01	30	90	0		3	T	Z			P(3)	S
9	AREU00316W	Elastyczne systemy montażowe (GK)	2					S2ARS_W02	30	60	4	4	2	T	E(w)		DN		S
10	AREU00316P	Elastyczne systemy montażowe (GK)				2		S2ARS_U02	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
11	AREU00307W	Sterowanie produkcją (GK)	2					S2ARS_W02	30	90	5	5	3	T	Z		DN		S
12	AREU00307L	Sterowanie produkcją (GK)			2			S2ARS_U02	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
13	AREU17313W	Wykład monograficzny	2					S2ARS_W02	30	90	3	3	2	T	Z		DN		S
<b>Razem</b>			<b>11</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>2</b>		<b>360</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>23,5</b>					<b>P(16,5)</b>	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
11	0	3	8	2	360	900	30	21	23,5

<sup>1</sup>BK -liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna - T, zdalna - Z<sup>3</sup>Egzamin - E, zaliczenie na ocenę - Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany - O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny - P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD - podstawowy. K - kierunkowy. S - specjalnościowy<sup>7</sup>W - wybieralny. Ob - obowiązkowy<sup>1</sup>BK -liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna - T, zdalna - Z<sup>3</sup>Egzamin - E, zaliczenie na ocenę - Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany - O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny - P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD - podstawowy. K - kierunkowy. S - specjalnościowy<sup>7</sup>W - wybieralny. Ob - obowiązkowy

## Semestr 3

## Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			KO
2	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P (2)	KO
Razem			1	0	0	0	1		30	90	3	0	2					P(2)	

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00310S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR_U06	30	90	3		1	T	Z			P(2)	S
2	AREU17311*	Praca dyplomowa						K2AIR_U06	150	450	15		6	T	Z			P	S
								K2AIR_K02										(12)	
3	AREU00309W	Komputerowe wspomaganie obliczeń i prac inżynierskich (GK)	1					S2ARS_W03	15	30	3		1	T	Z				S
4	AREU00309P	Komputerowe wspomaganie obliczeń i prac inżynierskich (GK)				2		S2ARS_U03	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
5	AREU17308W	Sztuczna inteligencja i systemy ewolucyjne	2					S2ARS_W05	30	60	2	2	2	T	Z		DN		S
6	AREU00303W	Metody probabilistyczne w zarządzaniu (GK)	2					S2ARS_W04	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
7	AREU00303L	Metody probabilistyczne w zarządzaniu (GK)			1			S2ARS_U04	15	60	0		1	T	Z			P(2)	S
Razem			5	0	1	2	2		300	810	27	6	14					P(18)	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
6	0	1	2	3	330	900	30	6	16

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

## 2 Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
AREU00317	1. Diagnostyka procesów	2
AREU00316	2. Elastyczne systemy montażowe	2
AREU12004	1. Metody matematyczne automatyki i robotyki	1
AREU00005	2. Teoria sterowania	1

## 3 Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	8
2	8

Deficyt liczony jest z uwzględnieniem **WSZYSTKICH** kursów/grup kursów, również nietechnicznych. Deficyt po semestrze 2 dotyczy **TYLKO** kursów/grup kursów niezaliczonych w semestrze 1 (wszystkie kursy/grupy kursów z semestru 2 muszą być zaliczone).

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego:

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

13.11.2020

Data

Michał Makuciewicz

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki

cafm  
prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki



## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek Automatyka i Robotyka Specjalność Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)

Profil Ogólnoakademicki Poziom studiów II-gi Forma studiów Stacjonarne

### 1 Opis

<p>1.1 Liczba semestrów: 3</p>	<p>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 90</p>
<p>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1065</p>	<p>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia:  Kandydaci na studia magisterskie na kierunku Automatyka i Robotyka mogą rekrutować się po uzyskaniu co najmniej tytułu inżyniera na dopuszczonych kierunkach studiów, o których mowa jest w dokumencie „Warunki i tryb rekrutacji na studia wyższe w Politechnice Wrocławskiej” na dany rok akademicki.</p>
<p>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:  <b>Magister inżynier</b></p>	<p>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia  Absolwent specjalności posiada zaawansowaną wiedzę o i umiejętności potrzebne do twórczego działania w zakresie projektowania, konstrukcji oraz wdrażania nowoczesnych technologii informacyjnych w systemach automatyki. W ramach specjalności poruszane są zaawansowane zagadnienia dotyczące metod wspomagania decyzji, algorytmów ewolucyjnych, logiki rozmytej, oraz zarządzania zasobami w systemach informatycznych i produkcyjnych. Przekazywane są także praktyczne umiejętności programowania systemów mobilnych, projektowania i zarządzania sieciami przemysłowymi, a także w zakresie diagnostyki procesów przemysłowych. Absolwenci specjalności są przygotowani do podjęcia pracy jako kierownicy zespołów projektowych i wdrożeniowych, a także do pracy naukowo-badawczej.</p>

<p>1.7 <i>Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p>szkoła doktorska lub studia podyplomowe</p>	<p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p>Program studiów jest w pełni skorelowany z misją uczelni i strategią jej rozwoju przyjętą przez Senat dnia 21 marca 2013r. (Uchwała nr 127/7/2012- 2016 z późniejszymi zmianami (Uchwała nr 227/11/2012-2016 i Uchwała nr 759/34/2012-2016). Związki te są uwidocznione przykładowo w punkcie 3 Planu Rozwoju „Misja i Wizja Wydziału” oraz w punkcie 4 Planu Rozwoju „Modele Sektorowe”, gdzie sprecyzowano Model Kształcenia i Model Studiowania jak również Model Współpracy z Otoczeniem uwzględniający potrzeby rynku pracy oraz budowania sieci wpływów.</p>
---	--

## 2 Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 10, U (umiejętności) = 11, K (kompetencje) = 2, W + U + K = 23

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

nie dotyczy

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

nie dotyczy

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1) 49

2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)

nie dotyczy

2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Rynek pracy dla absolwentów studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka obejmuje obszar całego kraju, Regionu Dolnośląskiego i Wrocławia. Program studiowania na tym kierunku zawiera wszystkie najważniejsze potrzeby i wymagania rynku pracy dla automatyków, robotyków i specjalizowanych informatyków. Profil firm, które będą korzystały z kompetencji absolwentów tego kierunku, to przede wszystkim firmy integratorskie, usługowe i produkcyjne. W tym zakresie jest i będzie znaczące zapotrzebowanie na specjalistów z tytułem inżyniera, posiadających umiejętności integracji urządzeń i systemów automatyki, tworzenia oprogramowania dla sterowników PLC, PAC, systemów SCADA oraz systemów robotycznych, przeprowadzania uruchamiania i rozruchu systemów sterowania, lokalnego i zdalnego serwisu, nadzór nad pracującymi systemami sterowania produkcją. Również umiejętność projektowania szeroko rozumianych układów sterowania, systemów telemetrycznych i pomiarowych będzie na rynku pracy przyjęta

bardzo pozytywnie. Znacząco zwiększa się też ilość firm, które automatyzują budynki i domy inteligentne, a następnie te obiekty wymagają stałej opieki konserwatorskiej inżynierów automatyków. W Regionie Dolnośląskim prowadzi działalność znacząca ilość małych i średnich przedsiębiorstw oraz zakładów produkcyjnych, w których umiejętności inżynierskie znajdują i znajdują uznanie w okresie wielu następnych lat. O zapotrzebowaniu rynku pracy na absolwentów świadczy też umieszczenie automatyki i robotyki na liście kierunków zamawianych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK1) 53,5 ECTS**

**2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	2
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	2

**2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	37
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	16
Łączna liczba punktów ECTS	53

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O) 10 punktów ECTS**

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 60 punktów ECTS**

### 3 Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Proces dochodzenia do uzyskania zaplanowanych efektów uczenia się jest wieloetapowy i wieloaspektowy:

- Na etapie rekrutacji dąży się do przyjmowania tylko studentów z wysokim współczynnikiem rekrutacyjnym, tzn. dobrze przygotowanych na studiach I stopnia do podjęcia studiów na II stopniu.
- W czasie pierwszego roku studiów program nauczania przewiduje zdobycie rzetelnej wiedzy podstawowej (matematyka, fizyka, informatyka), co ułatwi osiągnięcie efektów nauczania w kolejnych latach.
- Kursy podstawowe i kursy pomocnicze są łączone w grupy kursów (ćwiczenia rachunkowe, laboratoryjne, projektowe), które pozwalają zweryfikować wiedzę studentów w zastosowaniach praktycznych.
- Dzięki dobremu wyposażeniu bibliotek oraz udostępnianiu studentom materiałów dydaktycznych przez prowadzących, istnieje możliwość wcześniejszego i systematycznego przygotowywania się do zajęć dydaktycznych.
- Wysoki poziom techniczny wyposażenia sal wykładowych oraz laboratoriów, ułatwia przyswajanie przez studentów wiedzy i umiejętności.

- Proces osiągnięcia efektów uczenia się podlega ciągłej weryfikacji pozyskanej wiedzy i umiejętności na kursach pomocniczych, seminariach, kolokwiach, egzaminach (w tym na egzaminie dyplomowym).

## 4 Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1. Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt. ECTS): liczba punktów ECTS: 5

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
2	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			KO
3	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P (2)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

##### 4.1.2.1. Blok Matematyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>				<b>P(1)</b>		

##### 4.1.2.2. Blok Fizyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>				<b>P(0)</b>		

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

#### 4.1.3.1. Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe

liczba punktów ECTS: 23

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
2	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P (3)	K
3	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P (2)	K
4	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
5	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P (2)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P (3)	K
8	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
9	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P (3)	K
Razem			8	4	3	1	0		240	690	23	23	16					P(13)	

Razem (dla bloków kierunkowych):

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
8	4	3	1	0	240	690	23	23	16

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1. Blok Języki obce (min. 3 pkt ECTS): liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



#### 4.2.2 Lista bloków specjalnościowych

##### 4.2.4.1. Blok Przedmioty specjalnościowe (min. 42 pkt ECTS):

liczba punktów ECTS: 42

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00613P	Projekt przejściowy				3		S2ART_U05	45	150	5		3	T	Z			P(5)	S
2	AREU00614W	Programowanie systemów mobilnych (GK)	2					S2ART_W01	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
3	AREU00614L	Programowanie systemów mobilnych (GK)			1			S2ART_U05	60	60	0		1	T	Z			P(2)	S
4	AREU00608W	Sieci przemysłowe	2					S2ART_W04	30	90	3		1	T	Z				S
5	AREU00607W	Sterowanie produkcją, magazynowaniem i transportem (GK)	2					S2ART_W05	30	60	4	4	1	T	E(w)		DN		S
6	AREU00607P	Sterowanie produkcją, magazynowaniem i transportem (GK)				2		S2ART_U05	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
7	AREU17602W	Algorytmy wspomagania decyzji (GK)	2					S2ART_W03	30	60	5	5	2	T	E(w)		DN		S
8	AREU17602P	Algorytmy wspomagania decyzji (GK)				1		S2ART_U03	15	60	0		1	T	Z			P(2)	S
9	AREU17602S	Algorytmy wspomagania decyzji (GK)					1	S2ART_U03	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
10	AREU00615W	Diagnostyka procesów przemysłowych (GK)	2					S2ART_W02	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
11	AREU00615S	Diagnostyka procesów przemysłowych (GK)				2		S2ART_U02	30	60	0		1	T	Z				S
12	AREU00616W	Rozproszone i obiektowe bazy danych (GK)	1					S2ART_W01	15	45	3		1	T	Z				S
13	AREU00616P	Rozproszone i obiektowe bazy danych (GK)				1		S2ART_U01	15	45	0		1		Z			P(2)	S
14	AREU12606S	Seminarium specjalnościowe				2		K2AIR_U06	30	60	2		1	T	Z			P(2)	S
15	AREU00617W	Zarządzanie zasobami w systemach informatycznych i przemysłowych (GK)	2					S2ART_W01	30	60	5	5	1	T	Z		DN		S
16	AREU00617S	Zarządzanie zasobami w systemach informatycznych i przemysłowych (GK)				2		S2ART_U01	30	90	0		1	T	Z			P(2)	S
17	AREU00618W	Algorytmy ewolucyjne i rozmyte (GK)	2					S2ART_W03	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
18	AREU00618S	Algorytmy ewolucyjne i rozmyte (GK)				2		S2ART_U04	15	60	0		2	T	Z			P(2)	S
19	AREU00612S	Seminarium dyplomowe				2		K2AIR_U06	30	90	3		2	T	Z			P(3)	S
<b>Razem</b>			<b>15</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>11</b>		<b>540</b>	<b>1260</b>	<b>42</b>	<b>26</b>	<b>25</b>					<b>P(23)</b>	

Razem dla bloków specjalnościowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
15	0	1	7	11	540	1260	42	26	25

### 4.3 Blok praktyk

nie dotyczy

### 4.4 Blok „praca dyplomowa”

Typ pracy dyplomowej : magisterska		
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	15 P(10)	AREU17611
Charakter pracy dyplomowej : naukowo-badawczy		
Liczba punktów ECTS BK <sup>1</sup>	7	

## 5 Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	zaliczenie ustne lub pisemne, kolokwium zaliczeniowe, kolokwium (test wyboru), egzamin, egzamin pisemny, odpowiedzi ustne, kartkówka, aktywność na wykładach, ocena z końcowego pisemnego sprawdzianu egzaminacyjnego, test
ćwiczenia	średnia ocen z prac kontrolnych, średnia ocen z prac domowych, ocena z pracy na zajęciach, ocena z testu końcowego
laboratorium	obserwacja przygotowania do zajęć laboratoryjnych i ich wykonywania, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, aktywność na zajęciach laboratoryjnych, ocena jakości raportu pisemnego z laboratorium, ocena aktywności i sprawności wykonania ćwiczenia bazująca na obserwacji jego przebiegu, ocena stopnia realizacji ćwiczeń w laboratorium, testy na platformie e-learningowej, odpowiedź ustna
projekt	analiza realizacji zadania projektowego, dokumentacja pisemna projektu, prezentacje założeń i rozwiązania końcowego, przedstawienie wyników realizacji projektu wraz z ich dyskusją i wnioskami, ocena przygotowania projektu, obrona projektu, udział w dyskusjach problemowych, ocena wykonanych zadań projektowych, ocena raportu pisemnego z projektu, ocena prezentacji kolejnych etapów realizacji projektu, przestrzegania harmonogramu, aktywność w zespole, kreatywna postawa, ocena jakości wykonanej dokumentacji, ocena elementów składowych projektu oraz jego formy końcowej, odpowiedź ustna
seminarium	prezentacja seminaryjna, aktywność – udział w dyskusji, ocena przygotowania prezentacji, udział w dyskusjach problemowych, aktywność na zajęciach seminaryjnych, ocena jakości prezentacji multimedialnych, ocena prezentacji, aktywność w dyskusji, przestrzeganie harmonogramu, ocena prezentacji podsumowujących oraz opracowania pisemnego, dyskusja
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## **6 Zakres egzaminu dyplomowego**

### **Zagadnienia specjalnościowe**

1. Cechy i realizacja transakcji w rozproszonych bazach danych
2. Metody wspomaganie decyzji w systemach ekspertowych
3. Obiektowy model danych – podstawowe własności i różnice w stosunku do modelu relacyjnego, przykłady zastosowań
4. Rola i metody diagnostyki w systemach przemysłowych
5. Algorytmy wspomaganie decyzji
6. Algorytmy ewolucyjne – definicja, zastosowania i metody pokrewne
7. Rozmyte algorytmy sterowania
8. Problemy zarządzania zasobami w systemach informatycznych
9. Metody sterowania produkcją, magazynowaniem i transportem
10. Rodzaje i budowa sieci przemysłowych
11. Protokoły w sieciach przemysłowych
12. Narzędzia programowania systemów mobilnych

### **Zagadnienia kierunkowe**

1. Komputerowe modelowanie wielkości losowych
2. Podejście parametryczne i nieparametryczne w identyfikacji systemów
3. Zadania i metody optymalizacji nieliniowej
4. Optymalizacja globalna – cele i metody (techniki) optymalizacji
5. Postacie normalne odwzorowań, układów dynamicznych i układów sterowania
6. Sprzężenie zwrotne w układach liniowych i nieliniowych
7. Przykładowe sformułowania zadań sterowania optymalnego
8. Omówić narzędzia i metody rozwiązywania zadania sterowania optymalnego.

## **7 Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych modułach**

Brak wymagań

8 Plan studiów (załącznik nr 3. )

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

**SAMORZĄD STUDENCKI**

**Wydziału Elektroniki**

13.11.2020

Data

Michał Kalucyński

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki  
Prof. dr hab. inż. Zbigniew Smutnicki

# PLAN STUDIÓW

Załącznik nr 4 do ZW 8/2020

Załącznik nr 4 do Programu studiów

WYDZIAŁ: ELEKTRONIKI

KIERUNEK STUDIÓW: AUTOMATYKA I ROBOTYKA

POZIOM KSZTAŁCENIA: II stopień, studia magisterskie

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski

Uchwała Senatu PWr nr ..... z dnia ..... r.

Obowiązuje od roku akademickiego 2020/2021

# 1 Zestaw kursów i grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

Semestr 1

Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
2	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
3	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
4	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
5	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P(3)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P(3)	K
8	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
9	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P(2)	K
10	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
11	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P(3)	K
12	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P(2)	K
<b>Razem</b>			<b>10</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>285</b>	<b>810</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>18,5</b>					<b>P(14)</b>	

Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	8	3	1	1	345	900	30	23	20,5

## Semestr 2

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 30

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU12606S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR_U06	30	60	2		1	T	Z			P(2)	S
2	AREU00616W	Rozproszone i obiektowe bazy danych (GK)	1					S2ART_W01	15	45	3		1	T	Z				S
3	AREU00616P	Rozproszone i obiektowe bazy danych (GK)				1		S2ART_U01	15	45	0		1		Z			P(2)	S
4	AREU00615W	Diagnostyka procesów przemysłowych (GK)	2					S2ART_W02	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
5	AREU00615S	Diagnostyka procesów przemysłowych (GK)					2	S2ART_U02	30	60	0		1	T	Z				S
6	AREU17602W	Algorytmy wspomaganie decyzji (GK)	2					S2ART_W03	30	60	5	5	2	T	E(w)		DN		S
7	AREU17602P	Algorytmy wspomaganie decyzji (GK)				1		S2ART_U03	15	60	0		1	T	Z			P(2)	S
8	AREU17602S	Algorytmy wspomaganie decyzji (GK)					1	S2ART_U03	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
9	AREU00607W	Sterowanie produkcją, inagazynowaniem i transportem (GK)	2					S2ART_W05	30	60	4	4	1	T	E(w)		DN		S
10	AREU00607P	Sterowanie produkcją, magazynowaniem i transportem (GK)				2		S2ART_U05	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
11	AREU00608W	Sieci przemysłowe	2					S2ART_W04	30	90	3		1	T	Z				S
12	AREU00614W	Programowanie systemów mobilnych (GK)	2					S2ART_W01	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
13	AREU00614L	Programowanie systemów mobilnych (GK)			1			S2ART_U05	60	60	0		1	T	Z			P(2)	S
14	AREU00613P	Projekt przejściowy					3	S2ART_U05	45	150	5		3	T	Z			P(5)	S
<b>Razem</b>			<b>11</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>5</b>		<b>405</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>18</b>					<b>P(16)</b>	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
11	0	1	7	5	405	900	30	17	18

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy. K – kierunkowy. S – specjalnościowy<sup>7</sup>W – wybieralny. Ob – obowiązkowy

## Semestr 3

## Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			KO
2	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P(2)	KO
Razem			1	0	0	0	1		30	90	3	0	2					P(2)	

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00612S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR_U06	30	90	3		2	T	Z			P(3)	S
2	AREU17611*	Praca dyplomowa						K2AIR_U06 K2AIR_K02	150	450	15		6	T	Z			P	S
3	AREU00618W	Algorytmy ewolucyjne i rozmyte (GK)	2					S2ART_W03	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
4	AREU00618S	Algorytmy ewolucyjne i rozmyte (GK)					2	S2ART_U04	15	60	0		2	T	Z			P(2)	S
5	AREU00617W	Zarządzanie zasobami w systemach informatycznych i przemysłowych (GK)	2					S2ART_W01	30	60	5	5	1	T	Z		DN		S
6	AREU00617S	Zarządzanie zasobami w systemach informatycznych i przemysłowych (GK)					2	S2ART_U01	30	90	0		1	T	Z			P(2)	S
Razem			4	0	0	0	6		285	810	27	9	13					P(19)	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
5	0	0	0	7	315	900	30	9	15

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniani – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy



## 2 Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
AREU17602	1. Algorytmy wspomaganie decyzji	2
AREU00607	2. Sterowanie produkcją, magazynowaniem i transportem	2
AREU12004	1. Metody matematyczne automatyki i robotyki	1
AREU00005	2. Teoria sterowania	1

## 3 Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	8
2	8

Deficyt liczony jest z uwzględnieniem WSZYSTKICH kursów/grup kursów, również nietechnicznych. Deficyt po semestrze 2 dotyczy TYLKO kursów/grup kursów niezaliczonych w semestrze 1 (wszystkie kursy/grupy kursów z semestru 2 muszą być zaliczone).

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy. K – kierunkowy. S – specjalnościowy

<sup>7</sup>W – wybieralny. Ob – obowiązkowy

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego:

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

13.11.2020

Data

Michał Makowski

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki  
Czestaw Smutnicki  
prof. dr hab. inż. Czestaw Smutnicki

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek **Automatyka i Robotyka** Specjalność **Systemy informatyczne w automatyce (ASI)**

Profil **Ogólnoakademicki** Poziom studiów **II-gi** Forma studiów **Stacjonarne**

### 1 Opis

<p>1.1 Liczba semestrów: 3</p>	<p>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 90</p>
<p>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1035</p>	<p>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia):</p> <p>Kandydaci na studia magisterskie na kierunku Automatyka i Robotyka mogą rekrutować się po uzyskaniu co najmniej tytułu inżyniera na dopuszczonych kierunkach studiów, o których mowa jest w dokumencie „Warunki i tryb rekrutacji na studia wyższe w Politechnice Wrocławskiej” na dany rok akademicki.</p>
<p>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:</p> <p><b>Magister inżynier</b></p>	<p>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia</p> <p>Absolwent posiada dogłębną wiedzę i umiejętności z zakresu projektowania i konstrukcji układów i systemów automatyki, sterowania i oprogramowania urządzeń robotyki oraz systemów wspomaganie decyzji. Zna współczesne osiągnięcia techniki w tych dziedzinach. Uzyskuje gruntowną wiedzę potrzebną do analizy układów automatyki, sterowania mikroprocesorowego urządzeń przemysłowych oraz sterowania i oprogramowania robotów. Posiada umiejętność twórczego rozwiązywania złożonych (interdyscyplinarnych) problemów automatyki i robotyki. Jest przygotowany do pracy w instytucjach naukowo-badawczych, ośrodkach badawczo-rozwojowych oraz we wszystkich gałęziach przemysłu i przedsiębiorstwach wymagających specjalistów z zakresu zastosowań komputerów w automatyce i robotyce. Jest w stanie kształcić się ustawicznie.</p>

<p>1.7 <i>Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p>szkoła doktorska lub studia podyplomowe</p>	<p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p>Program studiów jest w pełni skorelowany z misją uczelni i strategią jej rozwoju przyjętą przez Senat dnia 21 marca 2013r. (Uchwała nr 127/7/2012- 2016 z późniejszymi zmianami (Uchwała nr 227/11/2012-2016 i Uchwała nr 759/34/2012-2016). Związki te są uwidocznione przykładowo w punkcie 3 Planu Rozwoju „Misja i Wizja Wydziału” oraz w punkcie 4 Planu Rozwoju „Modele Sektorowe”, gdzie sprecyzowano Model Kształcenia i Model Studiowania jak również Model Współpracy z Otoczeniem uwzględniający potrzeby rynku pracy oraz budowania sieci wpływów.</p>
---	--

## 2 Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 10, U (umiejętności) = 11, K (kompetencje) = 2, W + U + K = 23

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

nie dotyczy

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

nie dotyczy

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1) 50

2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)

nie dotyczy

2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Rynek pracy dla absolwentów studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka obejmuje obszar całego kraju, Regionu Dolnośląskiego i Wrocławia. Program studiowania na tym kierunku zawiera wszystkie najważniejsze potrzeby i wymagania rynku pracy dla automatyków, robotyków i specjalizowanych informatyków. Profil firm, które będą korzystać z kompetencji absolwentów tego kierunku, to przede wszystkim firmy integratorskie, usługowe i produkcyjne. W tym zakresie jest i będzie znaczące zapotrzebowanie na specjalistów z tytułem inżyniera, posiadających umiejętności integracji urządzeń i systemów automatyki, tworzenia oprogramowania dla sterowników PLC, PAC, systemów SCADA oraz systemów robotycznych, przeprowadzania uruchamiania i rozruchu systemów sterowania, lokalnego i zdalnego serwisu, nadzór nad pracującymi systemami sterowania produkcją. Również umiejętność projektowania szeroko rozumianych układów sterowania, systemów telemetrycznych i pomiarowych będzie na rynku pracy przyjęta

bardzo pozytywnie. Znacząco zwiększa się też ilość firm, które automatyzują budynki i domy inteligentne, a następnie te obiekty wymagają stałej opieki konserwatorskiej inżynierów automatyków. W Regionie Dolnośląskim prowadzi działalność znacząca ilość małych i średnich przedsiębiorstw oraz zakładów produkcyjnych, w których umiejętności inżynierskie znajdują i znajdują uznanie w okresie wielu następnych lat. O zapotrzebowaniu rynku pracy na absolwentów świadczy też umieszczenie automatyki i robotyki na liście kierunków zamawianych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK1) 57,5 ECTS**

**2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	2
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	2

**2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	40
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	16
Łączna liczba punktów ECTS	56

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O) 10 punktów ECTS**

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 60 punktów ECTS**

### 3 Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Proces dochodzenia do uzyskania zaplanowanych efektów uczenia się jest wieloetapowy i wieloaspektowy:

- Na etapie rekrutacji dąży się do przyjmowania tylko studentów z wysokim współczynnikiem rekrutacyjnym, tzn. dobrze przygotowanych na studiach I stopnia do podjęcia studiów na II stopniu.
- W czasie pierwszego roku studiów program nauczania przewiduje zdobycie rzetelnej wiedzy podstawowej (matematyka, fizyka, informatyka), co ułatwi osiągnięcie efektów nauczania w kolejnych latach.
- Kursy podstawowe i kursy pomocnicze są łączone w grupy kursów (ćwiczenia rachunkowe, laboratoryjne, projektowe), które pozwalają zweryfikować wiedzę studentów w zastosowaniach praktycznych.
- Dzięki dobremu wyposażeniu bibliotek oraz udostępnianiu studentom materiałów dydaktycznych przez prowadzących , istnieje możliwość wcześniejszego i systematycznego przygotowywania się do zajęć dydaktycznych.
- Wysoki poziom techniczny wyposażenia sal wykładowych oraz laboratoriów, ułatwia przyswajanie przez studentów wiedzy i umiejętności.

- Proces osiągania efektów uczenia się podlega ciągłej weryfikacji pozyskanej wiedzy i umiejętności na kursach pomocniczych, seminariach, kolokwiach, egzaminach (w tym na egzaminie dyplomowym).

## 4 Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1. Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt. ECTS):

liczba punktów ECTS: 5

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
2	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			KO
3	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P (2)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy. K – kierunkowy. S – specjalnościowy

#### 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

##### 4.1.2.1. Blok Matematyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>				<b>P(1)</b>		

##### 4.1.2.2. Blok Fizyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>					<b>P(0)</b>	

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



### 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

#### 4.1.3.1. Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe

liczba punktów ECTS: 23

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
2	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P (3)	K
3	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P (2)	K
4	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
5	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P (2)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P (3)	K
8	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
9	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P (3)	K
<b>Razem</b>			<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>240</b>	<b>690</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>16</b>					<b>P(13)</b>	

Razem (dla bloków kierunkowych):

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
8	4	3	1	0	240	690	23	23	16

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1. Blok Języki obce (min. 3 pkt ECTS):

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
0	4	0	0	0	60	90	3	0	2

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.2.2 Lista bloków specjalnościowych

##### 4.2.4.1. Blok Przedmioty specjalnościowe (min. 42 pkt ECTS):

liczba punktów ECTS: 42

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>4</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1	AREU15213W	Diagnostyka systemów (GK)	1					S2ASL.W05	15	45	3	3	1	T	Z			DN		S
2	AREU15213P	Diagnostyka systemów (GK)				1		S2ASL.U05	15	45	0		1	T	Z				P(1)	S
3	AREU00214W	Metody zarządzania systemami i sieciami komputerowymi (GK)	2					S2ASL.W01	30	60	3	3	1	T	Z			DN		S
4	AREU00214L	Metody zarządzania systemami i sieciami komputerowymi (GK)			1			S2ASL.U01	15	30	0		1	T	Z				P(1)	S
5	AREU00215W	Algorytmy ewolucyjne -teoria i praktyka (GK)	2					S2ASL.W02	30	60	4	4	1	T	Z			DN		S
6	AREU00215P	Algorytmy ewolucyjne -teoria i praktyka (GK)				1		S2ASL.U02	15	60	0		1	T	Z				P(2)	S
7	AREU00202W	Systemy i sieci kolejkowe (GK)	2					S2ASL.W01	30	60	4	4	1	T	E(w)			DN		S
8	AREU00202L	Systemy i sieci kolejkowe (GK)			2			S2ASL.U01	30	60	0		2	T	Z				P(2)	S
9	AREU00203W	Złożone systemy sterowania (GK)	2					S2ASL.W03	30	60	4	4	1	T	E(w)			DN		S
10	AREU00203P	Złożone systemy sterowania (GK)				2		S2ASL.U03	30	60	0		2	T	Z				P(2)	S
11	AREU00204W	Symulacja systemów dynamicznych (GK)	1					S2ASL.W03	15	30	4	4	1	T	Z			DN		S
12	AREU00204L	Symulacja systemów dynamicznych (GK)			2			S2ASL.U03	30	90	0		2	T	Z				P(3)	S
13	AREU00216P	Projekt przejściowy				3		S2ASL.U02	45	180	6		3	T	Z				P(6)	S
14	AREU12206S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR.U06	30	60	2		1	N	Z				P(2)	S
15	AREU17207W	Planowanie działań i ruchu robotów (GK)	2					S2ASL.W04	30	60	4		1	T	Z					S
16	AREU17207P	Planowanie działań i ruchu robotów (GK)				2		S2ASL.U04	30	60	0		2	T	Z				P(2)	S
17	AREU00208W	Wspomaganie decyzji i obliczenia neuronowe (GK)	2					S2ASL.W02	30	75	5	5	2	T	Z			DN		S
18	AREU00208L	Wspomaganie decyzji i obliczenia neuronowe (GK)			2			S2ASL.U02	30	75	0		3	T	Z				P(3)	S
19	AREU00209S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR.U06	30	90	3		2	T	Z				P(2)	S
<b>Razem</b>			<b>14</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>4</b>		<b>510</b>	<b>1260</b>	<b>42</b>	<b>27</b>	<b>29</b>						<b>P(26)</b>	

Razem dla bloków specjalnościowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
14	0	7	9	4	510	1260	42	27	29

### 4.3 Blok praktyk

nie dotyczy

### 4.4 Blok „praca dyplomowa”

<b>Typ pracy dyplomowej : magisterska</b>		
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	15 P(10)	AREU17210
<b>Charakter pracy dyplomowej : naukowo-badawczy</b>		
Liczba punktów ECTS BK <sup>1</sup>	7	

## 5 Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	zaliczenie ustne lub pisemne, kolokwium zaliczeniowe, kolokwium (test wyboru), egzamin, egzamin pisemny, odpowiedzi ustne, kartkówka, aktywność na wykładach, ocena z końcowego pisemnego sprawdzianu egzaminacyjnego, test
ćwiczenia	średnia ocen z prac kontrolnych, średnia ocen z prac domowych, ocena z pracy na zajęciach, ocena z testu końcowego
laboratorium	obserwacja przygotowania do zajęć laboratoryjnych i ich wykonywania, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, aktywność na zajęciach laboratoryjnych, ocena jakości raportu pisemnego z laboratorium, ocena aktywności i sprawności wykonania ćwiczenia bazująca na obserwacji jego przebiegu, ocena stopnia realizacji ćwiczeń w laboratorium, testy na platformie e-learningowej, odpowiedź ustna
projekt	analiza realizacji zadania projektowego, dokumentacja pisemna projektu, prezentacje założeń i rozwiązania końcowego, przedstawienie wyników realizacji projektu wraz z ich dyskusją i wnioskami, ocena przygotowania projektu, obrona projektu, udział w dyskusjach problemowych, ocena wykonanych zadań projektowych, ocena raportu pisemnego z projektu, ocena prezentacji kolejnych etapów realizacji projektu, przestrzegania harmonogramu, aktywność w zespole, kreatywna postawa, ocena jakości wykonanej dokumentacji, ocena elementów składowych projektu oraz jego formy końcowej, odpowiedź ustna
seminarium	prezentacja seminaryjna, aktywność – udział w dyskusji, ocena przygotowania prezentacji, udział w dyskusjach problemowych, aktywność na zajęciach seminaryjnych, ocena jakości prezentacji multimedialnych, ocena prezentacji, aktywność w dyskusji, przestrzegania harmonogramu, ocena prezentacji podsumowujących oraz opracowania pisemnego, dyskusja
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związaną/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy. K – kierunkowy. S – specjalnościowy

## **6 Zakres egzaminu dyplomowego**

### **Zagadnienia specjalnościowe**

1. Algorytmy rozdziału zasobów, równoważenia obciążeń, szeregowania, migracji, replikacji.
2. Obliczenia ewolucyjne i ich własności. Obszary zastosowań.
3. Modele kolejkowe i ich własności.
4. Metody dekompozycji i koordynacji złożonych zadań identyfikacji i sterowania.
5. Metody identyfikacji obiektów dynamicznych, niestandardowych regulatorów oraz doboru ich parametrów.
6. Zadania planowania działań i ruchu dla różnych klas robotów.
7. Obliczenia neuronowe i ich zastosowania.
8. Metody stosowane w diagnostyce procesów.
9. Algorytmy ewolucyjne w zadaniach optymalizacji wieloekstremalnej.
10. Weryfikacja działania układu regulacji drogą symulacji komputerowej, dobór regulatora i jego parametrów.
11. Zastosowanie sieci neuronowych w procesie modelowania, sterowania, rozpoznawania i optymalizacji.
12. Karty kontrolne.

### **Zagadnienia kierunkowe**

1. Komputerowe modelowanie wielkości losowych
2. Podejście parametryczne i nieparametryczne w identyfikacji systemów
3. Zadania i metody optymalizacji nieliniowej
4. Optymalizacja globalna – cele i metody (techniki) optymalizacji
5. Postacie normalne odwzorowań, układów dynamicznych i układów sterowania
6. Sprzężenie zwrotne w układach liniowych i nieliniowych
7. Przykładowe sformułowania zadań sterowania optymalnego
8. Omówić narzędzia i metody rozwiązywania zadania sterowania optymalnego.

## **7 Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych modułach**

Brak wymagań

8 Plan studiów (załącznik nr 3. )

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

13.11.2020

Data

Michał Malcewicz

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki

prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki

# PLAN STUDIÓW

Załącznik nr 4 do ZW 8/2020

Załącznik nr 4 do Programu studiów

WYDZIAŁ: ELEKTRONIKI

KIERUNEK STUDIÓW: AUTOMATYKA I ROBOTYKA

POZIOM KSZTAŁCENIA: II stopień, studia magisterskie

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Systemy informatyczne w automatyce (ASI)

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski

Uchwała Senatu PWr nr ..... z dnia ..... r.

Obowiązuje od roku akademickiego 2020/2021

# 1 Zestaw kursów i grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

Semestr 1

Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT001440W	Matematyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	KO
2	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
3	FLEU00001S	Komunikacja społeczna					1	K2AIR_U02 K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
4	AREU12004W	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)	2					K2AIR_W05	30	80	6	6	2	T	E(w)		DN		K
5	AREU12004C	Metody matematyczne automatyki i robotyki (GK)		2				K2AIR_U05	30	100	0		2	T	Z			P(3)	K
6	AREU15003W	Teoria i metody optymalizacji (GK)	2					K2AIR_W03	30	90	5	5	2	T	Z		DN		K
7	AREU15003P	Teoria i metody optymalizacji (GK)				1		K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P(3)	K
8	AREU17002W	Modelowanie i identyfikacja (GK)	2					K2AIR_W04	30	90	6	6	2	T	Z		DN		K
9	AREU17002L	Modelowanie i identyfikacja (GK)			2			K2AIR_U04	30	90	0		2	T	Z			P(2)	K
10	AREU00005W	Teoria sterowania (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
11	AREU00005C	Teoria sterowania (GK)		2				K2AIR_U03 K2AIR_U04	30	60	0		1	T	Z			P(3)	K
12	AREU00005L	Teoria sterowania (GK)			1			K2AIR_U03 K2AIR_U04	15	60	0		2	T	Z			P(2)	K
<b>Razem</b>			10	4	3	1	1		285	810	27	23	18,5					P(14)	

Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Język obcy I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			0	4	0	0	0		60	90	3	0	2					P(2)	

Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	8	3	1	1	345	900	30	23	20,5



## Semestr 2

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 30

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREU12206S	Seminarium specjalnościowe					2	K2AIR_U06	30	60	2		1	N	Z			P(2)	S
2	AREU00216P	Projekt przejściowy					3	S2ASI_U02	45	180	6		3	T	Z			P(6)	S
3	AREU00204W	Symulacja systemów dynamicznych (GK)	1					S2ASI_W03	15	30	4	4	1	T	Z		DN		S
4	AREU00204L	Symulacja systemów dynamicznych (GK)			2			S2ASI_U03	30	90	0		2	T	Z			P(3)	S
5	AREU00203W	Złożone systemy sterowania (GK)	2					S2ASI_W03	30	60	4	4	1	T	E(w)		DN		S
6	AREU00203P	Złożone systemy sterowania (GK)				2		S2ASI_U03	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
7	AREU00202W	Systemy i sieci kolejkowe (GK)	2					S2ASI_W01	30	60	4	4	1	T	E(w)		DN		S
8	AREU00202L	Systemy i sieci kolejkowe (GK)			2			S2ASI_U01	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
9	AREJ00215W	Algorytmy ewolucyjne -teoria i praktyka (GK)	2					S2ASI_W02	30	60	4	4	1	T	Z		DN		S
10	AREJ00215P	Algorytmy ewolucyjne -teoria i praktyka (GK)				1		S2ASI_U02	15	60	0		1	T	Z			P(2)	S
11	AREJ00214W	Metody zarządzania systemami i sieciami komputerowymi (GK)	2					S2ASI_W01	30	60	3	3	1	T	Z		DN		S
12	AREJ00214L	Metody zarządzania systemami i sieciami komputerowymi (GK)			1			S2ASI_U01	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
13	AREJ15213W	Diagnostyka systemów (GK)	1					S2ASI_W05	15	45	3	3	1	T	Z		DN		S
14	AREJ15213P	Diagnostyka systemów (GK)				1		S2ASI_U05	15	45	0		1	T	Z			P(1)	S
<b>Razem</b>			<b>10</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>2</b>		<b>360</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>19</b>				<b>P(19)</b>		

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	0	5	7	2	360	900	30	22	19

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c. l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

## Semestr 3

## Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1	ZMZ000387W	Przedsiębiorczość (GK)	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O				KO
2	ZMZ000387S	Przedsiębiorczość (GK)					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O			P (2)	KO
Razem			1	0	0	0	1		30	90	3	0	2						P(2)	

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1	AREU00209S	Seminarium dyplomowe					2	K2AIR_U06	30	90	3		2	T	Z				P(2)	S
2	AREU17210*	Praca dyplomowa						K2AIR_U06 K2AIR_K02	150	450	15		6	T	Z				P (12)	S
3	AREU00208W	Wspomaganie decyzji i obliczenia neuronowe (GK)	2					S2ASLW02	30	75	5	5	2	T	Z		DN			S
4	AREU00208L	Wspomaganie decyzji i obliczenia neuronowe (GK)			2			S2ASLU02	30	75	0		3	T	Z				P(3)	S
5	AREU17207W	Planowanie działań i ruchu robotów (GK)	2					S2ASLW04	30	60	4		1	T	Z					S
6	AREU17207P	Planowanie działań i ruchu robotów (GK)					2	S2ASLU04	30	60	0		2	T	Z				P(2)	S
Razem			4	0	2	2	2		300	810	27	5	16						P(19)	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
5	0	2	2	3	330	900	30	5	18

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego; PD – podstawowy; K – kierunkowy; S – specjalnościowy<sup>7</sup>W – wybieralny; Ob – obowiązkowy

## 2 Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
AREU00203	1. Złożone systemy sterowania	2
AREU00202	2. Systemy i sieci kolejkowe	2
AREU12004	1. Metody matematyczne automatyki i robotyki	1
AREU00005	2. Teoria sterowania	1

## 3 Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	8
2	8

Deficyt liczony jest z uwzględnieniem WSZYSTKICH kursów/grup kursów, również nietechnicznych. Deficyt po semestrze 2 dotyczy TYLKO kursów/grup kursów niezaliczonych w semestrze 1 (wszystkie kursy/grupy kursów z semestru 2 muszą być zaliczone).

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego. PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

<sup>7</sup>W – wybieralny. Ob – obowiązkowy

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego:

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

13.11.2020

Data

Michał Makuciewicz

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki

prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek **Automatyka i Robotyka** Specjalność **Embedded Robotics (AER)**

Profil **Ogólnoakademicki** Poziom studiów **II-gi** Forma studiów **Stacjonarne**

### 1 Opis

<p>1.1 Liczba semestrów: 3</p>	<p>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 90</p>
<p>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1050</p>	<p>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia:  Kandydaci na studia magisterskie na kierunku Automatyka i Robotyka mogą rekrutować się po uzyskaniu co najmniej tytułu inżyniera na dopuszczonych kierunkach studiów, o których mowa jest w dokumencie „Warunki i tryb rekrutacji na studia wyższe w Politechnice Wrocławskiej” na dany rok akademicki.</p>
<p>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:  <b>Magister inżynier</b></p>	<p>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia  Absolwenci studiów drugiego stopnia specjalizacji Embedded Robotics zdobywają wiedzę na temat zasad, metod oraz algorytmów inżynierii komputerowej i robotyki. Absolwenci posiadają przygotowanie do pracy w zakresie analizy, projektowania i budowy systemów sterowania i robotyki. Specjalistyczna wiedza absolwentów Embedded Robotics obejmuje metody sterowania, metody planowania ruchu i działań robotów. Specjalistyczne umiejętności tych absolwentów dotyczą projektowania robotów oraz systemów robotycznych i zrobotyzowanych, a także sterowników robotów, systemów napędowych, systemów percepcji środowiska, interfejsów człowiek-robot, oraz różnych typów układów elektronicznych. Absolwenci są również przygotowani do kreatywnej działalności inżynierskiej w dziedzinie robotyki przemysłowej oraz serwisowej, a także pracy naukowej i badawczej, w tym studiów trzeciego stopnia (doktorskich). Studia w języku angielskim zapewniają absolwentom dodatkowe kompetencje dzięki dogłębnemu poznaniu terminologii, literatury, jak również atutu w postaci napisanej w języku angielskim pracy magisterskiej.</p>

<p>1.7 <i>Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p>szkoła doktorska lub studia podyplomowe</p>	<p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p>Program studiów jest w pełni skorelowany z misją uczelni i strategią jej rozwoju przyjętą przez Senat dnia 21 marca 2013r. (Uchwała nr 127/7/2012- 2016 z późniejszymi zmianami (Uchwała nr 227/11/2012-2016 i Uchwała nr 759/34/2012-2016). Związki te są uwidocznione przykładowo w punkcie 3 Planu Rozwoju „Misja i Wizja Wydziału” oraz w punkcie 4 Planu Rozwoju „Modele Sektorowe”, gdzie sprecyzowano Model Kształcenia i Model Studiowania jak również Model Współpracy z Otoczeniem uwzględniający potrzeby rynku pracy oraz budowania sieci wpływów.</p>
---	--

## 2 Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 10, U (umiejętności) = 11, K (kompetencje) = 2, W + U + K = 23

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

nie dotyczy

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

nie dotyczy

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1) 74

2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.1)

nie dotyczy

2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Rynek pracy dla absolwentów studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka obejmuje obszar całego kraju, Regionu Dolnośląskiego i Wrocławia. Program studiowania na tym kierunku zawiera wszystkie najważniejsze potrzeby i wymagania rynku pracy dla automatyków, robotyków i specjalizowanych informatyków. Profil firm, które będą korzystać z kompetencji absolwentów tego kierunku, to przede wszystkim firmy integratorskie, usługowe i produkcyjne. W tym zakresie jest i będzie znaczące zapotrzebowanie na specjalistów z tytułem inżyniera, posiadających umiejętności integracji urządzeń i systemów automatyki, tworzenia oprogramowania dla sterowników PLC, PAC, systemów SCADA oraz systemów robotycznych, przeprowadzania uruchamiania i rozruchu systemów sterowania, lokalnego i zdalnego serwisu, nadzór nad pracującymi systemami sterowania produkcją. Również umiejętność projektowania szeroko rozumianych układów sterowania, systemów telemetrycznych i pomiarowych będzie na rynku pracy przyjęta

bardzo pozytywnie. Znacząco zwiększa się też ilość firm, które automatyzują budynki i domy inteligentne, a następnie te obiekty wymagają stałej opieki konserwatorskiej inżynierów automatyków. W Regionie Dolnośląskim prowadzi działalność znacząca ilość małych i średnich przedsiębiorstw oraz zakładów produkcyjnych, w których umiejętności inżynierskie znajdują i znajdują uznanie w okresie wielu następnych lat. O zapotrzebowaniu rynku pracy na absolwentów świadczy też umieszczenie automatyki i robotyki na liście kierunków zamawianych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK1) 59,5 ECTS**

**2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	4
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	4

**2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	35,5
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	15,5
Łączna liczba punktów ECTS	51

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczeniowych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O) 0 punktów ECTS**

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 54 punktów ECTS**

### **3 Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:**

Proces dochodzenia do uzyskania zaplanowanych efektów uczenia się jest wieloetapowy i wieloaspektowy:

- Na etapie rekrutacji dąży się do przyjmowania tylko studentów z wysokim współczynnikiem rekrutacyjnym, tzn. dobrze przygotowanych na studiach I stopnia do podjęcia studiów na II stopniu.
- W czasie pierwszego roku studiów program nauczania przewiduje zdobycie rzetelnej wiedzy podstawowej (matematyka, fizyka, informatyka), co ułatwi osiągnięcie efektów nauczania w kolejnych latach.
- Kursy podstawowe i kursy pomocnicze są łączone w grupy kursów (ćwiczenia rachunkowe, laboratoryjne, projektowe), które pozwalają zweryfikować wiedzę studentów w zastosowaniach praktycznych.
- Dzięki dobremu wyposażeniu bibliotek oraz udostępnianiu studentom materiałów dydaktycznych przez prowadzących , istnieje możliwość wcześniejszego i systematycznego przygotowywania się do zajęć dydaktycznych.
- Wysoki poziom techniczny wyposażenia sal wykładowych oraz laboratoriów, ułatwia przyswajanie przez studentów wiedzy i umiejętności.

- Proces osiągnięcia efektów uczenia się podlega ciągłej weryfikacji pozyskanej wiedzy i umiejętności na kursach pomocniczych, seminariach, kolokwiach, egzaminach (w tym na egzaminie dyplomowym).



## 4 Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1. Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt. ECTS): liczba punktów ECTS: 5

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FLEA00002S	Social Comm.					1	K2AIR_K01	15	60	2		1	T	Z	O			KO
2	ZMZ000387W	Entrepreneurship	1					K2AIR_W02	15	30	3		1	T	Z	O			PD
3	ZMZ000387S	Entrepreneurship					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>P(1)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
1	0	0	0	2	45	150	5	0	3

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

##### 4.1.2.1. Blok Matematyka liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREA00006W	Applied Logic ( <b>GK</b> )	1					K2AIR_W01	15	30	3		3	T	Z				S
2	AREA00006C	Applied Logic ( <b>GK</b> )		1				K2AIR_U01	15	60	0		0	T	Z			P(1)	S
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>30</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>					<b>P(1)</b>	

##### 4.1.2.2. Blok Fizyka liczba punktów ECTS: 1

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>					<b>P(0)</b>	

#### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>120</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>3,5</b>

<sup>1</sup>BU - liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna - T, zdalna - Z

<sup>3</sup>Egzamin - E, zaliczenie na ocenę - Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany - O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową - DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny - P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD - podstawowy, K - kierunkowy, S - specjalnościowy

### 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

#### 4.1.3.1. Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe

liczba punktów ECTS: 19

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREA00007W	Control Theory (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
2	AREA00007C	Control Theory (GK)		2				K2AIR_U03	30	60	0		2	T	Z			P(2)	K
3	AREA00007L	Control Theory (GK)			1			K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P(2)	K
4	AREA17002W	Mathematical Methods of Automation and Robotics (GK)	2					K2AIR_W05	30	60	5	5	2	T	E(w)		DN		K
5	AREA17002C	Mathematical Methods of Automation and Robotics (GK)		2				K2AIR_U05	30	90			3	T	Z			P(3)	K
6	AREA15004W	Modeling and Identification (GK)	2					K2AIR_W04	30	75	5	5	1	T	Z		DN		K
7	AREA15004L	Modeling and Identification (GK)			2			K2AIR_U04	30	75	0		2	T	Z			P (2)	K
8	AREA00118W	Theory and Methods of Optimization (GK)	1					K2AIR_W03	15	45	3	3	1	T	Z		DN		S
9	AREA00118C	Theory and Methods of Optimization (GK)		1				K2AIR_U03	15	45	0		1	T	Z			P (1)	S
<b>Razem</b>			<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>225</b>	<b>570</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>15</b>					<b>P(10)</b>	

Razem (dla bloków kierunkowych):

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>225</b>	<b>570</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>15</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1. Blok Języki obce (min. 3 pkt ECTS): liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Foreign language I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
2		Foreign language (or Polish) II		3				K2AIR_U01	45	60	2		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>					<b>P(2)</b>	

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.2.2 Lista bloków specjalnościowych

##### 4.2.4.1. Blok Przedmioty specjalnościowe (min. 42 pkt ECTS):

liczba punktów ECTS: 44

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREA00116W	Embedded Systems (GK)	2					S2AER_W02	30	60	5	5	1	T	Z		DN		S
2	AREA00116L	Embedded Systems (GK)			2			S2AER_U02	30	60	0		1	T	Z			P (1,5)	S
3	AREA00106W	Artificial Intelligence and Machine Learning (GK)	2					S2AER_W03	30	60	5	5	2	T	Z		DN		S
4	AREA00106P	Artificial Intelligence and Machine Learning (GK)				2		S2AER_U03	30	60	0		3	T	Z			P(3)	S
5	AREA00103W	Robotic Programming Environments (GK)	1					S2AER_W05	15	30	4		0,5	T	Z				S
6	AREA00103L	Robotic Programming Environments (GK)			2			S2AER_U05	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
7	AREA17105W	Event-based control (GK)	2					S2AER_W05	30	60	5	5	1	T	E(w)		DN		S
8	AREA17105P	Event-based control (GK)				2		S2AER_U05	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
9	AREA00117W	Sensors and Actuators (GK)	1					S2AER_W02	15	30	3	3	1	T	Z		DN		S
10	AREA00117L	Sensors and Actuators (GK)			1			S2AER_U02	15	30	0		2	T	Z			P(2)	S
11	AREA00121W	Control Theory for Embedded Systems (GK)	1					S2AER_W01	15	30	3	3	1	T	E(w)		DN		S
12	AREA00121L	Control Theory for Embedded Systems (GK)			1			S2AER_U01	15	30	0		1	T	Z			P(1,5)	S
13	AREA00122W	Mobile Robotics 1 (GK)	1					S2AER_W04	15	30	2	2	1	T	Z		DN		S
14	AREA00122L	Mobile Robotics 1 (GK)			1			S2AER_U04	15	30	0		1	T	Z			P (1)	S
15	AREA17107P	Intermediate Project				2		S2AER_U01	30	60	3	3	1,5	T	Z		DN	P(2)	S
16	AREA00108S	Specialization Seminar					2	K2AIR_U06	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P (2)	S
17	AREA00123L	Mobile Robotics 2 (GK)			1			S2AER_U04	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P (1)	S
18	AREA00124W	Advanced Robot Control (GK)	1					S2AER_W01	15	30	2	2	1	T	Z		DN		S
19	AREA00124L	Advanced Robot Control (GK)			1			S2AER_U01	15	30	0		1	T	Z			P (1)	S
20	AREA00113W	Task and Motion Planning (GK)	2					S2AER_W04	30	60	3	3	1	T	Z		DN		S
21	AREA00113S	Task and Motion Planning (GK)					1	S2AER_U04	15	30	0		0,5	T	Z			P (1)	S
22	AREA00120W	Social Robots (GK)	1					S2AER_W03	15	30	3	3	0,5	T	Z		DN		S
23	AREA00120L	Social Robots (GK)			1			S2AER_U03	15	30	0		1,5	T	Z			P(2)	S
24	AREA00109S	Diploma seminar					2	K2AIR_U06	30	60	3	3	1,5	T	Z		DN	P (3)	S
<b>Razem</b>			<b>14</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>5</b>		<b>525</b>	<b>1050</b>	<b>44</b>	<b>40</b>	<b>30</b>					<b>P(25)</b>	

#### Razem dla bloków specjalnościowych:

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
14	0	10	6	5	525	1050	44	40	30

### 4.3 Blok praktyk

nie dotyczy

### 4.4 Blok „praca dyplomowa”

<b>Typ pracy dyplomowej : magisterska</b>		
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	15 P(10)	AREA15110
<b>Charakter pracy dyplomowej : naukowo-badawczy</b>		
Liczba punktów ECTS BK <sup>1</sup>	7	

## 5 Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	zaliczenie ustne lub pisemne, kolokwium zaliczeniowe, kolokwium (test wyboru), egzamin, egzamin pisemny, odpowiedzi ustne, kartkówka, aktywność na wykładach, ocena z końcowego pisemnego sprawdzianu egzaminacyjnego, test
ćwiczenia	średnia ocen z prac kontrolnych, średnia ocen z prac domowych, ocena z pracy na zajęciach, ocena z testu końcowego
laboratorium	obserwacja przygotowania do zajęć laboratoryjnych i ich wykonywania, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, aktywność na zajęciach laboratoryjnych, ocena jakości raportu pisemnego z laboratorium, ocena aktywności i sprawności wykonania ćwiczenia bazująca na obserwacji jego przebiegu, ocena stopnia realizacji ćwiczeń w laboratorium, testy na platformie e-learningowej, odpowiedź ustna
projekt	analiza realizacji zadania projektowego, dokumentacja pisemna projektu, prezentacje założeń i rozwiązania końcowego, przedstawienie wyników realizacji projektu wraz z ich dyskusją i wnioskami, ocena przygotowania projektu, obrona projektu, udział w dyskusjach problemowych, ocena wykonanych zadań projektowych, ocena raportu pisemnego z projektu, ocena prezentacji kolejnych etapów realizacji projektu, przestrzegania harmonogramu, aktywność w zespole, kreatywna postawa, ocena jakości wykonanej dokumentacji, ocena elementów składowych projektu oraz jego formy końcowej, odpowiedź ustna
seminarium	prezentacja seminaryjna, aktywność – udział w dyskusji, ocena przygotowania prezentacji, udział w dyskusjach problemowych, aktywność na zajęciach seminaryjnych, ocena jakości prezentacji multimedialnych, ocena prezentacji, aktywność w dyskusji, przestrzegania harmonogramu, ocena prezentacji podsumowujących oraz opracowania pisemnego, dyskusja
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 6 Zakres egzaminu dyplomowego

### Zagadnienia specjalnościowe

1. Robotic programming frameworks - distributed system design.
2. Formalisms for modeling Discrete Event Systems.
3. Event-driven control. Concept, problems, application examples.
4. Programming environments, debugging tools and techniques used for embedded systems.
5. Describe microcontroller peripherals useful in embedded systems for robots.
6. Methods for mobile robot localization and mapping.
7. Present two selected methods of motion planning usable in low and high dimensional state spaces.
8. Design issues unique to socially interactive robots.
9. Probabilistic knowledge representation and methods for making decisions.
10. Inductive machine learning algorithms.
11. Accelerometers and gyroscopes: types and principles of operation.
12. Robustness of adaptive control systems, deployment of formally described control strategies to embedded controllers through automatic code generation

### Zagadnienia kierunkowe

1. Computer modeling of random variables.
2. Parametric and non-parametric approach to system identification.
3. Goals, tasks, and methods of optimization.
4. Use of modal logic (LTL) and Büchi automata in automatic verification.
5. Normal forms of representations of dynamic systems and control systems.
6. The feedback in linear and nonlinear systems.
7. Pole placement, linear quadratic and H-infinity control problems.
8. Discuss the tools and methods of solving the problem of optimal control.

## 7 Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych modułach

Brak wymagań

8 Plan studiów (załącznik nr 3. )

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

13.11.2020

Data

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

Michał Makucsiak

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan

Wydziału Elektroniki

prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki



# PLAN STUDIÓW

Załącznik nr 4 do ZW 8/2020

Załącznik nr 4 do Programu studiów

WYDZIAŁ: ELEKTRONIKI

KIERUNEK STUDIÓW: AUTOMATYKA I ROBOTYKA

POZIOM KSZTAŁCENIA: II stopień, studia magisterskie

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Embedded Robotics (AER)

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: angielski

Uchwała Senatu PWr nr ..... z dnia ..... r.

Obowiązuje od roku akademickiego 2020/2021

# 1 Zestaw kursów i grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS: 27

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
			1	FLEA00002S	Social Comm.						1	K2AIR_K01	15			60	2		1
2	FZP004901W	Fizyka	1					K2AIR_W01	15	30	1		0,5	T	Z	O			PD
3	AREA00106W	Artificial Intelligence and Machine Learning (GK)	2					S2AER_W03	30	60	5	5	2	T	Z		DN		S
4	AREA00106P	Artificial Intelligence and Machine Learning (GK)				2		S2AER_U03	30	60	0		3	T	Z			P(3)	S
5	AREA00116W	Embedded Systems (GK)	2					S2AER_W02	30	60	5	5	1	T	Z		DN		S
6	AREA00116L	Embedded Systems (GK)			2			S2AER_U02	30	60	0		1	T	Z			P	S
7	AREA00006W	Applied Logic (GK)	1					K2AIR_W01	15	30	3		3	T	Z			(1,5)	S
8	AREA00006C	Applied Logic (GK)		1				K2AIR_U01	15	60	0		0	T	Z			P(1)	S
9	AREA17002W	Mathematical Methods of Automation and Robotics (GK)	2					K2AIR_W05	30	60	5	5	2	T	E(w)		DN		K
10	AREA17002C	Mathematical Methods of Automation and Robotics (GK)		2				K2AIR_U05	30	90			3	T	Z			P(3)	K
11	AREA00007W	Control Theory (GK)	2					K2AIR_W03	30	60	6	6	2	T	E(w)		DN		K
12	AREA00007C	Control Theory (GK)		2				K2AIR_U03	30	60	0		2	T	Z			P(2)	K
13	AREA00007L	Control Theory (GK)			1			K2AIR_U03	15	60	0		1	T	Z			P(2)	K
<b>Razem</b>			10	5	3	2	1		315	750	27	21	21,5					P(2)	K
																		P(12,5)	

### Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 3

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
			1		Foreign language (or Polish) II		3					K2AIR_U01	45			60	2		1
2		Foreign language I		1				K2AIR_U01	15	30	1		1	T	Z	O		P(1)	PD
<b>Razem</b>			0	4	0	0	0		60	90	3	0	2					P(2)	

### Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10	9	3	2	1	375	840	30	21	23,5

## Semestr 2

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 30

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	AREA00108S	Specialization Seminar					2	K2AIR.U06	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P (2)	S
2	AREA17107P	Intermediate Project				2		S2AER.U01	30	60	3	3	1,5	T	Z		DN	P(2)	S
3	AREA00122W	Mobile Robotics 1 (GK)	1					S2AER.W04	15	30	2	2	1	T	Z		DN		S
4	AREA00122L	Mobile Robotics 1 (GK)			1			S2AER.U04	15	30	0		1	T	Z			P (1)	S
5	AREA00121W	Control Theory for Embedded Systems (GK)	1					S2AER.W01	15	30	3	3	1	T	E(w)		DN		S
6	AREA00121L	Control Theory for Embedded Systems (GK)			1			S2AER.U01	15	30	0		1	T	Z			P(1,5)	S
7	AREA00117W	Sensors and Actuators (GK)	1					S2AER.W02	15	30	3	3	1	T	Z		DN		S
8	AREA00117L	Sensors and Actuators (GK)			1			S2AER.U02	15	30	0		2	T	Z			P(2)	S
9	AREA17105W	Event-based control (GK)	2					S2AER.W05	30	60	5	5	1	T	E(w)		DN		S
10	AREA17105P	Event-based control (GK)				2		S2AER.U05	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
11	AREA00103W	Robotic Programming Environments (GK)	1					S2AER.W05	15	30	4		0,5	T	Z				S
12	AREA00103L	Robotic Programming Environments (GK)			2			S2AER.U05	30	60	0		2	T	Z			P(2)	S
13	AREA00118W	Theory and Methods of Optimization (GK)	1					K2AIR.W03	15	45	3	3	1	T	Z		DN		S
14	AREA00118C	Theory and Methods of Optimization (GK)		1				K2AIR.U03	15	45	0		1	T	Z			P (1)	S
15	AREA15004W	Modeling and Identification (GK)	2					K2AIR.W04	30	75	5	5	1	T	Z		DN		K
16	AREA15004L	Modeling and Identification (GK)			2			K2AIR.U04	30	75	0		2	T	Z			P (2)	K
Razem			9	1	7	4	2		345	750	30	26	20					P(15,5)	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
9	1	7	4	2	345	750	30	26	20

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

## Semestr 3

## Kursy/grupy kursów wybieralne

liczba punktów ECTS: 30

Lp	Kod kursu /grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
			1	ZMZO00387W	Entrepreneurship	1													T
2	ZMZO00387S	Entrepreneurship					1	K2AIR_K02	15	60	0		1	T	Z	O		P(1)	PD
3	AREA00109S	Diploma seminar					2	K2AIR_U06	30	60	3	3	1,5	T	Z		DN	P(3)	S
4	AREA15110*	Master Thesis						K2AIR_U07 K2AIR_K03	150	360	15	15	6	T	Z		DN	P (12)	S
5	AREA00120W	Social Robots (GK)	1					S2AER_W03	15	30	3	3	0,5	T	Z		DN		S
6	AREA00120L	Social Robots (GK)			1			S2AER_U03	15	30	0		1,5	T	Z			P(2)	S
7	AREA00113W	Task and Motion Planning (GK)	2					S2AER_W04	30	60	3	3	1	T	Z		DN		S
8	AREA00113S	Task and Motion Planning (GK)					1	S2AER_U04	15	30	0		0,5	T	Z			P(1)	S
9	AREA00124W	Advanced Robot Control (GK)	1					S2AER_W01	15	30	2	2	1	T	Z		DN		S
10	AREA00124L	Advanced Robot Control (GK)			1			S2AER_U01	15	30	0		1	T	Z			P(1)	S
11	AREA00123L	Mobile Robotics 2 (GK)			1			S2AER_U04	15	30	1	1	1	T	Z		DN	P(1)	S
<b>Razem</b>			<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>4</b>		<b>330</b>	<b>750</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>16</b>					<b>P(21)</b>	

## Razem w semestrze

Całkowita liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
5	0	3	0	4	330	750	30	27	16

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>6</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

## 2 Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
AREA00121	1. Control Theory for Embedded Systems	2
AREA17105	2. Event-based control	2
AREA17002	1. Mathematical Methods of Automation and Robotics	1
AREA00007	2. Control Theory	1

## 3 Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	8
2	8

Deficyt liczony jest z uwzględnieniem WSZYSTKICH kursów/grup kursów, również nietechnicznych. Deficyt po semestrze 2 dotyczy TYLKO kursów/grup kursów niezaliczonych w semestrze 1 (wszystkie kursy/grupy kursów z semestru 2 muszą być zaliczone).

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego:

SAMORZĄD STUDENCKI

Wydziału Elektroniki

13.11.2020

Data

Mihai Mărușevici

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

13.11.2020

Data

Podpis Dziekana

Dziekan  
Wydziału Elektroniki

prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki

# **Karty przedmiotów kierunkowych i specjalnościowych**

## **Kierunek Automatyka i Robotyka Studia Stacjonarne II stopnia**

obowiązujące studentów rozpoczynających studia

w roku akademickim 2020/2021

# Spis treści

<b>1</b>	<b>KURSY KIERUNKOWE</b>	<b>5</b>
1.1	AREU00005 Teoria sterowania . . . . .	6
1.2	AREU17002 Modelowanie i identyfikacja . . . . .	11
1.3	AREU15003 Teoria i metody optymalizacji . . . . .	15
1.4	AREU12004 Metody matematyczne automatyki i robotyki . . . . .	19
1.5	FZP4901 Fizyka . . . . .	24
1.6	MAT001440 Matematyka . . . . .	27
<b>2</b>	<b>Kursy specjalnościowe Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>	<b>30</b>
2.1	AREU00425 Internet rzeczy . . . . .	31
2.2	AREU12418 Ekonomia dla inżynierów . . . . .	35
2.3	AREU00420 Projektowanie systemów sterowania . . . . .	39
2.4	AREU00402 Komputerowe systemy sterowania . . . . .	43
2.5	AREU00421 Optymalizacja dyskretnych procesów produkcyjnych . . . . .	48
2.6	AREU00405 Laboratorium konstrukcji urządzeń automatyki . . . . .	52
2.7	AREU00406 Projekt przejściowy . . . . .	56
2.8	ARES12406 Algorytmy ewolucyjne . . . . .	61
2.9	AREU00422 Rozproszone systemy automatyki . . . . .	65
2.10	AREU00410 Obliczenia neuronowe . . . . .	69
2.11	AREU12407 Seminarium specjalnościowe . . . . .	72
2.12	AREU00411 Seminarium dyplomowe . . . . .	75
<b>3</b>	<b>Kursy specjalnościowe Robotyka (ARR)</b>	<b>78</b>
3.1	AREU00113 Projekt specjalnościowy 2 . . . . .	79
3.2	AREU00120 Systemy sterowania robotów . . . . .	82
3.3	AREU00102 Sterowanie adaptacyjne i odporne . . . . .	85
3.4	AREU00103 Systemy zdarzeniowe . . . . .	91
3.5	AREU00121 Metody sztucznej inteligencji . . . . .	95
3.6	AREU00118 Rozproszone systemy sterowania . . . . .	99
3.7	AREU00119 Algorytmy robotyki mobilnej . . . . .	102
3.8	AREU00122 Uczenie maszynowe . . . . .	106
3.9	AREU00115 Roboty społeczne . . . . .	109
3.10	AREU00123 Planowanie ruchu robotów . . . . .	113
3.11	AREU00112 Metody rozpoznawania sceny . . . . .	117
3.12	AREU12106 Seminarium specjalnościowe . . . . .	120
3.13	AREU00110 Seminarium dyplomowe . . . . .	123
<b>4</b>	<b>Kursy specjalnościowe Komputerowe systemy zarządzania procesami przemysłowymi (ARS)</b>	<b>126</b>
4.1	AREU17313 Wykład monograficzny . . . . .	127
4.2	AREU00307 Sterowanie produkcją . . . . .	130
4.3	AREU00316 Elastyczne systemy montażowe . . . . .	133



4.4	AREU00317 Diagnostyka procesów . . . . .	137
4.5	AREU00302 Oprogramowanie systemów zarządzania . . . . .	141
4.6	AREU00318 Sieci neuronowe i systemy rozmyte . . . . .	145
4.7	AREU00320 Projekt przejściowy . . . . .	149
4.8	AREU00303 Metody probabilistyczne w zarządzaniu . . . . .	152
4.9	AREU17308 Sztuczna inteligencja i systemy ewolucyjne . . . . .	156
4.10	AREU00309 Komputerowe wspomaganie obliczeń i prac inżynierskich . . . . .	160
4.11	AREU12306 Seminarium specjalnościowe . . . . .	163
4.12	AREU00310 Seminarium dyplomowe . . . . .	166
<b>5</b>	<b>Kursy specjalnościowe Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>	<b>169</b>
5.1	AREU00613 Projekt przejściowy . . . . .	170
5.2	AREU00614 Programowanie systemów mobilnych . . . . .	174
5.3	AREU00608 Sieci przemysłowe . . . . .	179
5.4	AREU00607 Sterowanie produkcją, magazynowaniem i transportem . . . . .	183
5.5	AREU17602 Algorytmy wspomagania decyzji . . . . .	188
5.6	AREU00615 Diagnostyka procesów przemysłowych . . . . .	192
5.7	AREU00616 Rozproszone i obiektowe bazy danych . . . . .	196
5.8	AREU00617 Zarządzanie zasobami w systemach informatycznych i przemysłowych . . . . .	200
5.9	AREU00618 Algorytmy ewolucyjne i rozmyte . . . . .	204
5.10	AREU12606 Seminarium specjalnościowe . . . . .	208
5.11	AREU00612 Seminarium dyplomowe . . . . .	211
<b>6</b>	<b>Kursy specjalnościowe Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>	<b>214</b>
6.1	AREU15213 Diagnostyka systemów . . . . .	215
6.2	AREU00214 Metody zarządzania systemami i sieciami komputerowymi . . . . .	218
6.3	AREU00215 Algorytmy ewolucyjne -teoria i praktyka . . . . .	222
6.4	AREU00202 Systemy i sieci kolejkowe . . . . .	226
6.5	AREU00203 Złożone systemy sterowania . . . . .	230
6.6	AREU00204 Symulacja systemów dynamicznych . . . . .	233
6.7	AREU00216 Projekt przejściowy . . . . .	237
6.8	AREU17207 Planowanie działań i ruchu robotów . . . . .	240
6.9	AREU00208 Wspomaganie decyzji i obliczenia neuronowe . . . . .	243
6.10	AREU12206 Seminarium specjalnościowe . . . . .	247
6.11	AREU00209 Seminarium dyplomowe . . . . .	250
<b>7</b>	<b>Kursy specjalnościowe Przemysł 4.0 (ARP)</b>	<b>253</b>
7.1	AREU00709 Projekt przejściowy . . . . .	254
7.2	AREU00707 Systemy wizyjne w diagnostyce procesów . . . . .	257
7.3	AREU00708 Sieci neuronowe i systemy rozmyte . . . . .	261
7.4	AREU00702 Optymalizacja planowania produkcji . . . . .	265
7.5	AREU00704 Uczenie i widzenie maszynowe . . . . .	269
7.6	AREU00703 DCS Automatyzacja procesów ciągłych . . . . .	273

7.7	AREU00701 Smart Factory . . . . .	277
7.8	AREU00705 Roboty transportowe . . . . .	281
7.9	AREU00706 Współpraca robotów w Przemysle 4.0 . . . . .	284
7.10	AREU00710 Seminarium specjalnościowe . . . . .	287
7.11	AREU00711 Seminarium dyplomowe . . . . .	290
<b>8</b>	<b>Kursy specjalnościowe Embedded Robotics (AER)</b>	<b>293</b>
8.1	AREA00116 Systemy wbudowane . . . . .	294
8.2	AREA00006 Logika stosowana . . . . .	297
8.3	AREU00007 Teoria sterowania . . . . .	300
8.4	AREA17107 Projekt przejściowy . . . . .	305
8.5	AREA17105 Sterowanie zdarzeniowe . . . . .	308
8.6	AREA17002 Metody matematyczne automatyki i robotyki . . . . .	312
8.7	AREA15004 Modelowanie i identyfikacja . . . . .	316
8.8	AREA00124 Zaawansowane sterowanie robotami . . . . .	320
8.9	AREA00123 Robotyka mobilna 2 . . . . .	324
8.10	AREA00122 Robotyka mobilna 1 . . . . .	327
8.11	AREA00121 Teoria sterowania dla systemów wbudowanych . . . . .	330
8.12	AREA00120 Roboty społeczne . . . . .	334
8.13	AREA00118 Teoria i metody optymalizacji . . . . .	338
8.14	AREA00117 Sensory i siłowniki . . . . .	342
8.15	AREA00116 Systemy wbudowane . . . . .	345
8.16	AREA00113 Planowanie zadań i ruchu . . . . .	348
8.17	AREA00109 Seminarium dyplomowe . . . . .	352
8.18	AREA00108 Seminarium specjalnościowe . . . . .	355
8.19	AREA00106 Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe . . . . .	358
8.20	AREA00103 Robotyczne środowiska programistyczne . . . . .	362

## **1 KURSY KIERUNKOWE**

# **KURSY KIERUNKOWE**

## 1.1 AREU00005 Teoria sterowania

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Teoria sterowania</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Control theory</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Przedmiot kierunkowy</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00005</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60	60		
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	6	0	0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2	1	2		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu modelowania układów sterowania w przestrzeni stanu.
- C2 Nabycie umiejętności oceny przebiegów procesów sterowania w przestrzeni stanu.
- C3 Nabycie wiedzy z zakresu kryteriów sterowalności i obserwowalności układów sterowania.
- C4 Nabycie umiejętności projektowania obserwatorów stanu.
- C5 Nabycie wiedzy z zakresu metod badania stabilności nieliniowych układów sterowania.
- C6 Nabycie umiejętności projektowania stabilnych układów sterowania ze sprzężeniem zwrotnym.
- C7 Nabycie wiedzy z zakresu metod sterowania optymalnego procesami dynamicznymi.
- C8 Nabycie umiejętności posługiwania się efektywnymi algorytmami sterowania optymalnego z wykorzystaniem zaawansowanych procedur numerycznych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna zasady modelowania procesów sterowania w przestrzeni stanu
- PEK\_W02 – zna metody oceny przebiegów procesów sterowania w przestrzeni stanu
- PEK\_W03 – zna kryteria sterowalności i obserwowalności liniowych układów sterowania
- PEK\_W04 – zna metody syntezy tożsamościowych i zredukowanych obserwatorów stanu
- PEK\_W05 – ma wiedzę z zakresu metod badania stabilności nieliniowych układów sterowania
- PEK\_W06 – zna metody syntezy układów sterowania o zadanych własnościach dynamicznych
- PEK\_W07 – zna metody sterowania optymalnego nieliniowymi układami sterowania
- PEK\_W08 – zna metody syntezy optymalnego regulatora stanu
- PEK\_W09 – ma wiedzę z zakresu modelowania i optymalizacji złożonych układów sterowania

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi projektować stabilne układy sterowania ze sprzężeniem zwrotnym
- PEK\_U02 - potrafi projektować tożsamościowy i zredukowany obserwator stanu układów sterowania
- PEK\_U03 – potrafi syntezywać optymalne regulatory stanu
- PEK\_U04 – potrafi stosować metody symulacji komputerowej do oceny przebiegów w układach sterowania
- PEK\_U05– potrafi stosować algorytmy optymalizacji lokalnej i globalnej do zadań sterowania optymalnego procesami dynamicznymi
- PEK\_U06 – potrafi definiować modele złożonych układów sterowania i projektować algorytmy sterowania nimi

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Opisy matematyczne układów sterowania w przestrzeni stanu. Układy z czasem ciągłym i dyskretnym. Deskryptorowe modele układów sterowania.	2
Wy - 2,3	Kryteria sterowalności i obserwowalności liniowych układów sterowania w postaci bazowej i diagonalnej. Badanie struktury liniowych układów sterowania. Rozkład Kalmana.	4
Wy4	Bezpośrednia metoda Lapunowa badania stabilności nieliniowych układów sterowania. Stabilizowalność układów sterowania.	2

Wy5	Pośrednia metoda Lapunowa badania stabilności nieliniowych układów sterowania. Równanie Lapunowa.	2
Wy6	Synteza układów sterowania o zadanych własnościach dynamicznych. Przesuwanie położenia wartości własnych macierzy stanu.	2
Wy7	Obserwatory stanu w warunkach deterministycznych i stochastycznych.	2
Wy8	Modele niepewności układów dynamicznych i sterowanie adaptacyjne.	2
Wy9	Zasada optymalności Bellmana. Synteza zamkniętego układu sterowania optymalnego metodą programowania dynamicznego.	2
Wy10	Zasada maksimum Pontriagina. Układ równań kanonicznych z mieszanymi warunkami dwugranicznymi.	2
Wy11	Synteza optymalnego regulatora stanu. Równanie Riccatiego.	2
Wy12	Zastosowanie algorytmów sekwencyjnego programowania kwadratowego do rozwiązywania problemów sterowania optymalnego z ograniczeniami.	2
W - y13,14	Modelowanie układów sterowania o parametrach rozłożonych.	4
Wy15	Modelowanie złożonych układów sterowania. Sterowanie wielopoziomowe. Metoda dekompozycji parametrycznej.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Przykłady opisów układów sterowania w przestrzeni stanu Cz I	2
Ćw2	Przykłady opisów układów sterowania w przestrzeni stanu Cz II	2
Ćw3	Badanie sterowalności i obserwowalności liniowych układów sterowania. Cz I	2
Ćw4	Badanie sterowalności i obserwowalności liniowych układów sterowania. Cz II	2
Ćw5	Badanie stabilności nieliniowych układów sterowania w układzie otwartym i zamkniętym cz I	2
Ćw6	Badanie stabilności nieliniowych układów sterowania w układzie otwartym i zamkniętym cz II	2
Ćw7	Przykłady syntezy układów sterowania o zadanych własnościach dynamicznych cz I	2
Ćw8	Przykłady syntezy układów sterowania o zadanych własnościach dynamicznych cz II	2
Ćw 9	Przykłady syntezy obserwatorów stanu układów sterowania. Cz I	2
Ćw 10	Przykłady syntezy obserwatorów stanu układów sterowania. Cz II	2
Ćw 11	Przykłady syntezy optymalnego regulatora stanu. Cz I	2
Ćw 12	Przykłady syntezy optymalnego regulatora stanu. Cz II	2
Ćw 13	Przykłady wyznaczania sterowań optymalnych dla nieliniowych układów sterowania o parametrach skupionych i rozłożonych. Cz I	3
Ćw 14	Przykłady wyznaczania sterowań optymalnych dla nieliniowych układów sterowania o parametrach skupionych i rozłożonych. Cz II	3
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie.	1

La2	Modelowanie układów sterowania w przestrzeni stanu. Statyka i dynamika procesów sterowania.	2
La3	Synteza tożsamościowych i zredukowanych obserwatorów stanu.	2
La3	Wyznaczanie obszaru stabilności lokalnej nieliniowych układów sterowania metodą symulacji komputerowej.	2
La4	Wyznaczanie czasowo optymalnego sterowania stabilizującego dla oscylatora bez tłumienia i z tłumieniem.	2
La5	Zastosowanie metody gradientu różnicowego do optymalizacji cyklicznych procesów sterowania.	2
La6	Zastosowanie metody symulacyjnego wyżarzania do wspinaczkowej optymalizacji nieliniowych procesów sterowania.	2
La7	Zastosowanie metody przesuwanej funkcji kary do optymalizacji nieliniowych procesów sterowania z ograniczeniami równościowymi i nierównościami.	2
	Suma godzin	15

#### 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 doksztalcanie się i przygotowanie do kolokwium.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U05	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawdziany
F2	PEK_W01 - PEK_W09 PEK_K01 - PEK_K02	Egzamin pisemno - ustny

$P=0.4 \cdot F1 + 0.6 \cdot F2$ . Konieczne jest uzyskanie oceny pozytywnej z każdej formy zajęć realizowanych w ramach przedmiotu. Wzór na uzyskanie oceny z przedmiotu jest średnią ważoną ujmującą oceny ze wszystkich form realizowanych w ramach przedmiotu.

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. Kaczorek T., Dzieliński A., Dąbrowski W., Łopatka R., Podstawy teorii sterowania, WNT, Warszawa, 2005
2. Kaczorek T., Teoria sterowania i systemów, PWN, Warszawa 1996
3. Kaczorek T., Teoria sterowania, PWN, Warszawa, t.1,1977, t.2,1981
4. Górecki H., Optymalizacja systemów dynamicznych, PWN, Warszawa, 1993
5. Zabczyk J., Zarys matematycznej teorii sterowania, PWN, 1991
6. Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki A., Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji, PWN, 1980
7. Pełczewski W., Teoria sterowania, WNT, Warszawa, 1980
8. Douglas J.M., Dynamika i sterowanie procesów, t.1 i 2, WNT, Warszawa, 1976.
9. Pułaczewski J., Szacka K., Manitiusz A., Zasady automatyki, WNT, Warszawa, 1974
10. Kaczorek T., Teoria układów regulacji automatycznej, WNT, 1974
11. Ogata K., Metody przestrzeni stanów w teorii sterowania, WNT, Warszawa, 1974
12. Luenberger D.G., Teoria optymalizacji, PWN, Warszawa, 1974
13. Strona internetowa:
14. <http://krystyn.styczen.staff.iiar.pwr.wroc.pl/>
15. <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. Ström 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
8. Czasopisma:
9. Automatica
10. IEEE Transactions on Automatic Control

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

Prof. Ewaryst Rafałowicz



## 1.2 AREU17002 Modelowanie i identyfikacja

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Modelowanie i identyfikacja</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Modeling and identification</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Przedmiot kierunkowy</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU17002</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	6		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2		2		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### 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 UCZENIA SIĘ

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:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Generacja liczb losowych metodą odwracania dystrybuanty	2
Wy2	Generacja liczb losowych metodą odrzucania	2
Wy3	Podstawy estymacji, metody oceny estymatora, twierdzenia graniczne, typy zbieżności probabilistycznej. Metody parametryczne i nieparametryczne.	2
Wy4	Nieparametryczna estymacja dystrybuanty	2
Wy5	Nieparametryczna estymacja funkcji gęstości prawdopodobieństwa	2
Wy6	Estymacja funkcji regresji – metoda jądrowa.	2
Wy7	Estymacja funkcji regresji – metoda ortogonalna.	2
Wy8	Identyfikacja liniowych obiektów dynamicznych. Metoda najmniejszych kwadratów - synteza.	2
Wy9	Metoda najmniejszych kwadratów – własności.	2

Wy10	Metoda najmniejszych kwadratów –wersja rekurencyjna.	2
Wy11	Przejsie procesu losowego przez obiekt dynamiczny. Analiza korelacyjna procesów. Wybielanie. Estymator Gaussa - Markova.	2
Wy12	Metoda zmiennych instrumentalnych.	2
Wy13	Procedury obliczeniowe najmniejszych kwadratów, rozkład spektralny, LU oraz SVD	2
Wy14	Systemy Hammersteina i Wienera	2
Wy15	Podsumowanie, repetytorium	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Generacja liczb losowych – metoda odwracania dystrybucyj	2
La2	Generacja liczb losowych – metoda odrzucania	2
La3	Podstawy estymacji, metody oceny estymatora, twierdzenia graniczne, średnia i mediana z próby i ich własności	2
La4	Nieparametryczna estymacja dystrybucyj	2
La5	Nieparametryczna estymacja funkcji gęstości prawdopodobieństwa	2
La6	Estymacja funkcji regresji. Metoda jądrowa	2
La7	Estymacja funkcji regresji. Metoda ortogonalna	2
La8	Identyfikacja liniowych obiektów dynamicznych. Metoda najmniejszych kwadratów	2
La9	Metoda najmniejszych kwadratów – wersja rekurencyjna	2
La10	Analiza korelacyjna procesów losowych, wybielanie. Estymator Gaussa - Markova	2
La11	Metoda zmiennych instrumentalnych	2
La12	Procedury obliczeniowe, rozkład spektralny, LU oraz SVD	2
La13	Systemy Hammersteina	2
La14	Systemy Wienera	2
La15	Podsumowanie, zaliczenia	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem rzutnika
N2 Ćwiczenia laboratoryjne
N3 Konsultacje
N4 Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych, opracowywanie wyników, sprawozdania
N5 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U04	Sprawdziany pisemne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawozdania z ćwiczeń,
F2	PEK_W01 - PEK_W05	Kolokwium zaliczeniowe
P = 0,5*F2 + 0,5 *F1, przy warunku koniecznym F1,F2>2.0		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Gajek, Kaluszka — "Wnioskowanie statystyczne dla studentów", WNT, Warszawa</li> <li>Greblicki, Pawlak — „Nonlinear system identification”, Cambridge 2008.</li> <li>Kielbasiński, Schwetlick — "Numeryczna algebra liniowa — wprowadzenie do obliczeń zautomatyzowanych"</li> <li>Kincaid, Cheney — "Analiza numeryczna", WNT Warszawa, 2006.</li> <li>Ljung "System Identification - Theory For the User"</li> <li>Nahorski, Mańczak — "Komputerowa identyfikacja obiektów dynamicznych"</li> <li>Söderström, Stoica — "Identyfikacja systemów"</li> <li>Niederlinski — "Systemy komputerowe automatyki przemysłowej"</li> <li>publikacje pracowników Pracowni Sterowania i Optymalizacji na stronie internetowej <a href="http://diuna.ict.pwr.wroc.pl">http://diuna.ict.pwr.wroc.pl</a></li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Magiera — "Modele i metody statystyki matematycznej", wyd. GiS, Wrocław, 2002.</li> <li>Stanisz — "Przystępny kurs statystyki w oparciu o pakiet STATISTICA"</li> <li>Klonecki — "Statystyka matematyczna dla inżynierów"</li> <li>Krysicki, Włodarski — "Statystyka matematyczna"</li> <li>Jakubowski, Stencel — "Wstęp do teorii prawdopodobieństwa", wyd. Script, Warszawa, 2004.</li> <li>Trybuła — "Statystyka matematyczna z elementami teorii decyzji", Ofic. Wyd. PWr., 2002.</li> <li>Fisz — "Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna"</li> <li>Feller — "Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa"</li> <li>Chow, Teicher — "Probability theory"</li> <li>Strang — "Introduction to linear algebra"</li> <li>Hamman, Deistler — "The statistical theory of linear systems"</li> <li>Greblicki — "Podstawy automatyki"</li> <li>Lysakowska, Mzyk — "Komputerowa symulacja układów automatycznej regulacji w środowisku Matlab/Simulink"</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
prof. dr hab. inż. Zygmunt Hasiewicz, 71 320 25 49, <a href="mailto:zygmunt.hasiewicz@pwr.edu.pl">zygmunt.hasiewicz@pwr.edu.pl</a>

### 1.3 AREU15003 Teoria i metody optymalizacji

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Teoria i metody optymalizacji</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Control theory</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Przedmiot kierunkowy</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU15003</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90			60	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2			1	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstawowych elementów teorii optymalizacji
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu analitycznych metod optymalizacji wraz z 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 implementacji algorytmów optymalizacji lokalnej i globalnej dla zagadnień optymalizacji statycznej oraz zadań dyskretnych w wybranym języku programowania
- C5 Nabycie umiejętności wykorzystywania procedur standardowych do rozwiązania praktycznych zadań optymalizacji.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

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 rozwiązania zadań optymalizacji statycznej bez ograniczeń i z ograniczeniami
- PEK\_U02 – potrafi zaimplementować algorytmy rozwiązania dokładne i przybliżone do wybranych zagadnień optymalizacji ciągłej i dyskretniej w wybranym języku progra - mowania
- PEK\_U03 – potrafi wykorzystać standardowe procedury do rozwiązania zadania optymalizacji i dobrać odpowiednie parametry dla wybranych metod optymalizacji
- PEK\_U04 – potrafi wyznaczyć rozwiązanie zadania optymalizacji i je zinterpretować dla wybranego modelu z zakresu automatyki i robotyki.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### 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	Własności. Warunki optymalności.	2
Wy4	Zadanie programowania liniowego PL. Interpretacja graficzna.	2
Wy5	Uogólniony algorytm simpleks, warunek dopuszczalności i optymalności zadania programowania liniowego. Teoria dualności.	2
Wy6	Dwufazowy algorytm simpleks, dualny algorytm simpleks. Teoria dualności.	2
Wy7	Metody optymalizacji dla zadania programowania całkowitoliczbowe - go (metoda podziału i ograniczeń, metoda odcięć ).	2
Wy8	Warunki optymalności dla zadania programowania nieliniowego z ograniczeniami – warunki Kuhn’a - Tucker’a - Karusch’a – przykłady.	2
Wy9	Warunki regularności, metoda Lagrange’a - przykłady.	2

Wy10	Algorytmy optymalizacji lokalnej – dla zadań optymalizacji bez ograniczeń: metody poszukiwań prostych, metody bezgradientowe i metody gradientowe.	2
Wy11	Algorytmy optymalizacji dla zadań optymalizacji z ograniczeniami.	2
Wy12	Algorytmy optymalizacji globalnej – przegląd metod meta - heurystycznych poszukiwań lokalnych i populacyjnych.	2
Wy13	Rozwiązanie praktycznego zadania optymalizacji: przegląd standardowych procedur. Przykłady.	2
Wy14	Zadanie optymalizacji wielokryterialnej - Optymalność w sensie Pareto . Algorytmy wielokryterialne.	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Ustalenie tematu i celu projektu ( np. Rozwiązanie praktycznego zadania optymalizacji z zastosowaniem ustalonego algorytmu optymalizacji w wybranym języku programowania). Przydział ról w projekcie.	2
Pr2	Zapoznanie się z modelem matematycznym zadania optymalizacji. Analiza dostępnych metod i wybór wersji algorytmu i środowiska programistycznego. Wstępny przydział zadań.	4
Pr3	Opracowanie założeń projektowych. Harmonogram prac. Realizacja indywidualnego zadania projektowego z wykorzystaniem dostępnego środowiska programistycznego – dobór niezbędnych parametrów.	4
Pr4	Prezentacja wyników opracowanego projektu, dyskusja problemowa. Testowanie wybranego algorytmu dla zadania optymalizacji, określonego w projekcie. Weryfikacja projektu.	2
Pr5	Przedstawienie ostatecznej dokumentacji projektu w formie pisemnej wraz z niezbędnymi zdokumentowanymi obliczeniami.	3
	Suma godzin	15

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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Aktywność na wykładach. Zaliczenie sprawdzianów pisemnych. Konsultacje

F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04	Ocena jakości wykonanego projektu oraz ocena dokumentacji projektowej
P=0.5*F1+0.5*F2. Konieczne jest uzyskanie pozytywnej oceny z każdej formy w ramach przedmiotu.		

#### 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 - Tułeczka 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. Witt R.: Programowanie matematyczne, WNT, Warszawa, 1989.
4. Boyd S., Vanderberghe L.: Convex optimization, [bv\\_cvxbook.pdf](#), 2008.
5. Michalewicz Z.: algorytmy genetyczne+struktury danych=programy ewolucyjne, PWN, Warszawa, 1999.
6. Wierzchoń S.T., Sztuczne systemy immunologiczne, Wyd. EXIT, Warszawa, 2001.
7. M. Brdyś, A. Ruszczyński, Metody optymalizacji w zadaniach, WNT, Warszawa 1985.

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

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



## 1.4 AREU12004 Metody matematyczne automatyki i robotyki

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Metody matematyczne automatyki i robotyki</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Mathematical methods of automation and robotics</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Przedmiot kierunkowy</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU12004</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	80	100			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	6	0			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2	2			

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Zna podstawowe pojęcia i metody analizy matematycznej i algebry. Zna pojęcia i metody mechaniki analitycznej i robotyki. Posiada znajomość elementów teorii układów dynamicznych i teorii sterowania.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy o wybranych metodach matematycznych współczesnej automatyki i robotyki
- C2 Zapoznanie się z paradygmatem transformacji i równoważności
- C3 Zdobycie wiedzy na temat własności i równoważności funkcji
- C4 Zdobycie wiedzy o własnościach i równoważności układów dynamicznych
- C5 Zdobycie wiedzy na temat własności i równoważności układów sterowania przez sprzężenie zwrotne
- C6 Zdobycie wiedzy na temat syntezy algorytmów sterowania układów linearyzowalnych, odsprzęgalnych i różniczkowo - płaskich
- C7 Zdobycie wiedzy na temat wykorzystania postaci normalnych do syntezy algorytmów sterowania

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna filary analizy nieliniowej: twierdzenie o funkcji odwrotnej, twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności trajektorii układu dynamicznego, twierdzenie Frobeniusa i twierdzenie o odwzorowaniach zwięzających
- PEK\_W02 – zna pojęcie równoważności funkcji i postaci normalnych
- PEK\_W03 – zna pojęcie i własności układu dynamicznego
- PEK\_W04 – zna definicję równoważności układów dynamicznych i podstawowe twierdzenia o równoważności
- PEK\_W05 – zna pojęcie i własności afinicznego układu sterowania
- PEK\_W06 – zna pojęcie równoważności układów sterowania przez sprzężenie zwrotne
- PEK\_W07 – zna metody syntezy algorytmów sterowania przy wykorzystaniu linearyzacji lub odsprzęgania przez statyczne sprzężenie zwrotne
- PEK\_W08 – zna metody syntezy algorytmów sterowania przy wykorzystaniu linearyzacji przez dynamiczne sprzężenie zwrotne
- PEK\_W09 – zna pojęcie układu różniczkowo - płaskiego i jego znaczenie dla syntezy algorytmów sterowania
- PEK\_W10 – zna zastosowanie postaci normalnych do syntezy algorytmów sterowania

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi posługiwać się filarami analizy nieliniowej
- PEK\_U02 – potrafi skorzystać z twierdzenia o funkcji uwikłanej w kontekście kinematyki manipulatorów
- PEK\_U03 – potrafi skorzystać z twierdzeń o immersjach, submersjach i funkcjach Morse’a, rozumie pojęcie osobliwości kinematyki manipulatorów
- PEK\_U04 – potrafi zbadać własności układów dynamicznych
- PEK\_U05 – potrafi skorzystać z twierdzeń o równoważności układów dynamicznych, rozumie ich związek z I Metodą Lapunowa
- PEK\_U06 – potrafi posługiwać się nawiasem Liego jako narzędziem analizy nieliniowych układów sterowania
- PEK\_U07 – potrafi skorzystać z twierdzeń o linearyzacji i odsprzęganiu przez sprzężenie zwrotne, rozumie znaczenie tych metod dla sterowania manipulatorem
- PEK\_U08 – potrafi wykorzystać własność różniczkowej płaskości przy sterowaniu robotem mobilnym
- PEK\_U09 – potrafi wykorzystać postacie normalne do syntezy algorytmów sterowania robotów
- PEK\_U10 – potrafi zastosować poznane metody matematyczne do syntezy algorytmów sterowania różnych układów automatyki i robotyki

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy  
 PEK\_K02 – potrafi oceniać argumenty, racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia z wykorzystaniem wiedzy przedmiotowej  
 PEK\_K03 – rozumie znaczenie metod matematycznych w automatyce i robotyce

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Funkcje gładkie, twierdzenie o funkcji odwrotnej, dyfeomorfizm	2
Wy2	Algorytm Newtona	2
Wy3	Twierdzenie o funkcji uwikłanej	2
Wy4	Równoważność funkcji, postaci normalne	2
Wy5	Układ dynamiczny, twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności, twierdzenie o odwzorowaniach zwięzających	2
Wy6	Stabilność układów dynamicznych	2
Wy7	Równoważność układów dynamicznych, twierdzenia o linearyzacji	2
Wy8	Afiniczny układ sterowania, nawias Liego, dystrybucje	2
Wy9	Całkowalność dystrybucji: twierdzenie Frobeniusa	2
Wy10	Równoważność przez sprzężenie zwrotne	2
Wy11	Linearyzacja przez statyczne sprzężenie zwrotne	2
Wy12	Odsprzęganie we/wy, dynamika zerowa	2
Wy13	Linearyzacja przez dynamiczne sprzężenie zwrotne	2
Wy14	Różniczkowa płaskość	2
Wy15	Nieliniowe postaci normalne	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Równoważność liniowych układów sterowania: postać kanoniczna Brunowskiego	2
Ćw2	Normy macierzowe	2
Ćw3	Twierdzenie o funkcji odwrotnej i funkcji uwikłanej	2
Ćw4	Immersje, submersje, funkcje Morse'a	2
Ćw5	Równoważność układów dynamicznych	2
Ćw6	Badanie stabilności układów dynamicznych	2
Ćw7	Układy gradientowe i hamiltonowskie	2
Ćw8	Układy sterowania: definicja i własności nawiasu Liego	2
Ćw9	Równoważność przez sprzężenie zwrotne i linearyzacja	2
Ćw10 - 11	Badanie warunków linearyzacji, równania równoważności	4
Ćw12	Stopień różniczkowy wyjścia, odsprzęganie we/wy, dynamika zerowa	2
Ćw13	Badanie różniczkowej płaskości	2
Ćw14	Nieliniowe postaci normalne	2
Ćw15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1 Wykład tradycyjny
- N2 Ćwiczenia obliczeniowe
- N3 Konsultacje
- N4 Praca własna – rozwiązywanie przykładowych zadań
- N5 Praca własna – samodzielne studia literaturowe

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W10,	egzamin
F2	PEK_W01 - PEK_W10, PEK_U01 - PEK_U10,	aktywność na ćwiczeniach, kolokwium

$P=0.4 \cdot F1 + 0.6 \cdot F2$ , Uwaga: warunkiem koniecznym dopuszczenia do egzaminu (F1) jest uzyskanie oceny co najmniej dst w ramach F2.

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. K. Tchoń, R. Muszyński: „Metody matematyczne automatyki i robotyki: Notatki do wykładów”, Projekt Azon, Wrocław, 2017
2. M. Golubitsky, V. Guillemin: „Stable Mappings and Their Singularities”, Springer - Verlag, New York, 1974
3. R. Abraham, J. E. Marsden, T. Ratiu: „Manifolds, Tensor Analysis, and Applications”, Springer - Verlag, New York, 1988
4. V. I. Arnold: „Geometrical Methods in the Theory of Ordinary Differential Equations”, Springer - Verlag, New York, 1983
5. S. S. Sastry: „Nonlinear Systems”, Springer - Verlag, New York, 1999
6. A. M. Bloch: „Nonholonomic Mechanics and Control”, Springer - Verlag, New York, 2003
7. H. Nijmeijer, A. J. van der Schaft: „Nonlinear Dynamical Control Systems”, Springer - Verlag, New York, 1990
8. H. Sira - Ramirez, S. K. Agrawal: „Differentially Flat Systems”, Marcel Dekker, New York, 2004

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. Ph. Hartman: „Ordinary Differential Equations”, J. Wiley, New York, 1964
2. H. K. Khalil: „Nonlinear Systems”, Prentice - Hall, New Jersey, 2000
3. R. Murray, Z. Li, S. S. Sastry: „A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation”, CRC Press, Boca Raton, 1994
4. A. Isidori: „Nonlinear Control Systems”, Springer - Verlag, New York, 1995
5. V. Jurdjevic: „Geometric Control Theory”, Cambridge Univ.Press, Cambridge, 1997
6. J. Levine: „Analysis and Control of Nonlinear Systems: A Flatness - based Approach”, Springer - Verlag, Berlin, 2009

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

Krzysztof Tchoń, krzysztof.tchon@pwr.edu.pl
---

## 1.5 FZP4901 Fizyka

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Fizyka</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Physics</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność:
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>FZP4901</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5				

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

C1 Zdobyć wiedzę w zakresie wybranych, fundamentalnych praw fizyki współczesnej koniecznej do zrozumienia zjawisk fizycznych w obrębie studiowanej dyscypliny naukowej.

C2 Zrozumienie potrzeby samokształcenia.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna i rozumie na czym polega dualizm korpuskularno-falowy światła i materii

PEU\_W02 zna i rozumie postulaty i podstawowy formalizm mechaniki kwantowej

PEU\_W03 zna i rozumie sens fizyczny równania Schrödingera i funkcji falowej

PEU\_W04 zna i rozumie sens fizyczny rozwiązania równania Schrödingera dla atomu wodoru i atomów wieloelektronowych

PEU\_W05 zna i rozumie idee opisu kwantowego układów wieloatomowych, w szczególności strukturę pasmową kryształów

PEU\_W06 zna i rozumie oraz jest świadomy wpływu statystyk kwantowych na właściwości materii

PEU\_W07 zna i rozumie jak na gruncie modelu pasmowego ciał stałych można wyjaśnić właściwości elektro-optyczne ciał stałych

PEU\_W08 zna i rozumie zasadę działania nowoczesnych wybranych urządzeń półprzewodnikowych

Z zakresu umiejętności:

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Dualizm korpuskularno - falowy światła i materii. Prawo Plancka. Postulat de Broglie'a.	2
Wy2	Postulaty i elementy formalizmu mechaniki kwantowej. Funkcja falowa. Zasada nieoznaczoności Heisenberga.	2
Wy3	Równanie Schrödingera i jego zastosowanie (studnia potencjału, układy studni, efekt tunelowy). Skaningowy mikroskop tunelowy.	2
Wy4	Atom wodoru. Liczby kwantowe. Spin. Atom wieloelektronowy. Widmo absorpcji i emisji.	2
Wy5	Układy wieloatomowe, typy wiązań międzyatomowych. Struktura krystaliczna ciał stałych. Model pasmowy ciał stałych.	2
Wy6	Statystyki kwantowe: Fermiego-Diraca i Bose-Einsteina.	2
Wy7	Właściwości elektro-optyczne metali, izolatorów i półprzewodników w obrazie struktury pasmowej.	2
Wy8	Wybrane nowoczesne przyrządy półprzewodnikowe (ogniwo słoneczne, fotodiody, laser półprzewodnikowy).	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi uzupełniony demonstracjami zjawisk fizycznych.
- N2 E-materiały do wykładu umieszczone w Internecie.
- N3 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.
- N4 Praca własna – przygotowanie do testu końcowego

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04, PEK_W05, PEK_W06, PEK_W07, PEK_W08, PEK_K01, PEK_K02	aktywność na wykładzie : odpowiedź ustna oraz testy
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04, PEK_W05, PEK_W06, PEK_W07, PEK_W08, PEK_K01, PEK_K02	test końcowy
P = F2 z uwzględnieniem F1		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. Materiały do wykładu (pliki PPT), dostępne poprzez internet: [www.if.pwr.wroc.pl/~popko](http://www.if.pwr.wroc.pl/~popko)
2. J. Orear, Fizyka, tom 2., WNT, Warszawa 2008.
3. K.Sieranski, J.Szatkowski Fizyka. Wzory i Prawa z Objasneniami cz.III, Scripta 2008

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

1. Paul A. Tipler Fizyka Współczesna; PWN, Warszawa 2011
2. R R. A. Serway, Physics for Scientists and Engineers, 8th Ed., Brooks/Cole, Belmont 2009; Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, 8th Ed., Brooks/Cole, Belmont 2009

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

Paweł Scharoch, e-mail: [pawel.scharoch@pwr.edu.pl](mailto:pawel.scharoch@pwr.edu.pl)  
 prof. dr hab. inż. Paweł Machnikowski; [Pawel.Machnikowski@pwr.edu.pl](mailto:Pawel.Machnikowski@pwr.edu.pl)



## 1.6 MAT001440 Matematyka

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Matematyka</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Mathematics</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność:
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>MAT001440</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5				

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowitego funkcji jednej zmiennej.</li><li>2. Znajomość własności i zastosowań liczb zespolonych oraz macierzy.</li><li>3. Znajomość teorii i zastosowań szeregów liczbowych oraz szeregów potęgowych.</li><li>4. Znajomość teorii zmiennych losowych i ich rozkładów prawdopodobieństwa.</li></ol>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstawowych pojęć, twierdzeń, metod i zastosowań dotyczących przestrzeni liniowych oraz przekształceń liniowych w przestrzeniach wektorowych.
- C2 Poznanie podstawowych pojęć, twierdzeń i metod dotyczących przestrzeni Banacha oraz przestrzeni Hilberta.
- C3 Poznanie podstawowych pojęć i twierdzeń dotyczących teorii miary i całki Lebesgue'a.
- C4 Stosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w technice.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna podstawowe pojęcia i własności przestrzeni liniowych i przekształceń liniowych.

PEU\_W02 zna podstawowe pojęcia i własności iloczynu skalarnego, przestrzeni Banacha i Hilberta.

PEU\_W03 zna podstawowe fakty z teorii miary oraz konstrukcję całki w sensie Lebesgue'a.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi wyznaczyć bazę i wymiar przestrzeni liniowej o skończonym wymiarze oraz współrzędne wektora w zadanej bazie.

PEK\_U02 potrafi wyznaczyć macierz przekształcenia liniowego w zadanych bazach, potrafi wykorzystać własności przekształceń liniowych do wyznaczania potęg macierzy.

PEK\_U03 potrafi skonstruować układ ortogonalny w przestrzeni Hilberta oraz rozwinąć w szereg ortogonalny wektor z przestrzeni Hilberta z zadany układem ortogonalnym.

PEK\_U04 potrafi obliczyć całkę Lebesgue'a z funkcji względem zadanej miary oraz zbadać zbieżność ciągu całek z użyciem odpowiedniego twierdzenia o zbieżności.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Liniowe przestrzenie wektorowe, definicja, przykłady. Liniowe podprzestrzenie wektorowe.	1
Wy2	Liniowa niezależność, baza liniowej przestrzeni wektorowej, wymiar liniowej przestrzeni wektorowej, przestrzenie wektorowe skończone wymiarowe, przykłady.	1
Wy3	Odwzorowania liniowe w liniowych przestrzeniach wektorowych, odwzorowania liniowe w przestrzeniach skończone wymiarowych i macierze, działania w przestrzeni odwzorowań liniowych i w przestrzeni macierzy.	2
Wy4	Unormowane liniowe przestrzenie wektorowe, zbieżność w unormowanych liniowych przestrzeniach wektorowych, przestrzenie Banacha, przykłady.	2
Wy5	Przestrzenie unitarne, wektory ortogonalne, przestrzenie Hilberta. Przykłady.	2
Wy6	Układy ortogonalne, szeregi ortogonalne. Rozwijanie w szereg ortogonalny. Baza ortonormalna w przestrzeni Hilberta, przykłady.	2
Wy7	Rzut ortogonalny, twierdzenie o rzucie ortogonalnym.	1

Wy8	Funkcje mierzalne jednej i wielu zmiennych. Definicja miary. Miara probabilistyczna. Miara Lebesgue'a. Całka względem miary. Całka względem miary probabilistycznej, całka Lebesgue'a (względem miary Lebesgue'a). Całkowalność. Przestrzenie $L_2$ i $L_p$ zmiennych losowych. Zupełność przestrzeni $L_p$ .	2
Wy9	Zastosowanie twierdzenia o rzucie ortogonalnym do konstrukcji liniowego optymalnego średniokwadratowego predyktora. Warunkowa wartość oczekiwana.	1
Wy10	Funkcjonał liniowy. Twierdzenie Riesz'a o postaci funkcjonału liniowego w przestrzeni Hilberta.	1
	Suma godzin	15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład – metoda tradycyjna
- N2 Listy zadań
- N3 Konsultacje
- N4 Praca własna studenta.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEK_W01- PEK_W03 PEK_U01- PEK_U04	Egzamin
P = F		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. D. Mc Quarrie, Matematyka dla przyrodników i inżynierów, T. 2, PWN, Warszawa 2005.
2. E. Piegat, Elementy analizy funkcjonalnej oraz teorii miary i całki Lebesgue'a, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1975.
3. M. Gewert, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 2, Definicje, twierdzenia, wzory. Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005.
4. M. Gewert, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 2, Przykłady i zadania. Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005.

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

1. W. Rudin, Analiza rzeczywista i zespolona, PWN, Warszawa 1986.
2. J. Górniak, T. Pytlik, Analiza funkcjonalna w zadaniach, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1992.

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

dr Krzysztof Michalik (Krzysztof.Michalik@pwr.wroc.pl)

**2 Kursy specjalnościowe Komputerowe sieci sterowania (ARK)**

**KURSY**

**SPECJALNOŚCIOWE**

**Komputerowe sieci sterowania (ARK)**

## 2.1 AREU00425 Internet rzeczy

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Internet rzeczy</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Internet Of Things</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00425</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
--

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
K1AIR_W17, K1AIR_W25, K1AIR_U16, K1AIR_U26

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu Internetu Rzeczy (IoT – Internet of Things).
- C2 Nabycie wiedzy o pięciu głównych branżach związanych z IoT (inteligentnych domach, budynkach, miastach, transporcie)
- C3 Nabycie wiedzy z zakresu działania wybranych protokołów komunikacyjnych wykorzystywanych w IoT.
- C4 Nabycie wiedzy o najnowszych rozwiązaniach o autonomicznych pojazdach (w zastosowaniach publicznych).
- C5 Nabycie wiedzy z zakresu o systemach zarządzania danymi.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – posiada podstawową wiedzę o Internecie Rzeczy IoT.
- PEK\_W02 – zna głównych dostawców IoT na rynku i potrafi wybrać aplikacje do rozważanego problemu.
- PEK\_W03 – zna wybrane sposoby zarządzania wiedzą i danymi.
- PEK\_W04 – zna podstawowe parametry oraz ograniczenia czujników klasyfikowanych w grupie inteligentnych systemów pomiarowych.
- PEK\_W05 – posiada wiedzę na temat najnowocześniejszych sposobów zarządzania transportem.
- PEK\_W06 – posiada podstawową wiedzę na temat protokołów wymiany danych w IoT oraz szczegółową na temat wybranych
- PEK\_W07 – rozumie działanie autonomicznych pojazdów oraz zna ich ograniczenia, jest w stanie rozróżnić do której klasy należy rozważany system np. według SAE Standard J3016
- PEK\_W08 – zna możliwe do wykorzystania technologie z zakresu inteligentnych domów i budynków

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi przenieść rozważane przykłady systemów na warunki polskie.
- PEK\_U02 – posiada umiejętność wyboru technologii oraz zaproponowania rozwiązania problemu wymagającego wykorzystania IoT.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Internet Rzeczy (Internet of Things – IoT) wprowadzenie (definicje, historia, cele). Systematyka pojęć w kontekście Industrial IoT oraz Przemysł 4.0.	2
Wy2	Zastosowania IoT w życiu codziennym. Bezpieczeństwo IoT, przegląd raportów o stanie Internetu Rzeczy – przykłady systemów, pojęcia edge, fog, cloud itp.	2
Wy3	Dostawcy oraz główne platformy IoT (IoT Industries, IoT Companies, IoT Platforms).	2
Wy4	Zarządzanie danymi chmurze (Big Data, Big Analog Data, Business intelligence – BI, hurtownie danych, wielowymiarowa analiza danych)	2
Wy5	Przepływ danych w Internecie Rzeczy. Od warstwy sensorycznej do warstwy aplikacyjnej. Model referencyjny zarządzania danymi. Przykłady czujników w kontekście IoT.	2

Wy6	Standaryzacja wymiany danych w Internecie Rzeczy w odniesieniu do klasycznej Elektronicznej Wymiany Danych (EDI). Języki wymiany danych oparte na XMLu. Klasyfikacje i problematyka baz danych w IoT.	2
Wy7	Inteligentne miasta – wybrane zagadnienia: logistyka miasta, systemy ITS (transfer Protection). Omówienie rzeczywistego systemu (np. inteligentny system zarządzania drogami na obszarze Houston – CTMS).	2
W-y 8,9	Inteligentne zarządzanie transportem. Systemy inteligentnej sygnalizacji świetlnej, sterowanie on-line, symulacje komputerowe, wymiana informacji, dynamiczne informowanie, wspomaganie decyzji, zarządzanie flotą i transportem ładunków.	4
W10	Inteligentne domy (inteligentne sprzęty domowe z dostępem do sieci: żarówki, czujniki temperatury, alarmy dymu itp.).	2
W-y 11,12,13	Wybrane protokoły Internetu rzeczy IoT. Tzw. „wielka trójka” sieci bezprzewodowych: Wi-Fi, Bluetooth, sieci komórkowe oraz inne protokoły wspierające IoT. Modele warstwowe. Podstawowe funkcjonalności.	6
W-y 14, 15	Autonomiczne pojazdy (drony), unormowania UE w zakresie pojazdów (poziomy SAE), klasy pojazdów autonomicznych, przykłady istniejących rozwiązań (np. Tesla, Google), nierozwiązane problemy, ograniczenia zastosowania autonomicznych pojazdów w Polsce.	4
	Suma godzin	30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Konsultacje
N3 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium z zakresu wskazanego przez prowadzącego.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEK_W01 - PEK_W09	Praca własna pisemna.
P=F		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Michael Miller, Internet rzeczy, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016,</li><li>2. Materiały udostępniane przez Cisco</li></ol> |
|--|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Arshdeep Bahga, Vijay Madisetti, Internet of Things (A Hands-on-Approach), by Arshdeep Bahga, Vijay Madisetti 2014</li><li>2. Czasopisma podejmujące zagadnienia nowych technologii: Business Harvard Review, Journal of Computer and Communications</li></ol> |
|---|

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

dr inż. Jacek Jagodziński jacek.jagodzinski@pwr.edu.pl
--



## 2.2 AREU12418 Ekonomia dla inżynierów

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Ekonomia dla inżynierów</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Economy for engineers</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU12418</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy o strukturze, ekonomicznych podstawach, zasadach funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych oraz zakładach usługowych działających dla przemysłu.
- C2 Nabycie wiedzy o odpowiedzialności prawnej i finansowej, procedurach rozliczeń finansowych i odbioru prac z zakresu modernizacji, rozbudowy systemów automatyki.
- C3 Nabycie wiedzy o systemach zarządzania i jego związku z ekonomiką prowadzenia działalności biznesowej.
- C4 Nabycie wiedzy o zasadach, wdrażanie i odpowiedzialność w działalności biznesowej w zakresie znaku CE oraz Deklaracji Zgodności w branży elektronicznej.
- C5 Nabycie wiedzy o zasadach bezpieczeństwa finansowego i ekonomicznego w spółkach prawa handlowego, ze szczególnym uwzględnieniem branży elektronicznej i ICT.
- C6 Nabycie wiedzy o idei klasteringu i tworzeniu klastrów gospodarczych, jako czynnik rozwoju i innowacji, ze szczególnym uwzględnieniem nowych technologii elektronicznych i ICT.
- C7 Nabycie wiedzy na temat praktycznych aspektów prowadzenia projektów IT

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – ma wiedzę o strukturze, ekonomicznych podstawach, zasadach funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych oraz zakładach usługowych działających dla przemysłu.

PEK\_W02 – ma wiedzę o odpowiedzialności prawnej i finansowej, procedurach rozliczeń finansowych i odbioru prac z zakresu modernizacji, rozbudowy systemów automatyki,

PEK\_W03 – ma wiedzę o systemach zarządzania i jego związku z ekonomiką prowadzenia działalności biznesowej.

PEK\_W04 – ma wiedzę o zasadach, wdrażanie i odpowiedzialność w działalności biznesowej w zakresie znaku CE oraz Deklaracji Zgodności w branży elektronicznej.

PEK\_W05 – ma wiedzę o zasadach bezpieczeństwa finansowego i ekonomicznego w spółkach prawa handlowego, ze szczególnym uwzględnieniem branży elektronicznej i ICT.

PEK\_W06 – ma wiedzę o idei klasteringu i tworzeniu klastrów gospodarczych, jako czynnik rozwoju i innowacji, ze szczególnym uwzględnieniem nowych technologii elektronicznych i ICT.

PEK\_W07 – ma wiedzę na temat praktycznych aspektów prowadzenia projektów IT

Z zakresu umiejętności:

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – ma świadomość odpowiedzialności związanej z wykonywaną profesją,

PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego

PEK\_K03 – ma świadomość subiektywności przekazu medialnego dotyczącego zagadnień innowacyjności i gospodarki opartej na wiedzy.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura, ekonomiczne podstawy i zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa produkcyjnego oraz zakładu usługowego działającego dla przemysłu. Procedury rozliczeń finansowych i odbioru prac z zakresu systemów automatyki. Odpowiedzialność prawna i finansowa pracownika i usługodawcy.	5

Wy2	Praktyczne aspekty prowadzenia projektów IT z wykorzystaniem metodyk kaskadowych i przyrostowych w globalnych korporacjach. Cykl życia projektu i praktyczne aspekty utrzymanie aplikacji IT w globalnych korporacjach	5
Wy3	Prezentacja i analiza organizacji biznesowych opartych na Kodeksie Handlowym. Tworzenie, zarządzanie, odpowiedzialność, bezpieczeństwo finansowe i ekonomiczne w spółkach prawa handlowego, ze szczególnym uwzględnieniem branży elektronicznej i ICT. Zasady, wdrażanie i odpowiedzialność w działalności biznesowej w zakresie znaku CE oraz Deklaracji Zgodności w branży automatyki i elektroniki. Harmonizacja z Europejskim Systemem Zapewnienia Bezpieczeństwa	3
Wy4	Idea klasteringu i tworzenie klastrów gospodarczych, jako czynnik rozwoju i innowacji, ze szczególnym uwzględnieniem nowych technologii elektronicznych i ICT.	2
	Suma godzin	15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Konsultacje
N3 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie samodzielnej pracy pisemnej

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
		efektu kształcenia
F	PEK_W01- PEK_W08, PEK_K01 - PEK_K03	Samodzielna praca pisemna,
P=F		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

- Praca zbiorowa pod redakcją J.A.Strzępka: Kodeks spółek handlowych. Komentarz. Wydanie 5. Wydawnictwa C.H.Beck. Warszawa 2011
- S.Borras, D.Tsagdis, Polityki klastrowe w Europie – przedsiębiorstwa, instytucje i zarządzanie, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa, 2011
- Zbiór ustaw - Kodeks cywilny. Kodeks postępowania cywilnego. Kodeks rodzinny i opiekuńczy. Prawo prywatne międzynarodowe. Koszty sądowe w sprawach cywilnych. Prawo o aktach stanu cywilnego. Księgi wieczyste i hipoteka. Kodeks spółek handlowych, Wydawca LexisNexis 2012

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- Praca zbiorowa pod redakcją K.Matusiak: Innowacje i transfer technologii - słownik pojęć, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa, 2011
- Zbiór ustaw - Kodeks cywilny Komentarz Komplet - Komentarz do kodeksu cywilnego, Wydawca LexisNexis 2012
- A. M. Świątkowski, Polskie prawo pracy, Wydawca LexisNexis 2012

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr hab. inż. Iwona Karcz - Duleba, iwona.duleba@pwr.edu.pl Współtwórcy programu wykładu: dr inż. Andrzej Jabłoński, andrzej.jabloński@pwr.edu.pl, dr inż. Michał Lower, michal.lower@pwr.edu.pl, dr inż. Łukasz Korus, lukasz.korus@pwr.edu.pl

## 2.3 AREU00420 Projektowanie systemów sterowania

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Projektowanie systemów sterowania</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Information Technology in Industry</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00420</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		70		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K2AIR_W04, K2AIR_W07, K2AIR U04, K2AIR U08

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy o wybranych metodach projektowania złożonych układów regulacji.
- C2 Nabycie wiedzy o narzędziach i funkcjach wspomagających projektowanie układów regulacji
- C3 Nabycie umiejętności wykorzystania narzędzi wspomagających projektowanie układów regulacji
- C4 Nabycie umiejętności dokumentowania badań symulacyjnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna zaawansowane metody identyfikacji obiektów.
- PEK\_W02 – zna zasady linearyzacji i upraszczania modeli.
- PEK\_W03 – zna własności układów niestacjonarnych i rezonansowych.
- PEK\_W04 – zna zastosowanie i zasady projektowania wybranych układów wieloobwodowych.
- PEK\_W05 – zna przykłady i zastosowanie sterowania z modelem obiektu.
- PEK\_W06 – ma wiedzę na temat strategii sterowania trudnych zadań
- PEK\_W07 – ma wiedzę na temat układów opisanych równaniami różniczkowymi cząstkowymi.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi zastosować wybrane metody identyfikacji obiektów.
- PEK\_U02 – potrafi opisać i zasymulować wybrane układy rezonansowe.
- PEK\_U03 – umie zaprojektować wybrane układy wieloobwodowe .
- PEK\_U04 – potrafi skonstruować i zasymulować wybrany układ sterowania z modelem
- PEK\_U05 – potrafi wskazać przykładowe rozwiązanie dla trudnych zadań sterowania
- PEK\_U06 – potrafi zasymulować obiekty opisane równaniami cząstkowymi

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Typy obiektów i przykłady procesów sterowania. Klasyfikacja metod projektowania systemów sterowania	2
Wy2	Wybrane metody identyfikacji obiektów, np. metoda momentów	2
Wy3	Linearyzacja i uproszczanie modeli.	2
Wy4	Wprowadzenie do układów niestacjonarnych i rezonansowych	2
Wy5	Metody opracowywania wzorów do projektowania regulatorów PID, np. metoda reduktów, optymalizacja wskaźników	2
Wy6	Projektowanie układów wieloobwodowych, w tym układów kaskadowych	2
Wy7	Systemy sterowania z modelem obiektu.	2
Wy8	Sterowanie adaptacyjne – zasady i wybrane rozwiązania.	2
Wy9	Sterowanie odporne – zasady i wybrane rozwiązania.	2
Wy10	Sterowanie predykcyjne – zasady i wybrane rozwiązania.	2
Wy11	Sterowanie w przestrzeni stanów - zasady i wybrane rozwiązania.	2
Wy12	Zastosowanie logiki rozmytej w systemach sterowania.	2
Wy13	Modelowanie i sterowanie układów opisanych równaniami różniczkowymi cząstkowymi.	4

Wy14	Podsumowanie omawianych metod projektowania	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do Matlaba	1
La2	Identyfikacja modelu metodą momentów	2
La3	Symulacyjne badanie wybranego układu rezonansowego	2
La4	Projekt i badania symulacyjne układu kaskadowego	2
La5	Badania symulacyjne wybranego układu sterowania z modelem	2
La6	Realizacja wybranej strategii sterowania dla trudnego zadania (obiektu)	4
La7	Badanie symulacyjne wybranego układu opisanego równaniami różniczkowymi cząstkowymi.	2
	Suma godzin	15

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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
		efektu kształcenia
F1	PEK_U01 - PEK_U06	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_W01 - PEK_W07	Kolokwium pisemne z wykładu
$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot P2$ pod warunkiem, że $F1 \geq 3.0$ i $P2 \geq 3.0$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

1. Materiały udostępniane na stronie www prowadzącego
2. Åström, Hägglund, PID Controllers: Theory, Design and Tuning, ISA - Instrument Society of America, 1995
3. Åström, Hägglund, Advanced PID Control, ISA - Instrumentation, Systems and Automation Society, 2006
4. Franklin G.F. i in., Feedback control of dynamic systems, Pearson, 2010
5. Halawa J., Symulacja i komputerowe projektowanie dynamiki układów sterowania, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007
6. Piegat A., Modelowanie i sterowanie rozmyte, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 1999

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

1. Dokumentacja Matlab (dostęp on line)
2. Greblicki W., Podstaw automatyki, Politechnika Wroclawska - Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006

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

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



## 2.4 AREU00402 Komputerowe systemy sterowania

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Komputerowe systemy sterowania</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Computer Control Systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00402</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		100		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
K1AIR_W11, K1AIR_W30

## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy o, podstawowych definicjach i wymaganiach dotyczących systemów czasu rzeczywistego i systemów wbudowanych
- C2 Nabycie wiedzy o systemach operacyjnych czasu rzeczywistego.
- C3 Nabycie wiedzy o metodach komunikacji z systemami wbudowanymi
- C4 Nabycie wiedzy o metodach tworzenia oprogramowania dla systemów wbudowanych
- C5 Nabycie wiedzy o metodach tworzenia procesów, atrybutach procesu ich ustawianiu i testowaniu.
- C6 Nabycie wiedzy o zastosowaniach plików, komunikacji poprzez pliki w systemach akwizycji danych
- C7 Nabycie wiedzy o komunikacji między procesowej poprzez kolejki komunikatów POSIX
- C8 Nabycie wiedzy o komunikacji procesów poprzez pamięć dzieloną, synchronizacji poprzez semaforów POSIX
- C9 Nabycie wiedzy o wykorzystanie interfejsu gniazdek w komunikacji rozproszonej
- C10 Nabycie wiedzy o szeregowaniu procesów w systemie operacyjnym, roli priorytetów.
- C11 Nabycie wiedzy o inwersji priorytetów i metodach jej unikania
- C12 Nabycie wiedzy o zastosowaniu wątków POSIX w systemach RTS
- C13 Nabycie wiedzy o obsłudze czasu w systemach RTS
- C14 Nabycie wiedzy o obsłudze zdarzeń asynchronicznych, posługiwaniu się sygnałami i impulsami
- C15 Nabycie wiedzy o obsłudze przerw w systemie RTS
- C16 Nabycie wiedzy o sprzęcie systemów wbudowanych i używanych standardach
- C17 Nabycie wiedzy o programowaniu zewnętrznych interfejsów pomiarowych i wykonawczych
- C18 Nabycie wiedzy o metodach oceny efektywności systemów czasu rzeczywistego
- C19 Nabycie umiejętności posługiwanie się systemem czasu rzeczywistego QNX6 Neutrino
- C20 Nabycie umiejętności komunikowania się z systemem wbudowanym
- C21 Nabycie umiejętności tworzenia oprogramowania dla systemów wbudowanych
- C22 Nabycie umiejętności tworzenia procesów lokalnych i zdalnych w systemie RTS
- C23 Nabycie umiejętności posługiwania się metodami lokalnej komunikacji międzyprocesowej i tworzenia współbieżnych aplikacji sterowania i akwizycji danych.
- C24 Nabycie umiejętności posługiwania się sieciowymi metodami komunikacji międzyprocesowej i tworzenia rozproszonych aplikacji sterowania i akwizycji danych
- C25 Nabycie umiejętności tworzenia wielowątkowych aplikacji sterowania i akwizycji danych
- C26 Nabycie umiejętności programowania urządzeń interfejsowych sterowania i akwizycji danych takimi jak przetworniki AD, DA, wejścia i wyjścia cyfrowe
- C27 Nabycie umiejętności programowania urządzeń pomiarowych i wykonawczych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W1 Zna pojęcia dotyczące systemów wbudowanych i systemów czasu rzeczywistego
- PEK\_W2 Zna budowę systemu operacyjnego czasu rzeczywistego
- PEK\_W3 Zna metody komunikacji z systemami wbudowanymi,
- PEK\_W4 Zna metody tworzenia oprogramowania dla systemów wbudowanych.
- PEK\_W5 Rozumie funkcje procesu, zna strukturę aplikacji składających się z wielu komunikujących się procesów.
- PEK\_W6 Rozumie abstrakcję pliku, metody dostępu do pliku, atrybuty, blokowanie.
- PEK\_W7 Zna mechanizmy lokalnej komunikacji międzyprocesowej w systemie RTS takie jak kolejki komunikatów POSIX
- PEK\_W8 Zna mechanizmy synchronizacji procesów takie jak semafony i metodę komunikacji poprzez pamięć współdzieloną.
- PEK\_W9 Rozumie mechanizm interfejsu gniazdek i jego wykorzystanie do budowy rozproszonych systemów sterowania i akwizycji danych. Zna architekturę klient - serwer.
- PEK\_W10 Rozumie mechanizm szeregowania procesów w systemie RTS, rozumie funkcję priorytetów. Zna metodę szeregowanie zadań cyklicznych, szeregowanie RM i EDF
- PEK\_W11 Zna strategie szeregowania stosowane w systemach czasu rzeczywistego.
- PEK\_W12 Rozumie zjawisko inwersji priorytetów i zna metody jego unikania.
- PEK\_W13 Rozumie mechanizm wątków systemach RTS. Zna metody ich tworzenia i synchronizacji
- PEK\_W14 Zna metody obsługi czasu w systemie RTS
- PEK\_W15 Rozumie metody obsługi zdarzeń asynchronicznych, sygnałów i impulsów w systemie RTS.
- PEK\_W16 Zna metody obsługi przerwań w systemie QNX6 Neutrino
- PEK\_W17 Zna standardy dotyczące sprzętu stosowanego w systemach wbudowanych
- PEK\_W18 Zna metody obsługi zewnętrznych urządzeń interfejsowych
- PEK\_W19 Zna metody oceny efektywności systemów czasu rzeczywistego

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U1 Umie posługiwać się systemem QNX6 Neutrino, narzędziami do edycji, kompilacji i uruchamiania programów. Potrafi posługiwać się zintegrowanym środowiskiem uruchomieniowym, debuggerem .
- PEK\_U2 Umie komunikować się z systemem wbudowanym, przysyłać i pobierać pliki
- PEK\_U3 Umie tworzyć oprogramowanie dla systemów wbudowanych, posługiwać się skrośną metodą tworzenia oprogramowania.
- PEK\_U4 Umie tworzyć procesy lokalne i zdalne, synchronizować zakończenie procesów, rozumie atrybuty procesów.
- PEK\_U5 Umie zaprogramować obsługę wybranych urządzeń zewnętrznych
- PEK\_U6 Potrafi zastosować kolejki komunikatów POSIX do komunikacji między procesami w systemach akwizycji danych.
- PEK\_U7 Umie wykorzystać pamięć dzieloną i semafony do synchronizacji dostępu do wspólnych danych.
- PEK\_U8 Umie zbudować rozproszony system sterowania i akwizycji danych z wykorzystaniem interfejsu gniazdek (komunikacja UDP i TCP).
- PEK\_U9 Umie zbudować aplikację klient - serwer.
- PEK\_U10 Umie wykorzystać wątki w aplikacjach RTS.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 Jest świadomy tego że aby współpracujące ze sobą osoby tworzyły sprawnie działający zespół muszą się one komunikować i synchronizować swe działanie.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Systemy wbudowane, systemy czasu rzeczywistego RTS , wymagania na system operacyjny czasu rzeczywistego, bezpieczeństwo w systemach RTS, budowa systemu operacyjnego czasu rzeczywistego	2
Wy2	Komunikacja z systemem wbudowanym, protokoły komunikacyjne, metody tworzenia oprogramowania systemów wbudowanych.	2
Wy3	Obsługa urządzeń zewnętrznych na przykładzie wybranej karty interfejsowej z przetwornikami AD,DA, wejściami/wyjściami dwustanowymi.	2
Wy4	Procesy – tworzenie, atrybuty, kończenie, synchronizacja zakończenia procesu, ograniczenia na zużycie zasobów procesu	2
Wy5	Zastosowanie plików do zapamiętywania informacji, komunikacji, we/wy, kolejki komunikatów POSIX	2
Wy6	Synchronizacja procesów w systemach RTS, semafony POSIX. Komunikacja przez pamięć dzieloną	2
Wy7	Wykorzystanie interfejsu gniazdek w komunikacji rozproszonej. Adresy sieciowe, komunikacja bezpołączeniowa i połączeniowa	2
Wy8	Komunikacja rozproszona, aplikacje klient serwer, serwer współbieżny.	2
Wy9	Szeregowanie procesów w systemie RTS. Szeregowanie zadań cyklicznych, szeregowanie RM i EDF, priorytety, algorytm RR, FIFO, szeregowanie sporadyczne.	2
Wy10	Inwersja priorytetów i metody jej unikania. Dziedziczenie priorytetów, metoda pułapu priorytetu. Obsługa czasu w systemie RTS	2
Wy11	Wątki POSIX w systemach RTS – tworzenie, synchronizacja, muteksy, zmienne warunkowe, bariery, blokady czytelników i pisarzy, wątki w środowisku wieloprocesorowym	2
Wy12	Obsługa zdarzeń asynchronicznych, sygnały, timery	2
Wy13	Obsługa przerw, przerwania w systemie QNX6 Neutrino	2
Wy14	Sprzęt systemów wbudowanych, standardy PC104, compact PCI, VME	2
Wy15	Metody oceny efektywności systemów czasu rzeczywistego	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie.	1
La1	Posługiwanie się systemem QNX6 Neutrino, posługiwanie się narzędziami do edycji, kompilacji i uruchamiania programów. Zintegrowane środowisko uruchomieniowe Momentics	3
La2	Komunikacja z systemem wbudowanym, interfejs RS232, protokoły FTP, SCP	4
La3	Programowanie karty interfejsowej akwizycji danych, we/wy dwustanowe, przetwornik AD	4
La4	Tworzenie procesów lokalnych, kończenie procesów, atrybuty procesów, przekształcenie procesu w inny proces.	4
La5	Zastosowanie plików do zapisu wyników i komunikacji między komputerami.	2
La5	Zastosowanie kolejek komunikatów POSIX do komunikacji między procesami w systemach akwizycji danych	2
La6	Wykorzystanie pamięci dzielonej i semaforów w synchronizacji dostępu do wspólnych danych.	4

La7	Rozproszony system sterowania i akwizycji danych z wykorzystaniem przykładowej karty interfejsowej, komunikacja UDP.	4
La8	Wątki w systemach RTS	2
	Suma godzin	30

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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U09	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń
F2	PEK_W01 - PEK_W19	Obecność i aktywność na wykładach
F3	PEK_W01 - PEK_W19	Kolokwium pisemne
P = 0,25*F1 + 0,15*F2 + 0,6*F3 Konieczne jest uzyskanie oceny pozytywnej z każdej formy zajęć.		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Love Robert, Linux Programowanie systemowe, Helion 2014.</li> <li>2. Jędrzej Ułasiewicz, Programowanie aplikacji czasu rzeczywistego w systemie QNX6 Neutrino z wykorzystaniem platformy PC104 Vortex, Raport IIAR Serii Sprawozdania 2015.</li> <li>3. Jędrzej Ułasiewicz, Systemy czasu rzeczywistego, QNX6 Neutrino, wyd. BTC 2008</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. QNX Realtime Operating System, System Architecture, QNX Software Systems LDT, Kanata Ontario 2001</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr inż. Jędrzej Ułasiewicz jedrzej.ulasiewicz@pwr.edu.pl

## 2.5 AREU00421 Optymalizacja dyskretnych procesów produkcyjnych

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Optymalizacja dyskretnych procesów produkcyjnych</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Optimization of discrete production processes</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00421</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			90	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2			2	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej typów oraz sposobów funkcjonowania systemów wytwarzania
- C2 Nabycie wiedzy dotyczącej opisu i modelowania matematycznego procesów dyskretnych
- C3 Nabycie podstawowej wiedzy odnoszącej się do zasad projektowania efektywnych algorytmów optymalizacyjnych dla systemów w dyskretnych
- C4 Nabycie umiejętności projektowania i implementowania aplikacji wspomagających harmonogramowanie operacyjne w systemach wytwarzania.
- C5 Nabycie umiejętności oceny jakości algorytmów oraz oceny wpływu struktury systemu produkcyjnego na cele optymalizacyjne

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Zna klasy procesów dyskretnych oraz ograniczenia występujące w rzeczywistych systemach produkcyjnych.
- PEK\_W02 Zna podstawowe zasady doboru struktury systemu wytwarzania do realizacji zadanej strategii wytwarzania.
- PEK\_W03 Zna podstawowe algorytmy optymalizacji obsługi zdarzeń w stanowisku krytycznym.
- PEK\_W04 Zna modele obliczeniowe oraz metody konstruowania algorytmów optymalizacyjnych dla systemów o strukturze przepływowej
- PEK\_W05 Posiada wiedzę dotyczącą optymalizacji harmonogramowania w systemach gniazdowych.
- PEK\_W06 Zna algorytmy wspomagające dobór obciążeń stanowisk oraz harmonogramowanie w systemach hybrydowych.
- PEK\_W07 Zna strategię just - in - time.
- PEK\_W08 Posiada wiedzę na temat porcjowania, grupowania i agregacji zadań w systemach produkcyjnych.
- PEK\_W09 Wie w jaki sposób modeluje się ograniczenia technologiczne i transportowe.
- PEK\_W10 Posiada wiedzę na temat zarządzania przy ograniczonych zasobach odnawialnych
- PEK\_W11 Zna cele i metody balansowania linii montażowej.
- PEK\_W12 Zna metody wyznaczania oraz optymalizacji czasu cyklu w wybranych systemach wytwarzania
- PEK\_W13 Posiada wiedzę dotyczącą kooperacji i magazynowania
- PEK\_W14 Zna pakiety wspomagające harmonogramowanie w systemach wytwarzania

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Potrafi opracować opisać i sformułować problem optymalizacyjny dla wybranego systemu dyskretnego.
- PEK\_U02 Potrafi zaprojektować algorytmy optymalizacyjne.
- PEK\_U04 Potrafi zaprojektować i zaimplementować aplikację komputerową wspomagającą zarządzanie operacyjne w systemach wytwarzania

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Optymalizacja harmonogramów. Klasy procesów. Ograniczenia. Kryteria.	2
Wy2	Dobór struktury systemu wytwarzania.	2

Wy3	Optymalizacja obsługi zadań w stanowisku krytycznym.	2
Wy4	Szeregowanie zadań w systemach przepływowych	2
Wy5	Kolejkowanie zadań w systemach gniazdowych.	2
Wy6	Optymalny dobór obciążeń stanowisk oraz szeregowanie zadań w systemach hybrydowych.	2
Wy7	Minimalizacja wariancji wyjścia w systemach just - in - time.	2
Wy8	Porcjowanie, grupowanie i agregacja zadań.	2
Wy9	Modelowanie ograniczeń technologicznych oraz transportu.	2
Wy10	Zarządzanie przy ograniczonych zasobach odnawialnych.	2
Wy11	Balansowanie linii montażowej.	2
Wy12 - 13	Optymalizacja czasu cyklu.	4
Wy14	Kooperacja i magazynowanie.	2
Wy15	Pakiety wspomagające.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Przedstawienie, omówienie i wybór tematów projektów.	2
Pr2,3	Opracowanie opisu i sformułowanie zadania optymalizacyjnego	4
Pr4 - 8	Opracowanie algorytmów optymalizacyjnych	10
Pr9 - 10	Przeprowadzenie testów algorytmów	4
Pr11 - 15	Projekt i implementacja aplikacji	10
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora N2 Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium N3 Konsultacje N4 Praca projektowa i implementacyjna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 -PEK_W14	Kolokwium pisemne
F2	PEK_U01- PEK_U04	Ocena projektu
P= 0.5*F1+0.5*F2 F1>2, F2>2		



<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

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

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

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

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

Prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki, czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl
--

## 2.6 AREU00405 Laboratorium konstrukcji urządzeń automatyki

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Laboratorium konstrukcji urządzeń automatyki</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Design laboratory of control systems devices</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00405</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			75		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			120		
Forma zaliczenia			Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			2		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
brak

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie umiejętności opracowania założeń oraz wymagań funkcjonalnych.
- C2 Nabycie umiejętności opracowania projektu koncepcyjnego, wykonawczego i powykonawczego.
- C3 Nabycie umiejętności tworzenia i dokumentowania architektury rozwiązania.
- C4 Nabycie umiejętności wyboru technologii realizowanego projektu.
- C5 Nabycie umiejętności kompletacji elementowej i aparaturowej realizowanego układu/urządzenia.
- C6 Nabycie umiejętności związanej z fizyczną realizacją projektu, tj. przygotowanie elektromechaniczne układu/urządzenia, montaż elektroniczny, sprawdzenie off - line i on - line konstrukcji układu/urządzenia itd.
- C7 Nabycie umiejętności z zakresu testowania układu/urządzenia i oprogramowania związanego z realizowanym projektem.
- C8 Nabycie podstawowej umiejętności z zakresu walidacji rozwiązania.
- C9 Nabycie umiejętności z zakresu opracowywania i dokumentowania wyników testowych i pomiarów końcowych zrealizowanego układu/urządzenia.
- C10 Nabycie umiejętności oceny merytorycznej i jakościowej projektów oraz poszukiwania rozwiązań alternatywnych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U02 – potrafi jasno definiować i dokumentować projekt koncepcyjny, wykonawczy i powykonawczy,

PEK\_U03 – potrafi zaproponować i dokumentować architekturę rozwiązania,

PEK\_U04 – potrafi dokonać wyboru technologii realizowanego projektu,

PEK\_U05 – potrafi tworzyć specyfikację i kompletację bazy materiałowej i aparaturowej związanej z fizyczną realizacją projektu,

PEK\_U06 – potrafi zrealizować zaprojektowany układ/urządzenie oraz przeprowadzić jego uruchomienie,

PEK\_U07 – potrafi tworzyć scenariusze testowe oraz dokumentować wyniki testów wykonanego układu/urządzenia,

PEK\_U08 – potrafi przeprowadzić proces walidacji zrealizowanego projektu,

PEK\_U09 – potrafi zaplanować, zrealizować i udokumentować program badań testowych i pomiarów końcowych (badanie typu) wykonanego układu/urządzenia.

PEK\_U10 – potrafi dokonać oceny merytorycznej i jakościowej projektów oraz poszukiwać rozwiązań alternatywnych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

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

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie BHP. Prezentacja zasobów laboratorium. Ustalenie tematów projektów. Wprowadzenie do metodyki opracowania projektów, zasad i technologii wykonania montażu elektronicznego, oprogramowania układu/urządzenia, metodyki uruchamiania i testowania wykonanego układu/urządzenia oraz wykonania dokumentacji powykonawczej. Sprawy organizacyjne.	5
La2	Określenie wymagań funkcjonalnych i нефункциональных, opracowanie założeń projektowych oraz ich dokumentowanie. Opracowanie koncepcji rozwiązania technicznego. Definiowanie i dokumentowanie kryteriów wyjścia z projektu. Tworzenie planu testów.	5
La3	Tworzenie oraz dokumentowanie architektury systemu. Opracowanie projektu wykonawczego, wybór technologii wykonania projektowanego układu/urządzenia. Przygotowanie i kompletacja bazy materiałowej i aparaturowej dotyczącej projektu.	5
La4	Przystąpienie do implementacji rozwiązania zgodnie ze stworzoną wcześniej dokumentacją. Wstępne prace montażowe, mechaniczne, elektryczne i elektroniczne. Zakończenie kompletacji bazy materiałowej i aparaturowej dotyczącej projektu.	5
La5	Realizacja rozwiązania z założeniami i projektem wykonawczym.	5
La6	Realizacja rozwiązania z założeniami i projektem wykonawczym.	5
La7	Realizacja rozwiązania z założeniami i projektem wykonawczym.	5
La8	Realizacja rozwiązania z założeniami i projektem wykonawczym.	5
La9	Realizacja rozwiązania z założeniami i projektem wykonawczym.	5
La10	Realizacja rozwiązania z założeniami i projektem wykonawczym.	5
La11	Czynności uruchomieniowe, programowe, testujące dotyczące realizowanego rozwiązania układu/urządzenia	5
La12	Czynności uruchomieniowe, programowe, testujące dotyczące realizowanego rozwiązania układu/urządzenia.	5
La13	Testy końcowe wykonanego układu/urządzenia. Pomiary podstawowych parametrów technicznych. Walidacja projektu. Ewentualna korekta projektu wykonawczego.	5
La14	Opracowanie dokumentacji powykonawczej wykonanego układu/urządzenia. Ocena zrealizowanego projektu (dokumentacja, wykonany układ/urządzenie, zgodność z założeniami projektowymi, uzyskane parametry, zastosowana technologia itp.).	5
La15	Omówienie wszystkich zrealizowanych projektów przez uczestników zajęć laboratoryjnych. Dyskusja nad możliwymi rozwiązaniami alternatywnymi.	5
	Suma godzin	75

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Praca w laboratorium (przygotowanie montażu, montaż elektroniczny, uruchamianie, testowanie, pomiary itd.)
N2 Prace projektowe i dokumentacyjne w laboratorium.
N3 Konsultacje – kontakt z prowadzącym i ocena wyników cząstkowych.
N4 Praca własna – opracowanie projektu, dokumentacji i wyników badań.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 – PEK_U09 PEK_K01 PEK_K02	Obserwacja wykonywania zadań laboratoryjnych. Ocena efektów cząstkowych. Ocena procesu testowania i walidacji projektu. Ocena części praktycznej.
F2	PEK_U10	Ocena jakości i kompletności dokumentacji.
$P = 0.6 * F1 + 0.4 * F2$ , Uwaga: Warunkiem uzyskania pozytywnej oceny podsumowującej (P) jest uzyskanie wszystkich pozytywnych ocen formujących (F1,F2)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Filipkowski A.: Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe. Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 2006</li> <li>Derlecki S.: Metrologia elektryczna i elektroniczna. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2010</li> <li>Nawrocki W.: Elektronika - układy elektroniczne. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010</li> <li>Horowitz P.: Układy elektroniczne – projektowanie. Tom 1 i 2. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Literatura związana z technologiami i urządzeniami wybranymi do realizacji projektów.</li> <li>Noty aplikacyjne układów wykorzystanych w projekcie.</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr inż. Andrzej Jabłoński , andrzej.jablonski@pwr.edu.pl

## 2.7 AREU00406 Projekt przejściowy

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Projekt przejściowy</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Temporary project</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00406</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				45	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				180	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				6	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				6	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				2	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### 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 iskrobezpiecznych.
- 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 UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – jest w stanie sformułować założenia projektowe dla elewacji szafy sterowniczej
- PEK\_W02 – jest w stanie sformułować założenia projektowe dla inwertera (falownika),
- PEK\_W03 – jest w stanie sformułować założenia projektowe dla sterownika PLC,

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi wykonać projekt elewacji szafy sterowniczej,
- PEK\_U02 – potrafi wykonać projekt współpracy sterownika PLC z szafą sterowniczą w zakresie połączeń elektrycznych i sterowania trybami pracy instalacji,
- PEK\_U03 – potrafi wykonać projekt toru wykonawczego z silnikami elektrycznymi pracującymi w trybie załącz/wyłącz i zmiany kierunku,
- PEK\_U04 – potrafi wykonać projekt instalacji z inwerterami i silnikami asynchronicznymi,
- PEK\_U05 – potrafi wykonać projekt torów pomiarowych wielkości nieelektrycznych,
- PEK\_U06 – potrafi wykonać projekt instalacji dla strefy zagrożonej wybuchem,
- PEK\_U07 – potrafi wykonać projekt okablowania dla układu sterowania automatycznego,
- PEK\_U08 – potrafi wykonać projekt procedur związanych z doбором nastaw regulatora w instalacji przemysłowej,
- PEK\_U09 – potrafi zweryfikować 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.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
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.	3
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
Pr7	Dokumentowanie procedur doboru i modyfikacji parametrów inwertera. Programowanie czasów przyspieszania i zwalniania inwerterów. Dokumentacja stanowiskowa programowania inwerterów (PR01_cz5): założenia do zaprogramowania inwertera, procedura przywrócenie nastaw fabrycznych, programowanie trybu pracy i zadawanie parametrów dynamicznych inwertera.	4
Pr8	Odbiór szkiców projektowych dla projektów PR01_cz3, PR01_cz4 i PR01_cz5. Diagnostyka błędów w algorytmach sterowania dla projektów, poprawa dokumentacji projektów.	4
Pr10	Projektowanie układów sterowania z urządzeniami w strefach zagrożonych wybuchem. Sterowanie elektropneumatyczne. Programy do symulacji sterowania układami elektropneumatycznymi. Projekt sterowania manipulatorem pracującym w strefie zagrożonej wybuchem (PR01_cz7): dobór 2 siłowników, dobór 4 czujników i przetworników, dobór części pneumatycznej, dokumentacja z testowania algorytm sterowania w symulatorze.	4
Pr10	Okablowanie w systemach przemysłowych. Dobór przewodów zasilających, sygnałowych i interfejsowych. Sposób ułożenia przewodów a obciążalność długotrwała przewodów. Systemy kanałów i koryt kablowych. Ochrona przed przepięciami. Projekt rozmieszczenia urządzeń i tras kablowych w hali produkcyjnej (PR01_cz8): podkład architektoniczny, rozmieszczenie urządzeń, trasy kablowe, specyfikacja techniczna do wykonania instalacji. Dokumentacja szafy sterowniczej.	4
Pr11	Modelowanie dynamiki procesów ciągłych w układach regulacji. Metody doboru nastaw regulatorów. Projekt prac związanych z identyfikacją obiektu i doboru 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.	4
Pr12	Weryfikacja projektów.	3
	Suma godzin	30



<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
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		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Siemens, SIMATIC S7-1200 w przykładach. Siemens, Warszawa 2011.</li> <li>Kasprzyk J., Programowanie sterowników przemysłowych. WNT, Warszawa 2006.</li> <li>Kwaśniewski J., Programowalny sterownik SIMATIC S7-300 w praktyce inżynierskiej. Wydawnictwo BTC, Legionowo 2009.</li> <li>Solnik W., Zajda Z., Sieci przemysłowe ProfibusDP, ProfiNET, AS-i i EGD. Przykłady zastosowań, Wydawnictwo BTC, Warszawa 2018.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p>

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 i MPI w automatyce. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2010.
4. Opracowania firmowe:
5. Strony internetowe producentów sterowników PLC
6. <http://wazniak.mimuw.edu.pl>
7. <http://plcs.pl>
8. <http://controlengineering.pl>
9. <http://www.automatykaonline.pl/poradnik/>
10. <https://support.automation.siemens.com>
11. Czasopisma:
12. Pomiary Automatyka Kontrola
13. Przegląd Elektrotechniczny

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

Antoni Izworski
-----------------

## 2.8 ARES12406 Algorytmy ewolucyjne

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Algorytmy ewolucyjne</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Evolutionary algorithms</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>ARES12406</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>
<p>K2AIR_W01, K2AIR_W06 , K2AIR_U03, K2AIR_U07</p>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu podstawowych mechanizmów wykorzystywanych przez metody ewolucyjne.
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu zasady działania i budowy algorytmów ewolucyjnych.
- C3 Nabycie wiedzy i umiejętności wyboru metody, kodowania, operatorów i parametrów uwzględniających specyfikę zadania.
- C4 Nabycie umiejętności implementacji algorytmów ewolucyjnych.
- C5 Nabycie wiedzy z dziedziny praktycznych aplikacji algorytmów ewolucyjnych.
- C6 Nabycie wiedzy z zakresu działania i budowy wybranych nowoczesnych meta - heurystyk

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna podstawowe mechanizmy wykorzystywane przez algorytmy ewolucyjne
- PEK\_W02 – zna podstawowe typy, zasadę działania i budowę algorytmów ewolucyjnych
- PEK\_W03 – zna sposoby kodowania, operatory ewolucyjne oraz metody zarządzania populacją
- PEK\_W04 – zna inne nowoczesne meta - heurystyki
- PEK\_W05 – jest w stanie wymienić przykładowe dziedziny zastosowań metod ewolucyjnych
- PEK\_W06 – zna metodykę badań symulacyjnych i badań efektywności metod optymalizacyjnych

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi dokonać wyboru metody, operatorów i parametrów odpowiednich do specyfiki zadania
- PEK\_U02 – potrafi dokonać implementacji programowej wybranej metody ewolucyjnej
- PEK\_U03 – umie zaplanować i przeprowadzić badania efektywności i ocenę zaimplementowanej metody
- PEK\_U04 – potrafi dobrać parametry algorytmów w drodze badań efektywności

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
W1	Wstęp. Algorytmy ewolucyjne jako narzędzie optymalizacji globalnej.	2
W2	Modele ewolucji.	2
W3	Podstawowe typy algorytmów ewolucyjnych, operatory, reprezentacje.	2
W4	Dynamika adaptacji lokalnej i globalnej.	2
W5	Metody zarządzania populacją.	2
W6	Nowoczesne meta - heurystyki.	2
W7	Przykłady zastosowań algorytmów ewolucyjnych.	2
W8	Podsumowanie wykładu	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie.	1
La2	Implementacja prostego algorytmu genetycznego dla jednowymiarowych funkcji celu.	2
La3	Implementacja prostego algorytmu genetycznego dla wielowymiarowych rzeczywistych funkcji celu. Badania efektywności i wpływu parametrów.	4
La4	Implementacja prostego algorytmu fenotypowego dla jedno- i wielowymiarowych rzeczywistych funkcji celu. Badania efektywności zaimplementowanej metody na wybranym zestawie zadań testowych.	4
La5	Przykłady działania wybranych algorytmów ewolucyjnych i meta - heurystyk. Symulacja i analiza własności procesów ewolucyjnej adaptacji.	2
La6	Prezentacja oprogramowania. Podsumowanie laboratorium	2
	Suma godzin	15

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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U04 PEK_K01 - PEK_K02	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, implementacje programowe algorytmów, pisemne sprawozdania z ćwiczeń
F2	PEK_W01 - PEK_W08	Kolokwium pisemne
P = 0.4*F1 + 0.6*F2, konieczne jest uzyskanie pozytywnej oceny z każdej z form: F1>=3 i F2>=3		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
1. J. Arabas, Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, Warszawa 2001
2. Z. Michalewicz, Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne, WNT, Warszawa, 1996
3. D.E. Goldberg, Algorytmy genetyczne i ich zastosowania, WNT, Warszawa, 1995
4. Z. Michalewicz, D. Fogel, Jak to rozwiązać czyli nowoczesna heurystyka, WNT, Warszawa 2006
5. I. Karcz - Duleba, Algorytmy ewolucyjne, materiały dydaktyczne do wykładu i laboratorium pod adresem <a href="http://iwona.duleba.staff.iiar.pwr.wroc.pl/Students/">http://iwona.duleba.staff.iiar.pwr.wroc.pl/Students/</a>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

1. R. Galar, Miękka selekcja w losowej adaptacji globalnej, Wyd. PWr, 1990
2. Handbook of Evolutionary Computation, T. Baeck, D.B Fogel, Z. Michalewicz (Editors), Taylor and Francis, 1997
3. J.Brownlee, Clever algorithms, 2011
4. K - L. Du, M.N.S. Swamy, Search and optimization by metaheuristics, Birkhauser, 2016
5. źródła internetowe
6. Czasopisma:
7. IEEE on Evolutionary Computations

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

dr hab. inż. Iwona Karcz - Duleba, iwona.duleba@pwr.edu.pl
--

## 2.9 AREU00422 Rozproszone systemy automatyki

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Rozproszone systemy automatyki</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Distributed control systems</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00422</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2		2		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
S2ARK_W02, S2ARK_U02, S2ARK_U03, S2ARK_U04

## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej struktury i bazy sprzętowej rozproszonych systemów automatyki DCS i na bazie PLC(PAC).
- C2 Nabycie umiejętności doboru, konfigurowania, uruchamiania wybranych systemów automatyki rozproszonej.
- C3 Nabycie wiedzy o zdalnym dostępie przez przeglądarki internetowe i wbudowane Web - serwery.
- C4 Nabycie wiedzy o systemach automatycznej identyfikacji produktów.
- C5 Nabycie wiedzy o redundancji w systemach automatyki oraz o bezpiecznych („Safety”) systemach automatyki i sieciach przemysłowych.
- C6 Nabycie umiejętności w wykorzystaniu systemów automatycznej identyfikacji produktów.
- C7 Nabycie umiejętności korzystania z sieci przemysłowych przy projektowaniu i eksploatacji systemów automatyki rozproszonej.
- C8 Nabycie umiejętności w projektowaniu systemów automatyki z wykorzystaniem redundancji oraz spełniających wymogi norm bezpieczeństwa.
- C9 Nabycie umiejętności w wykorzystaniu zdalnego dostępu przez przeglądarki internetowe i wbudowane serwery stron WWW.
- C10 Nabycie umiejętności współpracy z zespołem przy realizacji złożonego zadania.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna ogólną strukturę, bazę sprzętową i funkcjonalność systemów DCS i systemów automatyki rozproszonej na bazie PLC(PAC).
- PEK\_W02 – ma wiedzę o strukturze i bazie sprzętowej wybranych systemów DCS.
- PEK\_W03 – ma wiedzę o wykorzystaniu redundancji w systemach automatyki.
- PEK\_W04 – ma wiedzę o bezpiecznych („Safety”) systemach automatyki i sieciach przemysłowych.
- PEK\_W05 – ma wiedzę o systemach automatycznej identyfikacji produktów.
- PEK\_W06 – ma wiedzę o zdalnym dostępie przez przeglądarki internetowe i wbudowane serwery stron WWW.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi skonfigurować i uruchomić wybrany system automatyki rozproszonej.
- PEK\_U02 – potrafi dobrać, skonfigurować i uruchomić system automatycznej identyfikacji produktów.
- PEK\_U03 – potrafi skonfigurować i uruchomić rozproszony system automatyki spełniający wymogi norm bezpieczeństwa.
- PEK\_U04 – potrafi wykorzystać możliwości redundancji w systemach automatyki.
- PEK\_U05 – potrafi wykorzystać system SCADA lub urządzenie HMI do obserwacji wymiany danych.
- PEK\_U06 – potrafi korzystać z sieci przemysłowych przy projektowaniu i eksploatacji systemów automatyki rozproszonej.
- PEK\_U07 – potrafi wykorzystać wbudowany serwer stron WWW do obserwacji wymiany danych i diagnostyki w systemie automatyki.
- PEK\_U08 – potrafi wybrać odpowiedni system automatyki rozproszonej do potrzeb automatyzacji.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – potrafi współpracować z zespołem przy realizacji złożonego zadania.



<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do przedmiotu (Karta przedmiotu, zasady zaliczenia)	1
Wy1	Wstęp do rozproszonych systemów automatyki DCS	1
Wy2	Różnice pomiędzy systemami DCS a PLC/HMI	2
Wy3	Struktura i baza sprzętowa wybranych systemów automatyki rozproszonej.	2
Wy4	Systemy konfiguracji i dostępu do inteligentnych urządzeń obiektowych	2
Wy5	Technologia OPC	2
Wy6	Sieć typu Ethernet w zastosowaniach przemysłowych	2
Wy7	Język programowania FBD (Diagram Bloków Funkcyjnych)	2
Wy8	Zdalny dostęp przez przeglądarki internetowe i wbudowane Web - serwery do systemów automatyki.	2
Wy9	Cyberbezpieczeństwo systemów automatyki, Przemysł 4.0	2
Wy10 - 11	Zagadnienia redundancji i wysokiej dostępności w rozproszonych systemach automatyki(DCS)	4
Wy12 - 13	Problematyka bezpieczeństwa funkcjonalnego w systemach automatyki, Iskrobezpieczeństwo	4
Wy14	Dokumentacja technologiczna instalacji przemysłowych	2
Wy15	Podsumowanie kursu	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne.	1
La2	Konfiguracja i uruchomienie wybranego systemu automatyki rozproszonej z wykorzystaniem możliwości redundancji.	6
La3	Konfiguracja i uruchomienie wybranej sieci przemysłowej wykorzystywanej w systemach automatyki rozproszonej	6
La4	Wykorzystanie wbudowanego serwera stron WWW do obserwacji wymiany danych i diagnostyki w systemie automatyki.	6
La5	Konfiguracja i uruchomienie rozproszonego systemu automatyki spełniającego wymogi norm bezpieczeństwa.	6
La6	Konfiguracja i uruchomienie systemu automatycznej identyfikacji produktów.	5
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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 zaliczenia

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U08 PEK_K01	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń pisemne sprawozdania z ćwiczeń
F2	PEK_W01 - PEK_W06	Kolokwium pisemne
P= 0.49*F1 + 0.51*F2 pod warunkiem F1 >= 3.0(dost.), F2 >= 3.0(dost.).		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mackay S., Wright E., Park J., Reynders D. : Practical Industrial Data Networks , Elsevier 2004</li> <li>2. Neumann P.; Systemy komunikacji w technice automatyzacji, COSiW SEP Warszawa 2003</li> <li>3. Park J., Mackay S., Wright E. : Practical Data Communications for Instrumentation and Control, Elsevier 2003</li> <li>4. Pigan R., Metter M., Automating with Profinet, Publicis Publishing, Erlangen, 2008</li> <li>5. Solnik W., Zajda Z.; Sieci przemysłowe Profibus DP i MPI w automatyce, Wrocław 2010</li> <li>6. Solnik W., Zajda Z.; Sieć przemysłowa Profibus DP w praktyce przemysłowej, Wydawnictwo BTC Legionowo 2012</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Opracowania firmowe:</li> <li>2. Podręcznik InTouch. Wizualizacja. Invensys Systems, Inc., 2009</li> <li>3. SINAMICS G120 Control Units CU240S Parametr Manual. Siemens, Edition 05/2007</li> <li>4. Dokumentacje techniczno - ruchowe systemów DCS na stronach internetowych.</li> <li>5. Czasopisma:</li> <li>6. Pomiary Automatyka Kontrola</li> <li>7. Pomiary Automatyka i Robotyka</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Adam Ratajczak, 71 320 26 48, adam.ratajczak@pwr.edu.pl

## 2.10 AREU00410 Obliczenia neuronowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Obliczenia neuronowe</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Neural computing</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00410</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)	30			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5			0,5	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy na temat metod obliczeń neuronowych w automatyce.
- C2 Zdobycie umiejętności projektowania sieci neuronowych do modelowania obiektów dynamicznych.
- C3 Zdobycie umiejętności projektowania sieci neuronowych do sterowania (neurosterowników).

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – Posiada poszerzoną wiedzę na temat sieci neuronowych i algorytmów ich uczenia.

PEK\_W02 – Ma wiedzę na temat sieci rekurencyjnych.

PEK\_W03 – Ma wiedzę na temat metod modelowania obiektów dynamicznych.

PEK\_W04 – posiada wiedzę na temat metod projektowania neurosterowników.

PEK\_W05 – zna możliwości stosowania systemów neuronowych w systemach sterowania.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi zaprojektować i zaimplementować sieciowo - neuronowy model obiektu dynamicznego.

PEK\_U02 – potrafi zaprojektować i zaimplementować neurosterownik.

PEK\_U03 – potrafi zastosować w praktyce rozwiązania oparte na sieciach neuronowych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – rozumie potrzebę integracji metod stosowanych w różnych dziedzinach.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, wprowadzenie do wykładu, program, wymagania.	1
Wy2	Nieliniowe modele obiektów bazujące na sieciach neuronowych.	2
Wy3	Sterowniki neuronowe bazujące na modelu odwrotnym	2
Wy4	Uczenie wyspecjalizowane. Sterowanie z użyciem modelu.	2
Wy5	Sterowanie predykcyjne i obliczenia neuronowe.	2
Wy6	Sieci rekurencyjne w modelowaniu i sterowaniu.	2
Wy7	Zastosowania sieci neuronowych i obliczeń neuronowych w układach automatyki – perspektywy.	2
Wy8	Repetitorium	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie.	1
Pr2	Modelowanie nieliniowego obiektu dynamicznego z użyciem systemu SYSID	2
Pr3	Badania symulacyjne różnych typów modeli neuronowych.	2
Pr4	Projektowanie statycznego neurosterownika z użyciem systemu NNCTRL.	2
Pr5	Sterowanie z wewnętrznym modelem.	2
Pr6	Sterowanie predykcyjne.	2

Pr7	Modelowanie systemu dynamicznego z użyciem sieci rekurencyjnej.	2
Pr8	Sterowanie neuronowe z pętlą sprzężenia zwrotnego - projekt	2
	Suma godzin	15

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 UCZENIA SIĘ		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U05 PEK_K01 - PEK_K02	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, sprawozdania z wykonanych ćwiczeń
F2	PEK_W01 - PEK_W07	Sprawdzian pisemny
P = 0,4*F1 + 0,6*F2 F1>2, F2>2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
1. 1.J.Korbicz, A. Obuchowicz, D. Uciński Sztuczne sieci neuronowe. PLJ 1994, Warszawa
2. 2.J. Żurada, M. Barski, W. Jędruch Sztuczne sieci neuronowe, PWN, Warszawa 1996.
3. 3.Stanisław Osowski Sieci neuronowe w przetwarzaniu informacji., Warszawa 2000.
4. D. Rutkowska, M.Piliński, L. Rutkowski, Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, PWN, Warszawa 1997
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
1. Norgaard, M., O. Ravn, N. K. Poulsen and L. K. Hansen: Neural networks for modelling and control of dynamic system, Springer, London, 2000.
2. Strony internetowe z oprogramowaniem w MatLABie:
3. <a href="http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnctrl.html">http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnctrl.html</a>
4. <a href="http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnsysid.html">http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnsysid.html</a>

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska - Rafajłowicz 320 - 33 - 45 ewa.rafajlowicz@pwr.wroc.pl

## 2.11 AREU12407 Seminarium specjalnościowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium specjalnościowe</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Specialization seminar</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU12407</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

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

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W02, K2AIR_W03, K2AIR_W04, K2AIR_W05, K2AIR_W06, K2AIR_W07, K2AIR_W08

### 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 referowanych zagadnień

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W1 Zna trendy i nowe rozwiązania w dziedzinie sprzętu i technologii stosowanych w automatyce

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 w sposób zgodny z zasadami przygotować prezentację multimedialną

PEK\_U03 Potrafi przeprowadzić i koordynować dyskusję merytoryczną z uczestnikami prezentacji.

PEK\_U04 Potrafi aktywnie uczestniczyć w moderowanej dyskusji merytorycznej z uczestnikami prezentacji.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Wygłoszenie seminarium i kierowanie dyskusją na jego temat	2
Se2	Czynny udział w seminarium w roli słuchacza i dyskutanta	28
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Prezentacja komputerowa, rzutnik, tablica
- N2 Dyskusja moderowana
- N3 Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W1, PEK_U01, PEK_U02	Ocena zawartości merytorycznej prezentacji, jakość prezentacji, treść i forma wypowiedzi ustnej, wypowiedzi w dyskusji
F2	PEK_U03, PEK_U04	Sprawne prowadzenie i aktywność w dyskusji
$P = 0.6 * F1 + 0.4 * F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |  |
|--|
| 1. Czasopisma, książki i materiały opracowane przez producentów sprzętu o tematyce dotyczącej opracowywanego zagadnienia |
|--|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |   |
|---|
| 1. Materiały wyszukane na stronach internetowych dotyczące opracowywanego zagadnienia |
|---|

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

dr hab. inż. Iwona Karcz - Dulęba, iwona.duleba@pwr.edu.pl
--



## 2.12 AREU00411 Seminarium dyplomowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium dyplomowe</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Diploma Seminar</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Komputerowe sieci sterowania (ARK)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00411</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					3
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					3
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					2

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### 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 UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad przygotowania i pisania pracy dyplomowej, a w szczególności przedstawienie zasad edytorskich	2
Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące omówienia aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	8
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową	6
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące zrealizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku autora wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	14
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 prezentacja multimedialna

N2 dyskusja problemowa

N3 praca własna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
P= 0.6 F1+0.4 F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr hab. inż. Iwona Karcz - Dułęba, iwona.duleba@pwr.edu.pl

### **3 Kursy specjalnościowe Robotyka (ARR)**

**KURSY**

**SPECJALNOŚCIOWE**

**Robotyka (ARR)**

### 3.1 AREU00113 Projekt specjalnościowy 2

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Projekt specjalnościowy 2</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Specialization project</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00113</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

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

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Wiedza, umiejętności i kompetencje właściwe dla ukończenia 2 roku studiów II stopnia na Kierunku Automatyka i robotyka

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Nabycie umiejętności projektowania systemów sensorycznych i systemów sterowania robotów oraz systemów robotycznych, a także wykorzystywania osiągnięć rozwoju robotyki, od robotyki przemysłowej po społeczną - samodzielnie i w zespole

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Analizuje, interpretuje, ocenia i wykorzystuje osiągnięcia i tendencje rozwoju robotyki, od robotyki przemysłowej po społeczną

PEK\_W02 Rozumie pozatechniczne aspekty pracy inżyniera i jej wpływu na środowisko

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Potrafi myśleć i działać kreatywnie

PEK\_U02 Potrafi korzystać na poziomie zaawansowanym ze współczesnej literatury anglojęzycznej dotyczącej metod projektowania robotów i algorytmów planowania ich ruchu.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 Pracuje samodzielnie i w zespole. Rozumie konieczność przekazywania informacji technicznej w sposób zrozumiały.

PEK\_K02 Potrafi przedstawić publicznie swoje zadania, metody ich rozwiązania i uzyskane wyniki w sposób logicznie spójny i zrozumiały, potrafi przygotować prezentację z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi informatycznych i środków audiowizualnych, potrafi publicznie bronić swoich tez,

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Sprawy organizacyjne, podział na grupy projektowe (kryterium: podobna tematyka realizowanej pracy dyplomowej), ustalenie tematów dla poszczególnych grup. Przykładowe tematy: 1. Przegląd wybranych rozwiązań sensorycznych w robotyce, 2. Planowanie, realizacja i wizualizacja ruchu palców robotycznej dłoni, 3. Modelowanie i sterowanie nieholonomicznych i holonomicznych robotów kołowych	2
Pr2	Opracowanie założeń projektowych (każda grupa dla swojego tematu), obejmujących: zakres projektu, harmonogram realizacji i prezentacji wyników, przewidywane środki prezentacji wyników.	2
Pr3	Poszukiwanie i uzgodnienie rozwiązania: analiza literaturowa (Internet) problemu, dyskusja w grupie własnej i z prowadzącym zajęcia. Przygotowanie raportów i prezentacji.	26
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Zajęcia projektowe – dyskusja nad koncepcją realizacji projektu,

N2 Zajęcia projektowe – grupowa praca nad projektem, okresowa prezentacja uzyskanych wyników,

N3 Konsultacje,

N4 Praca własna – realizacja projektu, przygotowanie prezentacji, opracowanie sprawozdania,

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02,	aktywność w dyskusji
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02,	prezentacja postępów projektu
F3	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02,	sprawozdania z postępów projektu
$P = 1/3 \cdot F1 + 1/3 \cdot F2 + 1/3 \cdot F3$ , $F1 \geq 3.0$ , $F2 \geq 3.0$ , $F3 \geq 3.0$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. K. Tchoń et al.: Manipulatory i roboty mobilne. Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2000.</li> <li>2. J.J.Craig: Wprowadzenie do robotyki. WNT, W - wa, 1983.</li> <li>3. J.C.Latombe: Robot Motion Planning. Kluwer, Boston, 1993.</li> <li>4. S. M. LaValle: „Planning Algorithms”, Cambridge University Press, 2006.</li> <li>5. A.Morecki, J.Knopczyk: Podstawy robotyki. WNT, W - wa, 1994.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. K. Kozłowski et al.: Modelowanie i sterowanie robotów. PWN, Warszawa, 2003.</li> <li>2. De Luca C., Electromyography. Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation, (John G. Webster, Ed.) John Wiley Publisher, 98 - 109, 2006.</li> <li>3. H.R. Everett, Sensors for mobile robot, AK Peters, Ltd., Wellesley 1995.</li> <li>4. A. Wołczowski, M. Kurzynski, Human – machine interface in bioprosthesis control using EMG signal classification, Expert Systems 27, 53 - 70, 2010.</li> <li>5. W. Jacak, Roboty Inteligentne - metody planowania działań i ruchu, PWr, Wrocław 1991.</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Andrzej Wołczowski, andrzej.wolczowski@pwr.wroc.pl

### 3.2 AREU00120 Systemy sterowania robotów

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Systemy sterowania robotów</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim:  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00120</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			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	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2			2	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>
<p>K2AIR_-W01, K2AIR_-W04, K2AIR_-W07, K2AIR_-U05, K2AIR_-U08</p>



**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy o podstawowych algorytmach sterowania robotów manipulacyjnych oraz mobilnych.
- C2 Nabycie sprawności w stosowaniu wiedzy do projektowania układów sterowania w zależności od stopnia znajomości modelu dynamiki robota.
- C3 Nabycie umiejętności projektowania układu sterowania dla specyficznego manipulatora.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - potrafi liniowo sparametryzować obiekt i wyznaczyć macierz regresji

PEK\_U02 - potrafi zaprojektować i zastosować odpowiedni algorytm do specyficznego obiektu i konkretnego zadania realizowanego przez robota

Z zakresu kompetencji społecznych:

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp, wprowadzenie do wykładu, program, wymagania.	2
Wy2	Nieadaptacyjne metody obliczania momentu.	2
Wy3	Nieadaptacyjne metody dysypatywne.	2
Wy4	Adaptacyjne metody obliczania momentu.	2
Wy5	Adaptacyjne metody dysypatywne. Dowody zbieżności.	2
Wy6	Sterowanie odporne. Algorytm ślizgowy.	2
Wy7	Odsprzęganie wejściowo-wyjściowe dla robota manipulacyjnego.	2
Wy8	Algorytmy nie wymagające znajomości modelu: PD, $\lambda$ -śledzenie.	2
Wy9	Linearyzacja statyczna dla manipulatora o elastycznych przegubach.	2
Wy10	Algorytm całkowania wstecznego dla manipulatora o elastycznych przegubach.	2
Wy11	Modele kinematyki i dynamiki kołowych robotów mobilnych z ograniczeniami nieholonomicznymi.	2
Wy12	Sterowanie sinusoidalne dla układów łańcuchowych.	2
Wy13	Linearyzacja statyczna dla kołowych robotów mobilnych.	2
Wy14	Linearyzacja dynamiczna dla kołowych robotów mobilnych.	2
Wy15	Repetitorium poznanego materiału.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Przekształcenie dynamiki robota w celu implementacji w Matlabie/Simulinku.	2
Pr2	Sprawdzenie własności strukturalnych wybranego modelu.	2
Pr3	Sprawdzenie poprawności zamodelowanego obiektu. Algorytm Qu i Dorsey'a.	2

Pr4	Stworzenie generatora zadanej trajektorii.	2
Pr5	Stworzenie algorytmu sterowania dla wybranego zadania i stopnia znajomości modelu.	2
Pr6	Uruchomienie i symulacyjna weryfikacja układu zamkniętej pętli obiektu wraz ze sterownikiem.	2
Pr7	Uruchomienie układu estymującego parametry, badania porównawcze.	2
Pr8	Zaliczenie projektu, przedstawienie raportu.	1
	Suma godzin	15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład tradycyjny.  
 N2 Praca własna. Samodzielne studia i przygotowanie do zajęć.  
 N3 Raport końcowy i/lub sprawdzian wiadomości.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 PEK_U02	Raport częściowy i końcowy, odpowiedzi ustne podczas zajęć projektowych
F2	PEK_W01 - W06	
P = 0,5*F1 + 0,5*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. Tchoń K., Mazur A., Dulęba I., Hossa R., Muszyński R.i: 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.

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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.

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

Alicja Mazur, 71 320 4170, alicja.mazur@pwr.edu.pl

### 3.3 AREU00102 Sterowanie adaptacyjne i odporne

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sterowanie adaptacyjne i odporne</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Robust and Adaptive Control</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00102</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	45	45		
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5	0	0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1,5	1,5		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1	1		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K2AIR_W04, 2. K2AIR_W05, K2AIR_W07 K2AIR_U04, K2AIR_U05, K2AIR_U06, K2AIR_U08

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy na temat wybranych klasycznych metod projektowania systemów sterowania
- C2 Zdobycie wiedzy na temat uwzględniania niepewności o sterowanym procesie w modelu jego dynamiki i metodach analizy układów sterowania opartych na takim modelu
- C3 Zdobycie wiedzy na temat algorytmów sterowania  $H_{\infty}$
- C4 Zdobycie wiedzy na temat budowy i analizy adaptacyjnych układów sterowania
- C5 Zdobycie wiedzy na temat komputerowych technik analizy, syntezy i wdrażania odpornych i adaptacyjnych układów sterowania.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna fundamentalne elementy teorii sprzężenia zwrotnego, klasyczne zadania sterowania, kryteria i metody projektowania kompensatora, pojęcie odporności parametrycznej i sposobu jej analizy na gruncie twierdzenia Kharitonova, koncepcję podstawowego modelu perturbacji, twierdzenie o małym wzmacnieniu i pojęcie stabilności wewnętrznej, koncepcje odporności stabilności i odporności zachowania układów sprzężenia zwrotnego oraz warunki wystarczające ich osiągnięcia
- PEK\_W02 – zna problem sterowania  $H_{\infty}$  od stanu i jego rozwiązanie oraz aparat matematyczny leżący u jego podstaw: koncepcję  $J$  – spektralnej faktoryzacji, Algebraicznego Równania Riccatiego i jego fundamentalne własności, koncepcję faktoryzacji względnie pierwszej systemów MIMO oraz parametryzacji Youla sterowników stabilizujących
- PEK\_W03 – zna schemat ogólny adaptacyjnego układu sterowania i podstawowy aparat matematyczny stosowany do analizy systemów adaptacyjnych: wybrane twierdzenia techniczne stosowane w dowodzeniu stabilności systemów adaptacyjnych: lemat Barbalata, lemat Bellmana – Gronwalla, twierdzenie o  $L_p$  stabilności liniowego systemu niestacjonarnego, lemat wymiany.
- PEK\_W04 – zna budowę i własności prostego prawa adaptacji (np. algorytmu gradientowego z martwą strefą), odpornego adaptacyjnego obserwatora Luenbergera, odpornego adaptacyjnego układu sterowania z rozmieszczaniem biegunów, koncepcję backstepping - u oraz prosty adaptacyjny układ sterowania oparty na tej koncepcji
- PEK\_W05 – jest zapoznany z następującymi modułami środowiska programowego Matlab/Simulink: Control System, Robust Control, System Identification, Real - Time Windows Target, Simulink Coder, Embedded Coder, SimMechanics, SimMechanicsLink

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – umie kształtować wzmacnienie pętli sprzężenia zwrotnego, wyznaczyć margines amplitudy i fazy oraz posłużyć się twierdzeniem Doyle’a do zbadania odporności stabilności, posłużyć się twierdzeniem Nyquista oraz kryterium wielomianowym w celu zbadania stabilności, zaprojektować kompensator jedną z metod klasycznych: lead/lag, linii pierwiastkowych, Guillemina - Truxala zwrotnego (technikami rachunkowym i komputerowymi, z wykorzystaniem oprogramowania Matlab / Control System)
- PEK\_U02 – umie zastosować twierdzenie Kharitonova do zbadania stabilności układu sterowania obciążonego niepewnością parametryczną, przekształcić układ sterowania z modelem obciążonym niepewnością do podstawowego modelu perturbacji, z perturbacją addytywną lub multiplikatywną, i opierając się na twierdzeniu o małym wzmacnieniu zbadać odporność stabilności, zbadać odporność zachowania (technikami rachunkowymi, ze wsparciem oprogramowania Matlab / Robust Control)
- PEK\_U03 – umie zaprojektować standardowy sterownik  $H_{\infty}$  od stanu, po uprzedniej weryfikacji warunków jego istnienia, zbadać istnienie jednoznacznego, dodatnio półokreślonego rozwiązania Algebraicznego Równania Riccatiego i wyznaczyć jego rozwiązanie (technikami rachunkowymi, ze wsparciem oprogramowania Matlab / Control System) oraz dokonać analizy podstawowych własności tego równania, dokonać faktoryzacji względnie pierwszej prostego układu MIMO oraz parametryzacji Youla sterowników stabilizujących dla prostego przypadku (technikami rachunkowymi, ze wsparciem oprogramowania Matlab / Robust Control)
- PEK\_U04 – umie zaprojektować adaptacyjny algorytm sterowania oparty na zasadzie równoważnej pewności, posługiwać się: lematem Barbalata, lematem Bellmana – Gronwalla, twierdzeniem o  $L_p$  stabilności liniowego systemu niestacjonarnego przy analizie stabilności prostego adaptacyjnego układu sterowania (technikami rachunkowymi), zastosować wybrane odporne prawo adaptacji (np. gradientowe z martwą strefą lub zaadaptować jeden z rekurencyjnych algorytmów identyfikacji dostępnych w środowisku Matlab / System Identification ) przy konstruowaniu adaptacyjnego układu sterowania, zaprojektować odporny adaptacyjny algorytm sterowania z rozmieszczaniem biegunów dla obiektu SISO i dokonać analizy symulacyjnej takiego układu w środowisku Matlab/Simulink
- PEK\_U05 – umie dokonać syntezy algorytmu sterowania na gruncie strategii szybkiego prototypowania sterowników, wykorzystać środowisko Matlab/ Real - Time Windows Target we współpracy z kartą pomiarową do sterowania obiektem z poziomu Simulinka i do pobierania danych na potrzeby identyfikacji w środowisku Matlab / System Identification, umie automatycznie wygenerować kod w języku C pod określony mikrokontroler posługując się mechanizmami modułu Simulink / Embedded Coder na podstawie algorytmu sterowania wdrożonego w Simulinku, dokonać konwersji modelu 3D utworzonego w jednym z systemów CAD do schematu w Simulinku złożonego z bloków modułu SimMechanics i wykorzystać otrzymany model do syntezy i analizy algorytmu sterowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Schemat ogólny układu sterowania	2
Wy2	Klasyczne metody projektowania kompensatorów	2
Wy3	Metody analizy niepewności parametrycznej	2
Wy4	Przestrzenie sygnałów, normy systemów	2
Wy5	Modele niepewności	2
Wy6	Algebraiczne równania Riccatiego	2
Wy7	Algebra systemu	2
Wy8	Sterowanie $H_{\infty}$	2
Wy9	Schemat ogólny adaptacyjnego układu sterowania	2

Wy10	Stabilność	2
Wy11	Rekurencyjne algorytmy identyfikacji	2
Wy12	Odporne prawa adaptacji	2
Wy13	Adaptacyjny obserwator Luenbergera	2
Wy14	Adaptacyjne rozmieszczanie biegunów i backstepping	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Wybrane zagadnienia z metod matematycznych w automatyce i robotyce	3
Ćw2	Klasyczne techniki projektowania kompensatorów	2
Ćw3	Modele niepewności i odporność	2
Ćw4	Algebraiczne równanie Riccatiego, Sterowanie $H_{\infty}$	2
Ćw5	Własności prostych praw adaptacji	2
Ćw6	Stabilność prostych systemów adaptacyjnych	2
Ćw7	Kolokwium	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych	1
La2	Wprowadzenie do Real - Time Workshop Embedded Coder i Real - Time Windows Target I	2
La3	Wprowadzenie do Real - Time Workshop Embedded Coder i Real - Time Windows Target II	2
La4	Modelowanie fizyczne	2
La5	Silnik DC: modelowanie i identyfikacja	2
La6	Silnik DC: sterowanie oparte na modelu	2
La7	Wahadło na wózku: stabilizacja oparta na modelu	2
La8	Termin odrębny	2
	Suma godzin	15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- 1 Wykład tradycyjny
- 2 Ćwiczenia obliczeniowe
- 3 Ćwiczenia laboratoryjne
- 4 Konsultacje
- 5 Praca własna – rozwiązywanie przykładowych zadań
- 6 Praca własna – samodzielne studia literaturowe
- 7 Praca własna – rozwiązywanie przykładowych zadań przy użyciu środowiska obliczeniowego Matlab/Simulink lub Octave
- 8 Praca własna – rozwiązywanie przykładowych zadań w formie programów w języku C/C++

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W05	Kolokwium (wykład)
F2	PEK_W01 - PEK_UW5, PEK_U01 - PEK_U05	aktywność na ćwiczeniach, kolokwium (ćwiczenia)
F3	PEK_U01 - PEK_U05	Sprawozdania z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych (laboratorium)
P=0.33*F1+0.33*F2+0.34*F3, F1>=3.0, F2>=3.0, F3>=3.0 Uwaga: warunkiem koniecznym uzyskania pozytywnej oceny podsumowującej P jest uzyskanie zaliczeń z wszystkich form zajęć składających się na kurs (co oznacza, że F1.F2, F3 są pozytywne).		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. T. Kaczorek, Wektory i macierze w automatyce i elektrotechnice, WNT, 1998
2. T. Kaczorek, Podstawy teorii sterowania, WNT, 2005
3. A. Niederliński, J. Mościński, Z. Ogonowski, Regulacja Adaptacyjne, PWN, 1995
4. P. A. Ioannou, J. Sun, Robust Adaptive Control, Prentice - Hall, 1996 <http://www-rcf.usc.edu/ioannou/RobustAdaptiveBook95pdf>
5. Datta, Biswa Nath, Numerical Methods for Linear Control Systems - Design and Analysis, 2004 Elsevier [http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\\_EXT\\_KNOVEL\\_DISPLAY\\_bookid=1920](http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1920)

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. F. W. Fairman, Linear Control Theory. The State Space Approach. John Willey and Sons, 1998
2. K. Zhou, J. C. Doyle, K. Glover, Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1996
3. R. Marino, P. Tomei, Nonlinear Control Design. Geometric, Adaptive and Robust, Prentice Hall, 1995
4. R. A. Freeman, P. A. Kokotović, Robust Nonlinear Control Design, State - Space and Lyapunov Techniques, Birkhäuser, 1996
5. I. Mareels, J.W.Polderman, Adaptive Systems An Introduction, Birkhäuser, 1996
6. I. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, Adaptive Control, Springer - Verlag London, 1998.
7. G. Tao, Adaptive Control Design and Analysis, John Willey and Sons, 2003
8. B. Shahian, M. Hassul, Control System Design Using Matlab, Englewood Cliffs, 1993
9. The Mathworks. Dokumentacja oprogramowania Matlab/Simulink
10. B. Mrozek, Z. Mrozek, Matlab i Simulink. Poradnik Użytkownika, Helion 2004

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

Krzysztof Arent, krzysztof.arent@pwr.edu.pl
---



### 3.4 AREU00103 Systemy zdarzeniowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Systemy zdarzeniowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Discrete Event Systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00103</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2			2	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Kompetencje w zakresie podstaw automatyki i robotyki, podstaw teorii sterowania, podstaw systemów operacyjnych i podstaw programowania.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z teorii Dyskretnych Systemów Zdarzeniowych (DES), w tym języków formalnych, automatów stanu i sieci Petriego.
- C2 Zdobywanie umiejętności zastosowania teorii DES w modelowaniu obiektów i systemów automatyki oraz w konstrukcji sterowania nadrzędnego.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – Ma wiedzę z zakresu podstaw formalnych dyskretnych systemów zdarzeniowych (DES), w tym sieci Petriego i automatów skończenie - stanowych.

PEK\_W02 – Ma wiedzę z zakresu syntezy sterowania nadrzędnego w oparciu o modele DES oraz jej zastosowania w wybranych systemach automatyki i robotyki.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Potrafi abstrahować działanie systemów za pomocą formalizmu DES, rozwiązywać w sposób algorytmiczny problemy sterowania takimi systemami i tworzyć programy realizujące wyznaczoną logikę sterowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do dyskretnych systemów zdarzeniowych (DES). Nowy para - dygmat modelowania i sterowania.	2
Wy2 - Wy3	Modele formalne zachowań systemu: języki i automaty stanu.	4
Wy4 - Wy5	Sieciowe modele DES: sieci Petriego typu miejsce/przejście.	4
Wy6	Sieci Petriego wyższego rzędu. Sieci predykatowe i kolorowane.	2
Wy7	Model DES systemów przydziału zasobów RAS (Resource Allocation Systems), taksonomia RAS.	2
Wy8	Sterowanie nadrzędne ze sprzężeniem zwrotnym w DES. Koncepcja zarządcy (supervisor). Sterowanie modularne i rozproszone.	2
Wy9	Problemy unikania blokad w RAS: złożoność obliczeniowa i typy rozwiązań.	2
Wy10	Czasowe modele DES. Predykcja i optymalizacja efektywności działania w systemach zdarzeniowych.	2
Wy11	Sterowanie przepływem materiałów w elastycznych komórkach produkcyjnych.	2
Wy12	Sterowanie nadrzędne systemem transportowym AGV.	2
Wy13	Koordynacja ruchu agentów w systemie agentów mobilnych.	2
Wy14	Synteza sterowania w złożonych systemach medycznych: skaner MRS i system przepływu pacjentów	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Przedstawienie organizacji i tematyki projektu: praca zespołowa, konstrukcja modelu i implementacja programowa sterowania nadrzędnego dla wybranego systemu DES.	2
Pr2	Podział na grupy projektowe, przedyskutowanie z poszczególnymi grupami ich zadania projektowego oraz przedstawienie wymaganej struktury wstępnego opisu projektu (problem, plan pracy - lista zadań, rozkład w czasie i osoby odpowiedzialne, kamienie milowe, raporty, zarządzanie projektem, zespół realizujący). Zapis studentów na e - portal.	2
Pr3	Przedyskutowanie z poszczególnymi grupami dostarczonych wstępnych opisów projektów. Ewentualna modyfikacja opisu.	2
Pr4 - Pr6	Opracowanie modelu obiektu i algorytmów sterowania. Dokumentacja w postaci raportów częściowych, związanych z ustalonymi kamieniami milowymi. Ewaluacja przez prowadzącego przedstawianych wyników częściowych, dyskusja ze studentami, ewentualne sugestie modyfikacji dalszych prac.	6
Pr7 - Pr12	Implementacja programowa systemu sterowania. Dokumentacja w postaci raportów częściowych, związanych z ustalonymi kamieniami milowymi. Ewaluacja przez prowadzącego przedstawianych wyników częściowych, dyskusja ze studentami, ewentualne sugestie modyfikacji dalszych prac.	12
Pr13 - Pr14	Przygotowanie raportu końcowego. Odbiór projektów. Ewaluacja opracowanego przez poszczególne grupy systemu sterowania i jego dokumentacji. Realizacja ewentualnych poprawek.	4
Pr15	Dysseminacja wyników pomiędzy wszystkimi uczestnikami kursu. Prezentacja przez poszczególne grupy osiągniętych wyników.	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora 2 Zajęcia projektowe - zespołowa realizacja ustalonych tematów projektu pod nadzorem prowadzącego 3 E - portal Politechniki Wrocławskiej <a href="http://eportal.pwr.wroc.pl">http://eportal.pwr.wroc.pl</a> - repozytorium materiałów i dodatkowe medium komunikacyjne pomiędzy studentami i prowadzącym zajęcia 4 Konsultacje 5 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium 6 Praca własna – samodzielna realizacja części zadań projektowych

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02	wynik kolokwium
F2	PEK_U01	ewaluacja opisu wstępnego, procesu realizacji i rezultatu projektu
P = 0,5*F1 + 0,5*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. C.G. Cassandras, S. Lafortune, Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer Academic Publishers, 1999. Rozdziały 1 - 5.</li><li>2. R. David, H. Alla, Petri Nets and Grafcet: tools for modelling discrete event systems, Prentice Hall, 1992</li><li>3. S.A. Reveliotis, Real - Time Management of Resource Allocation Systems: A Discrete - Event Systems Approach , Springer, NY, 2005.</li></ol> |
|---|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. W. Reisig, Sieci Petriego, WNT 1988</li><li>2. J. Błażewicz, Złożoność obliczeniowa problemów kombinatorycznych, WNT, 1988</li><li>3. M. Szpyrka, Sieci Petriego w modelowaniu i analiziesystemó współbieżnych, WNT, 2008</li><li>4. W.M. Wonham, Supervisory Control of Discrete Event Systems, <a href="http://www.control.utoronto.ca/cgi-bin/dldes.cgi">http://www.control.utoronto.ca/cgi - bin/dldes.cgi</a></li><li>5. M.C. Zhou, M.P. Fanti (editors), Deadlock Resolution in Computer - Integrated Systems, Marcel Dekker, 2005</li><li>6. Czasopisma:</li><li>7. IEEE Transactions on Automatic Control</li><li>8. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering</li></ol> |
|---|

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

Elżbieta Roszkowska, 71 320 32 98, <a href="mailto:elzbieta.roszkowska@pwr.edu.pl">elzbieta.roszkowska@pwr.edu.pl</a>
---

### 3.5 AREU00121 Metody sztucznej inteligencji

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Metody sztucznej inteligencji</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Artificial Intelligence Methods</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00121</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90			60	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2			2	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<p>Podstawowa znajomość matematyki (algebra, logika).</p> <p>Dobra umiejętność programowania i co najmniej elementarna znajomość programowania obiektowego.</p>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Ogólne zrozumienie zagadnień reprezentacji wiedzy i wnioskowania.
- C2 Nabycie wiedzy o wykorzystaniu heurystyk w sztucznej inteligencji.
- C3 Nabycie wiedzy o wykorzystaniu logiki i dowodzenia twierdzeń w sztucznej inteligencji.
- C4 Nabycie wiedzy o wykorzystaniu prawdopodobieństwa i reguły Bayesa w sztucznej inteligencji, probabilistycznego podejmowania decyzji, procesach decyzyjnych Markowa i metodach sekwencyjnego podejmowania decyzji.
- C5 Nabycie praktycznej umiejętności tworzenia abstrakcyjnej reprezentacji problemów, i wykorzystania jednego z istniejących paradygmatów formalnych do jego rozwiązania.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 - rozumie pojęcie sztucznej inteligencji, reprezentacji wiedzy i wnioskowania
- PEK\_W02 - zna metody przeszukiwania dla różnych klas zagadnień i użycia heurystyk w rozwiązywaniu problemów
- PEK\_W03 - rozumie użycie języka logiki matematycznej do opisu problemów, i znaczenie niepewności reprezentacji
- PEK\_W04 - rozumie użycie prawdopodobieństwa do opisu problemów, oraz procesy decyzyjne Markowa i podstawowe algorytmy ich rozwiązywania

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 - potrafi tworzyć abstrakcyjne opisy trudnych problemów praktycznych i implementować metody ich rozwiązywania wykorzystując algorytmy sztucznej inteligencji

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp: program, wymagania, literatura. Podstawowe pojęcia i zagadnienia. Pojęcie sztucznej inteligencji. Test Turinga. Historia. Mocna i słaba sztuczna inteligencja. Reprezentacja wiedzy.	2
Wy2	Reprezentacja w przestrzeni stanów. Przeszukiwanie z nawracaniem. Wykorzystanie informacji heurystycznej. Strategie zachłanne.	2
Wy3	Przeszukiwanie na grafach. Strategie wszerek, wgląd, i najpierw-najlepszy. Algorytm A*. Własności. Tworzenie heurystyk.	2
Wy4	Zagadnienie spełniania więzów CSP. Spójność lukowa. Podstawowe algorytmy. Przeszukiwanie dla gier dwuosobowych. Algorytm minimax. Metoda odcięć alfa-beta. Uogólnienia podstawowego minimum.	2
Wy5	Reprezentacje oparte na logice matematycznej. Rachunek predykatów pierwszego rzędu. Dowodzenie twierdzeń metodą rezolucji i wnioskowanie na nim oparte.	2
Wy6	Programowanie w logice. Klauzule Horna. Prolog.	2
Wy7	Reprezentacja zmian w logice. Wykorzystanie informacji niepełnej i niepewnej. Logiki niemonotoniczne. Ograniczenia reprezentacji opartej na logice matematycznej.	2
Wy8	Semantyczna reprezentacja wiedzy. Inicjatywa Semantic Web. Podstawy XML.	2

Wy9	Reprezentacja wiedzy w postaci trójek. Sieci semantyczne. Język reprezentacji RDF. Język zapytań SPARQL.	2
Wy10	Logiki opisowe. Język OWL.	2
Wy11	Reprezentacja probabilistyczna. Prawdopodobieństwo warunkowe. Reguła Bayesa. Probabilistyczne sieci przekonań.	2
Wy12	Wnioskowanie probabilistyczne w czasie. Ukryte modele Markowa. Dynamiczne sieci Bayesowskie.	2
Wy13	Podstawy podejmowania decyzji. Funkcje użyteczności. Zasada MEU. Diagramy wpływów/sieci decyzyjne. Wartość informacji.	2
Wy14	Sekwencyjne problemy decyzyjne. Procesy decyzyjne Markowa. Programowanie dynamiczne. Algorytmy iteracji wartości i polityki.	2
Wy15	Uczenie ze wzmocnieniem. Podstawowe algorytmy. Eksploracja. Aproksymacja funkcji.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1-Pr4	Seria czterech miniprojektów indywidualnych związanych z zagadnieniami omawianymi w ramach wykładu: przeszukiwania heurystycznego, programowania logicznego, i reprezentacji probabilistycznej.	15
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora N2 prezentacje on-line w trakcie wykładu N4 zajęcia projektowe N6 konsultacje N7 praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego N9 praca własna - opracowanie projektów N11 portal edukacyjny Politechniki Wrocławskiej <a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 ÷ PEK_W04	Kolokwium pisemne
F2	PEK_U01	Ocena wykonanych ćwiczeń projektowych
$P = 0,6 * F1 + 0,4 * F2$ (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |  |
|--|
| 1. S.J.Russell, P.Norvig, Artificial Intelligence A Modern Approach (3rd Ed.), Prentice-Hall, 2010 |
|--|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |                          |
|--------------------------|
| 1. notatki z wykładu     |
| 2. materiały internetowe |

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

Witold Paluszyński, witold.paluszynski@pwr.edu.pl
---



### 3.6 AREU00118 Rozproszone systemy sterowania

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Rozproszone systemy sterowania</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Distributed Control Systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00118</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
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	4		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Potrafi pisać i uruchamiać program w języku C++</li> <li>Posiada znajomość podstaw automatyki i robotyki oraz teorii regulacji.</li> </ol>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zdobyć wiedzy na temat metody projektowania zorientowanego na komponenty
- C2 – Zdobyć wiedzy na temat rozproszonych systemów sterowania
- C3 – Zdobyć wiedzy o protokołach komunikacji
- C4 – Poznanie wybranych robotycznych środowisk i bibliotek programistycznych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna podstawy metody projektowania zorientowanej na komponenty
- PEK\_W02 – zna podstawy projektowania rozproszonych systemów sterowania
- PEK\_W03 – zna podstawowe protokoły komunikacji stosowane w systemach rozproszonych
- PEK\_W04 – zna wybrane robotyczne środowiska i biblioteki programistyczne

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi projektować i implementować rozproszone heterogeniczne systemy sterowania
- PEK\_U02 – potrafi dekomponować złożone systemy, definiować komponenty i interfejsy
- PEK\_U03 – potrafi posługiwać się dostępnymi środowiskami i narzędziami programistycznymi w celu implementacji złożonych rozproszonych systemów sterowania

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rozproszone systemy sterowania - wprowadzenie	2
Wy2	Podjęcie zorientowane na komponenty w projektowaniu rozproszonych systemów sterowania	3
Wy3	Protokoły komunikacji	2
Wy4	Struktura ramowa OROCOS	3
Wy5	Struktura ramowana ROS	3
Wy6	Narzędzia i biblioteki programistyczne	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie, szkolenie BHP, przygotowanie środowiska pracy	2
La2	Modelowanie zorientowane na komponenty	2
La3	Komunikacja w systemach rozproszonych	2
La4	Wprowadzenie do OROCOS	2
La5	Projektowanie komponentu w OROCOS	2
La6	Implementacja systemu rozproszonego w OROCOS	4
La7	Wprowadzenie do ROS	2
La8	Projektowanie komponentu w ROS	2

La9	Implementacja systemu rozporoszonego w ROS	4
La10	Integracja ROS i OROCOS	4
La11	Biblioteki programistyczne	4
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny
N2 Ćwiczenia laboratoryjne
N3 Konsultacje
N4 Praca własna – przygotowanie do zajęć laboratoryjnych
N5 Praca własna – samodzielne studia literaturowe

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W05	Zaliczenie na ocenę
F2	PEK_U01 - PEK_U04 PEK_K01	Wykonanie ćwiczeń audytoryjnych
P = 0,4*F1 + 0,6* F2 (ocena pozytywna pod warunkiem: F1>2 i F2>2)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
1. R. Simmons, D. Kortencamp, D. Brugali. Robotics Systems Achitectures and Programming. Handbook of Robotics Hed.
2. R. Bischoff, T. Guhl, E. Prassler, W. Nowak, G. Kraetzschmar, H. Bruyninckx, P. Soetens, M. Haegele, A. Pott, P. Breedveld, J. Broenink, D. Brugali and N. Tomatis. BRICS – Best practice in robotics. In Proc. Of the IFR International Symposium on Robotics (ISR 2010), June 2010, Munich, Germany
3. R. Patrick Goebel, “ROS By Example HYDRO – Volume 1”, 2014
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
1. B. Houska, H.J. Ferreau, M. Diehl: ACADO Toolkit - An Open – Source Framework for Automatic Control and Dynamic Optimization. Optimal Control Methods and Application 32, 298 - 312 (2011)
2. D. Brugali and P. Scandurra. Component – based Robotic Engineering. Part II: Models and systems. In IEEE Robotics and Automation Magazine, March 2010

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr inż. Mariusz Janiak (mariusz.janiak@pwr.edu.pl)

### 3.7 AREU00119 Algorytmy robotyki mobilnej

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Algorytmy robotyki mobilnej</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Algorithms for mobile robotics</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00119</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	40		40		40
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4		0		0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		1

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
K2AIR_W05,K2AIR_W07,K2AIR_W08

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Uzyskanie wiedzy o metodach lokalizacji robota
C2 Uzyskanie wiedzy o metodach tworzenia mapy otoczenia przez robota mobilnego
C3 Rozwój umiejętności implementacji algorytmów dla robotów mobilnych
C4 Rozwój umiejętności analizowania aktualnych kierunków rozwoju robotyki mobilnej

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>
Z zakresu wiedzy:
PEK_W01 – zna i rozumie typowe problemy robotyki mobilnej
PEK_W02 – zna metody lokalizacji robotów mobilnych
PEK_W03 – rozumie problemy tworzenia map i SLAM
Z zakresu umiejętności:
PEK_U01 – umie rozwiązać problem samolokalizacji robota mobilnego
PEK_U02 – potrafi zbudować mapę otoczenia robota mobilnego
PEK_U03 – potrafi wykorzystać czujniki i mapy do nawigacji robota
PEK_U04 – potrafi analizować i prezentować algorytmy robotyki mobilnej publikowane w aktualnej literaturze specjalistycznej
Z zakresu kompetencji społecznych:

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy 1	Wprowadzenie. Zastosowania i zagadnienia robotyki mobilnej	1
Wy 2	Podstawy matematyczne algorytmów robotyki mobilnej	2
Wy 3	Metody filtracji i fuzji danych sensorów robotów mobilnych	2
Wy 4	Lokalizacja robota: odometria, modele Markowa, EKF	2
Wy 5	Budowa map otoczenia: mapy metryczne, topologiczne, hybrydowe	2
Wy 6	Podstawy SLAM: idea i metody	2
Wy 7	Zadanie eksploracji	2
Wy 8	Prezentacja aktualnych trendów w robotyce mobilnej	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab 1	Wprowadzenie. Podstawy obsługi stanowisk laboratoryjnych. Elementy systemu ROS.	3
Lab 2	Samolokalizacja robota za pomocą metod przyrostowych	3
Lab 3	Fuzja danych sensorycznych w lokalizacji robota	3
Lab 4	Tworzenie mapy otoczenia	3
Lab 5	Nawigacja robota z wykorzystaniem automatycznie budowanej mapy	3
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Sem 1	Wprowadzenie. Prezentacja zagadnień. Wybór tematów do opracowania.	1
Sem 2	Prezentacja teoretycznych podstaw wybranych współczesnych algorytmów robotyki mobilnej	6
Sem 3	Prezentacja wyników działania wybranych algorytmów w środowisku symulacyjnym lub rzeczywistym	6
Sem 4	Omówienie i podsumowanie rezultatów.	2
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład N2 Ćwiczenia laboratoryjne N3 Konsultacje N4 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium N5 Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych N6 Prezentacja multimedialna – przygotowanie i wygłoszenie

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U03	Odpowiedzi ustne, ocena realizacji zadań laboratoryjnych, sprawozdania z laboratorium
F2	PEK_U04	Ocena przygotowania i zaprezentowania wybranych zagadnień
F3	PEK_W01 - PEK_W03	Kolokwium pisemne, opracowanie wybranych zagadnień
$P = 1/3 \cdot F1 + 1/3 \cdot F2 + 1/3 \cdot F3$ , $F1 \geq 3.0$ , $F2 \geq 3.0$ , $F3 \geq 3.0$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b> 1. R.Siegwart. Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press, 2011. 2. S.Thru i in. Probabilistic robotics. MIT Press, 2006. 3. A.Kelly. Mobile Robotics: Mathematics, Models, and Methods. Cambridge University Press, 2013  <b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b> 1. Handbook of robotics. Springer, 2008. 2. M. Ben-Ari, F. Mondada. Elements of Robotics. Springer 2018 3. H.Choset et al. Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations. A Bradford Book, 2005. 4. The DARPA Urban Challenge. Springer, 2010.

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

Janusz Jakubiak, Janusz.Jakubiak@pwr.edu.pl
---

### 3.8 AREU00122 Uczenie maszynowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Uczenie maszynowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Machine Learning</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00122</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Wymagana dobra umiejętność programowania i co najmniej elementarna znajomość programowania obiektowego.



<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
<p>C1 Nabycie wiedzy o metodach automatycznego uczenia: klasyfikacji, i grupowania.</p> <p>C2 Nabycie praktycznej umiejętności tworzenia programów do drażenia danych i maszynowego uczenia.</p>

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>
<p>Z zakresu wiedzy: PEK_W01 - zna podstawowe metody uczenia maszyn nadzorowane i nienadzorowane</p> <p>Z zakresu umiejętności: PEK_U01 - potrafi implementować algorytmy automatycznej klasyfikacji i klasteryzacji danych</p> <p>Z zakresu kompetencji społecznych:</p>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do uczenia maszyn. Typy algorytmów ML: regresja, klasyfikacja, i klasteryzacja. Zagadnienia w uczeniu maszyn: uogólnianie, prze- i niedouczenie, modele generatywne i dyskryminatywne, modele parametryczne i nieparametryczne.	1
Wy2	Uczenie drzew decyzyjnych. Zysk informacji i entropia. Błędy w danych. Warunki stopu i przycinanie. Problemy z parametrami numerycznymi. Binarne drzewa decyzyjne.	2
Wy3	Dokładność i błąd uczenia indukcyjnego. Zbiory: treningowy, walidacyjny, i testowy. Walidacja krzyżowa. Wykrywanie przeuczenia. Naiwny klasyfikator bayesowski. Metoda NBC dla parametrów ciągłych. Regresja logistyczna.	2
Wy4	Miary błędów w uczeniu maszynowym. Metoda najbliższych sąsiadów. Dalsze zagadnienia automatycznej klasyfikacji: kłątwa wymiarowości, inżynieria cech, ensemble learning.	2
Wy5	Sztuczne sieci neuronowe. Perceptron wielowarstwowy. Architektury sieciowe. Metoda wstecznej propagacji błędów.	2
Wy6	Sztuczne sieci neuronowe (cd). Regularyzacja. Strojenie parametrów. Modele uczenia głębokiego. Sieci konwolucyjne.	2
Wy7	Metody uczenia nienadzorowanego. Algorytm k-means. Grupowanie hierarchiczne. Algorytm EM.	2
Wy8	Obliczeniowa teoria uczenia maszyn. Model ogólny. Model PAC. Warunki PAC-nauczalności i wymagana długość serii uczącej. Wymiar Wapnika-Czerwonienkisa.	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1-3	Seria trzech ćwiczeń związanych z zagadnieniami omawianymi w ramach wykładu: algorytmów uczenia maszyn nadzorowanego i nienadzorowanego, inżynierii cech, szacowania błędów, wykrywania przeuczenia i niedouczenia.	15

Suma godzin	15
-------------	----

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 prezentacje on-line w trakcie wykładu
N3 zajęcia laboratoryjne
N6 konsultacje
N7 praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego
N8 praca własna - przygotowanie do zajęć laboratoryjnych
N11 portal edukacyjny Politechniki Wrocławskiej <a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01	Pisemne kolokwium zaliczeniowe
F2	PEK_U01	Ocena wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
P = 0,4*F1 + 0,6*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
1. notatki z wykładu
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
1. S.J.Russell, P.Norvig, Artificial Intelligence A Modern Approach (3rd Ed.), Prentice-Hall, 2010
2. I.H.Witten, E.Frank, M.A.Hall: Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques (3rd Ed.), Morgan Kaufman, 2011
3. Kevin P. Murphy: Machine Learning A Probabilistic Perspective, MIT Press, 2012
4. P.Cichosz, Systemy uczące się, WNT, Warszawa 2000
5. materiały internetowe

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Witold Paluszyński, <a href="mailto:witold.paluszynski@pwr.edu.pl">witold.paluszynski@pwr.edu.pl</a>

### 3.9 AREU00115 Roboty społeczne

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Roboty społeczne</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Social Robots</b>	
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>	
Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>	
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>	
Kod przedmiotu: <b>AREU00115</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)	30		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,5		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1 Nie ma

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie umiejętności kreowania wspólnej przestrzeni społecznej ludzi i robotów  
 C2 Nabycie podstawowej wiedzy na temat technologii robotów społecznych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Wiedza o fundamentalnych cechach robota społecznego

PEK\_W02 Wiedza o wybranych obliczeniowych modelach emocji oraz o potrzebie i aktualnych możliwościach wyposażenia robota społecznego w empatię.

PEK\_W03 Wiedza o koncepcji urzeczywistnienia oraz o konstrukcjach wybranych robotów humanoidalnych i platform badawczych z obszaru interakcji człowiek – robot jak również o potrzebie i aktualnych możliwościach wbudowania w robota społecznego zdolności do komunikacji werbalnej i niewerbalnej z człowiekiem.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Umiejętność programowania robota humanoidalnego Nao

PEK\_U02 Umiejętność projektowania i implementacji zachowań społecznie interaktywnych dla robota Nao oraz realizacji krótkoterminowych scenariuszy wielomodalnych interakcji człowiek – robot z udziałem Nao.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Robot społecznie interaktywny	2
Wy2	Obliczeniowe modele emocji, osobowość	3
Wy3	Modele użytkownika, intencjonalność	2
Wy4	Urzeczywistnienie robota społecznego	2
Wy5	Komunikacja robota z człowiekiem	2
Wy6	Interakcje człowiek - robot: przykłady zagadnień badawczych	2
Wy7	Robot - towarzysz życia	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do zajęć, budowa robota Nao	1
La2	Podstawy programowania graficznego robota Nao w środowisku Choreographe	2
La3	Percepcja człowieka i otoczenia przez Nao	2
La4	Ruch, działanie, zachowania ekspresyjne	2
La5	Komunikacja głosowa robot - człowiek, system dialogowy Nao	2
La6	Zastosowanie języka Python do programowania zachowań interaktywnych robota Nao	2
La7	Interakcje robot - człowiek, animowanie społecznych zachowań robota Nao	2
La8	Obliczeniowy model emocji, dystanse personalne robot - człowiek	2

Suma godzin	15
-------------	----

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 wykład
N2 ćwiczenia laboratoryjne
N3 konsultacje
N4 praca własna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W03	Kolokwium zaliczeniowe (wykład)
F2	PEK_U01, PEK_U02	Sprawozdania z realizacji ćwiczenia laboratoryjnego (laboratorium)
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$ , $F1 \geq 3.0$ , $F2 \geq 3.0$ Uwaga: warunkiem koniecznym uzyskania pozytywnej oceny podsumowującej P jest uzyskanie zaliczeń z wszystkich form zajęć składających się na kurs (co oznacza, że F1, F2 są pozytywne).		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terrence Fong, Illah Nourbakhsh, Kerstin Dautenhahn, A survey of socially interactive robots , Robotics and Autonomous Systems, Volume 42, Issues 3 - 4, Pages 143 - 166</li> <li>2. C. Breazeal, A. Takanishi, T. Kobayashi, Social Robots that Interact with People rozdział w: Springer Handbook of Robotics, pp. 1349 - 1369, Springer Berlin Heidelberg, 2008</li> <li>3. Joscha Bach, Dietrich Dörner, Ronnie Vuine, Psi and MicroPsi A Novel Approach to Modeling Emotion and Cognition in a Cognitive Architecture, The 7th International Conference on Cognitive Modeling</li> <li>4. Cynthia Breazeal, Emotion and sociable humanoid robots, International Journal of Human - Computer Studies, vol. 59, Issues 1 - 2, July 2003, Pages 119 - 155</li> <li>5. Brian Scassellati, Theory of Mind for a Humanoid Robot, Humanoids 2000</li> <li>6. C. Breazeal, Designing Sociable Robots, MIT Press, Cambridge, MA, 2002</li> <li>7. Zhihong Zeng, Maja Pantic, Glenn I. Roisman and Thomas S. Huang, A survey of affect recognition methods: audio, visual and spontaneous expressions, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 2009, wolumen 31, s. 39 - 58.</li> <li>8. M. A. Anusuya, S. K. Katti. Speech recognition by machine: A review. International Journal of Computer Science and Information Security, 2009, wolumen 6 s. 181 - 205.</li> <li>9. S. Mitra, T. Acharya, Gesture Recognition: A Survey, IEEE Trans. Systems, Man, Cybernet., —Part C: Applications and Reviews, vol. 37, no. 3, pp.311 - 324, 2007</li> <li>10. Riek, L.D. Rabinowitch, T. - C. Bremner, P. Pipe, A.G. Fraser, M. Robinson, P.Cooperative gestures: Effective signaling for humanoid robots, Human - Robot Interaction (HRI), 2010 5th ACM/IEEE International Conference on, page(s): 61 - 68</li> <li>11. K. Dautenhahn. Methodology and themes of human - robot interaction: A growing research field. International Journal of Advanced Robotic Systems, 2007, wolumen 4 (1), s. 103-108.</li> </ol>

**LITERATURA UZUPELNIAJĄCA:**

1. Joao Miguel de Sousa de Assis Dias, FearNot!: Creating Emotional Autonomous Synthetic Characters for Empathic Interactions, UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA, rozprawa doktorska
2. A. Billard et al. Robot Programming by Demonstration, Handbook of Robotics, Ch 59, 2007.
3. "[13] Wickens, Gordon, and Liu, Chapter 2: Research Methods, W: An Introduction to Human Factors Engineering, 1998. "
4. Nao, <http://www.aldebaran-robotics.com/en>

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

Krzysztof Arent, [krzysztof.arent@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.arent@pwr.edu.pl)

### 3.10 AREU00123 Planowanie ruchu robotów

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Planowanie ruchu robotów</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Robot motion planning</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00123</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				30
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				1

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W02, K2AIR_W04, K2AIR_W07, K2AIR_U01, K2AIR_U03, K2AIR_U08

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 nabycie wiedzy o metodach i algorytmach planowania ruchu układów holonomicznych
- C2 nabycie wiedzy o metodach i algorytmach planowania ruchu układów nieholonomicznych
- C3 zdobycie umiejętności korzystania ze współczesnej literatury anglojęzycznej metod planowania ruchu robotów
- C4 nabycie zdolności analizy algorytmów robotyki i ich oceny praktycznej (złożoność, klasa rozwiązywanych zadań)

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – posiada wiedzę matematyczną niezbędną do formułowania zadań planowania ruchu
- PEK\_W02 – zna idee przedstawianych metod i odpowiadające im algorytmy
- PEK\_W03 – ma wiedzę o interpolacji toru krzywymi sklejanymi różnych rzędach
- PEK\_W04 – zna sposoby adaptacji metody Newtona dla robotów holonomicznych i nieholonomicznych
- PEK\_W05 – zna rozszerzenie metody pól potencjałów działającą na torach ruchu
- PEK\_W06 – posiada wiedzę operacyjną z klasycznych metod sterowania optymalnego oraz metod Lie algebraicznych
- PEK\_W07 – zna specyfikę modeli dla specjalizowanych metod planowania ruchu
- PEK\_W08 – posiada wiedzę o wybranych metodach planowania dla grup robotów

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi umiejscowić zadania planowania wśród zadań robotyki
- PEK\_U02 – potrafi dobrać metodę dla zadanego problemu planowania
- PEK\_U03 – potrafi dobrać stopień wielomianu interpolującego dla pożądanых własności wynikowego toru, sformułować równania na jego parametry dla zadanych danych wejściowych
- PEK\_U04 – potrafi podać analogony przestrzeni konfiguracyjnej, sterowań, kinematyki dla algorytmów Newtona stosowanych dla robotów holonomicznych i nieholonomicznych
- PEK\_U05 – potrafi stosować zasady sterowania optymalnego dla wybranych zadań stawianych robotom
- PEK\_U06 – potrafi przedstawić kolejne kroki metody Lie algebraicznej i podać problemy numeryczne w nich występujące
- PEK\_U07 – potrafi wyliczyć sterowania okresowe dla układów łańcuchowych realizujących zadanie planowania

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,
- PEK\_K02 – potrafi oceniać argumenty, racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia z wykorzystaniem wiedzy przedmiotowej.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Terminologia i klasyfikacja zadań planowania ruchu robotów	2
Wy2,3	Metody interpolacyjne planowania toru manipulatorów	4
Wy4	Planowanie toru w okolicy konfiguracji osobliwych, modyfikacje klasycznego algorytmu Newtona dla robotów holonomicznych	2
Wy5	Metody planowania ruchu inspirowane biologicznie	2



Wy6	Metoda elastycznej wstęgi w planowaniu ruchu.	2
Wy7	Metoda Newtona dla nieholonomicznych układów bezdryfowych	2
Wy8,9	Zastosowanie Zasad Optymalności w zadaniu planowania ruchu	4
Wy10,11	Metoda Lie algebraiczna planowania ruchu układów bezdryfowych.	4
Wy12,13	Planowanie ruchu układów nieholonomicznych o specjalnej strukturze	4
Wy14	Planowanie ruchu układów wielorobotowych	2
Wy15	Podsumowanie wykładu	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Prezentacja proponowanych zagadnień seminaryjnych. Wybór zagadnień przez studentów.	2
Se2 - 7	Referowanie i prezentowanie przygotowanych zagadnień dotyczących szeroko pojętych zadań planowania.	12
Se8	Podsumowanie i ewaluacja prezentacji.	1
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Konsultacje
N3 Praca własna – samodzielne studia literaturowe i przygotowanie do seminarium
N4 Dyskurs seminaryjny
N5 Praca własna - przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 , PEK_W08, PEK_U01 , PEK_U07, PEK_K01, PEK_K02	wynik kolokwium zaliczeniowego
F2	PEK_W01 , PEK_W08, PEK_U01, 02, PEK_K01, PEK_K02	przygotowanie seminarium, dyskusje seminaryjne
P=0.6*F1+0.4*F2 konieczne jest uzyskanie pozytywnej oceny z każdej z form		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. "[1] K. Tchoń i inni Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie, Akad. Oficyna Wyd. PLJ., W - wa 2000"</li><li>2. "[2] I. Duleba Metody i algorytmy planowania ruchu robotów mobilnych i manipulacyjnych Akad. Oficyna Wyd. EXIT, W - wa 2001"</li><li>3. "[3] J.C. Latombe Robot motion planning Kluwer, Boston, 1993"</li></ol> |
|---|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. materiały Krajowych Konferencji Robotyki, czasopisma branżowe PAR, PAK</li><li>2. M. Spong, M. Vidyasagar, „Dynamika i sterowanie robotów”, WNT, 1997.</li><li>3. J.J. Craig, „Wprowadzenie do robotyki: mechanika i sterowanie.”, WNT, 1995.</li><li>4. S. LaValle, Planning Algorithms, Cambridge Univ. Press., 2006.</li><li>5. materiały międzynarodowych konferencji poświęconych robotyce (MMAR, ICRA, IROS).</li><li>6. artykuły z czasopism: Int. Journ. of Rob. Research, Trans. on Robotics, Robotica, i inne</li></ol> |
|--|

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

Ignacy Duleba, ignacy.duleba@pwr.edu.pl
---

### 3.11 AREU00112 Metody rozpoznawania sceny

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Metody rozpoznawania sceny</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00112</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2				

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K1AIR_W01, K1AIR_W02, K1AIR_W03, K1AIR_W05, K1AIR_W20 K1AIR_U01, K1AIR_U02, K1AIR_U03, K1AIR_U04, K1AIR_U18

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się z podstawowymi metodami matematycznymi stosowanymi w teorii rozpoznawania.
- C2 Nabycie umiejętności wytworzenia podstawowych bloków funkcjonalnych automatycznego systemu rozpoznawania.
- C3 Budowa systemu automatycznego rozpoznawania sceny robota.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zapoznanie się z metodami matematycznymi niezbędnymi do stworzenia podstaw teorii rozpoznawania.

PEK\_W02 – zapoznanie się z podstawowymi etapami budowy automatycznego systemu rozpoznawania sceny robota.

PEK\_W03 – nabycie wiedzy niezbędnej z punktu widzenia budowy całościowego automatycznego systemu rozpoznawania sceny robota.

Z zakresu umiejętności:

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, program, wymagania. Funkcje rozstrzygające.	2
Wy2	Metody wstępnego wydzielenia klastrow. Metody odległościowe klasyfikacji.	2
Wy3	Probabilistyczne metody klasyfikacji. Klasyfikatory bayesowskie.	2
Wy4	Uzyskiwanie klasyfikatorów bayesowskich. Szacowanie gęstości rozkładów. Zasada maksimum entropii.	2
Wy5	Adaptacyjne algorytmy deterministyczne klasyfikacji. Perceptron.	2
Wy6	Metoda SVM.	2
Wy7	Adaptacyjne algorytmy stochastyczne. Algorytm Robbinsa-Munro.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- 1 Wykład tradycyjny.
- 2 Konsultacje.
- 3 Praca własna: samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Repetytorium pisemne.
P = F1		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Tou, R. Gonzalez: Pattern recognition principles. Addison-Wesley, New York 1974.</li> <li>2. R. Tadeusiewicz, M. Flasiński: Rozpoznawanie obrazów. PWN, Warszawa 1991.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. V. Vapnik: The nature of statistical learning theory. Springer, New York 2000.</li> <li>2. M. Crichton: Park jurajski.</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Alicja Mazur, 71 320 41 70, alicja.mazur@pwr.edu.pl

### 3.12 AREU12106 Seminarium specjalnościowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium specjalnościowe</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Specialization seminar</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU12106</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

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

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie umiejętności poszukiwania selektywnej wiedzy stanowiącej punkt wyjścia 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.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki rozwiązań z zakresu szeroko pojętej robotyki (od przemysłowej do społecznej),

PEK\_U02 potrafi krytycznie ocenić rozwiązania naukowo - techniczne innych osób

PEK\_U03 potrafi w dyskusji rzeczowo uzasadnić swoje oryginalne pomysły i rozwiązania

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zakresu tematycznego seminarium oraz zasad przygotowania prezentacji. Ustalenie tematów dla poszczególnych studentów.	2
Se2	Prezentacje indywidualne.	16
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. przedstawiony w prezentacji, ze zwróceniem uwagi na stan wiedzy literaturowej oraz wkład własny autora dotyczący koncepcji rozwiązania omawianych w prezentacji problemów	12
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 prezentacja multimedialna

N2 dyskusja problemowa

N3 praca własna

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02	prezentacja

F2	PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
P= 0.5*F1+0.5*F2, F1>=3.0, F2>=3.0		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. K. Tchoń et al.: Manipulatory i roboty mobilne. Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2000.
2. J.J.Craig: Wprowadzenie do robotyki. WNT, W - wa, 1983.
3. J.C.Latombe: Robot Motion Planning. Kluwer, Boston, 1993.
4. S. M. LaValle: „Planning Algorithms”, Cambridge University Press, 2006.
5. A.Morecki, J.Knopczyk: Podstawy robotyki. WNT, W - wa, 1994.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. K. Kozłowski et al.: Modelowanie i sterowanie robotów. PWN, Warszawa, 2003.
2. De Luca C., Electromyography. Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation, (John G. Webster, Ed.) John Wiley Publisher, 98 - 109, 2006.
3. H.R. Everett, Sensors for mobile robot, AK Peters, Ltd., Wellesley 1995.
4. W. Jacak, Roboty Inteligentne - metody planowania działań i ruchu, PWr, Wrocław 1991.
5. A. Wołczowski, M. Kurzynski, Human – machine interface in bioprosthesis control using EMG signal classification, Expert Systems 27, 53 - 70, 2010.

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

Andrzej Wołczowski, andrzej.wolczowski@pwr.wroc.pl



### 3.13 AREU00110 Seminarium dyplomowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium dyplomowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Diploma Seminar</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Robotyka (ARR)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00110</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					3
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					3
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### 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 UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki rozwiązań

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad przygotowania i pisania pracy dyplomowej, a w szczególności przedstawienie zasad edytorskich	2
Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące omówienia aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	8
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową	6
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące zrealizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku autora wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	14
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 prezentacja multimedialna
- N2 dyskusja problemowa
- N3 praca własna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
P= 0.5*F1+0.5*F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Ignacy Duleba, ignacy.duleba@pwr.edu.pl

- 4 **Kursy specjalnościowe Komputerowe systemy zarządzania procesami przemysłowymi (ARS)**

**KURSY**

**SPECJALNOŚCIOWE**

**Komputerowe systemy zarządzania procesami przemysłowymi (ARS)**

#### 4.1 AREU17313 Wykład monograficzny

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Wykład monograficzny</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Monographic lecture</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU17313</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2				

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej teorii blokowej i jej zastosowań w rozwiązywaniu zadań harmonogramowania.
- C2 Zapoznanie się z problemami optymalizacji dyskretnej spotykanych w różnych przedsiębiorstwach
- C3 Zapoznanie się z problemami optymalizacji dyskretnej spotykanymi w robotyce.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna podstawy metody blokowej i jej zastosowania w konstrukcji algorytmów optymalizacyjnych dla problemów wytwarzania

PEK\_W02 – Zna podstawowe zasady zarządzania w wirtualnych przedsiębiorstwach.

PEK\_W04 – Posiada wiedzę dotyczącą harmonogramowania w systemach transportowych

PEK\_W05 – Zna specyfikę systemów produkcyjnych z zsynchronizowanym transportem.

PEK\_W06 – Posiada wiedzę dotyczącą wybranych problemów optymalizacji w systemach zrobotyzowanych.

Z zakresu umiejętności:

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie	2
Wy2 - 3	Metoda blokowa	4
Wy4	Zastosowanie metody blokowej w rozwiązywaniu problemów jednomaszynowych	2
Wy5	Zastosowanie metody blokowej harmonogramowaniu zadań w systemach przepływowych	2
Wy6	Wykorzystanie teorii blokowej w konstrukcji algorytmów w harmonogramowaniu operacyjnym w systemach gniazdowych	2
Wy7	Dobór kooperantów w przedsiębiorstwach wirtualnych	2
Wy8	Zarządzanie realizacją projektów	2
Wy9	Zarządzanie realizacją przedsięwzięć budowlanych	2
Wy10 - 11	Marszrutyzacja i harmonogramowanie w systemach transportowych	2
Wy12	Sterowanie operacyjne w karuzelowych systemach produkcyjnych	2
Wy13	Wyznaczenie trasy mobilnych robotów	4
Wy14	Automatyczne linie pakujące	2
Wy15	Zastosowanie robotów w transporcie międzystanowiskowym	2
	Suma godzin	30

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

N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Konsultacje
N3 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
---	--	--

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEK_W01 - PEK_W06	Kolokwium pisemne
P = F		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. Metoda blokowa w zagadnieniach szeregowania zadań, Grabowski J., Nowicki E., Smutnicki C. Problemy współczesnej nauki. Teoria i zastosowania. Exit 2003.
2. Smutnicki C. Algorytmy szeregowania. Problemy współczesnej nauki. Teoria i zastosowania. Exit 2002.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. Wybrane artykuły w języku polskim i angielskim.

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

Czesław Smutnicki, czeslaw.smutnicki@pwr.wroc.pl
--

## 4.2 AREU00307 Sterowanie produkcją

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sterowanie produkcją</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Production control</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00307</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	3		2		

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p> <p>S2ARS_W1</p>
---



<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Nabycie wiedzy dotyczącej sposobów modelowania systemów wytwarzania z różnego rodzaju ograniczeniami.
C2 Nabycie umiejętności konstruowania algorytmów wspomagających harmonogramowanie operacyjne.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>
Z zakresu wiedzy: PEK_W01 – Zna sposoby modelowania systemów wytwarzania z różnego rodzaju ograniczeniami.
Z zakresu umiejętności: PEK_U01 – Potrafi konstruować algorytmy wspomagające harmonogramowanie operacyjne.
Z zakresu kompetencji społecznych:

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wyk1	Strategie wytwarzania.	3
Wyk2	Struktury systemów sterowania	3
Wyk3	Aplikacje: montaż pakietów cyfrowych, linie montażowe samochodów, budownictwo, chemia	3
Wyk4	Struktury systemów wytwórczych. Kryteria efektywności	3
Wyk5	Krytyczne gniazda produkcyjne	3
Wyk6	Gniazda wielomaszynowe	3
Wyk7	Systemy przepływowe	3
Wyk8	Elastyczne i hybrydowe systemy wytwarzania	3
Wyk9	Cykliczne systemy wytwórcze	3
Wyk10	Podsumowanie	3
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1, Lab2	Wprowadzenie, omówienie zasad zaliczenia, prezentacja zadań, modelowanie systemu przepływowego	6
Lab3, Lab4	Algorytm przeglądu zupełnego dla zagadnienia przepływowego – implementacja oraz testy	6
Lab5, Lab6	Algorytm poszukiwania z zabronieniami – implementacja oraz testy	6
Lab7, Lab8	Wybrany algorytm populacyjny – implementacja oraz testy	12
	Suma godzin	30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1 Wykład  
N2 Laboratorium  
N3 Konsultacje  
N4 Praca własna – implementacja algorytmów oraz eksperymenty obliczeniowe

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01	Egzamin
F2	PEK_U02	Zaliczenie laboratorium
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$ , $F1 > 2$ , $F2 > 2$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. C.Smutnicki, Szeregowanie zadań, Wyd. EXIT, Warszawa 2002
2. W.Bożejko, J.Pempera (red.), Optymalizacja dyskretna w informatyce, automatyce i robotyce, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.
3. T. Sawik, Optymalizacja dyskretna w elastycznych systemach wytwarzania, WNT, W - wa
4. T. Sawik, Planowanie i sterowanie produkcji w elastycznych systemach montażowych, WNT, W - wa.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. J. Grabowski, E. Nowicki, C. Smutnicki, Metoda blokowa w zagadnieniach szeregowania zadań, Exit, Warszawa 2003
2. J. Błażewicz, K.H. Ecker, G. Schmidt, J. Węglarz, Scheduling computer and manufacturing processes, Springer Verlag, New York.

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

Wojciech Bożejko, wojciech.bozejko@pwr.edu.pl

### 4.3 AREU00316 Elastyczne systemy montażowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Elastyczne systemy montażowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Flexible mounting systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00316</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2			2	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z podstawowymi pojęciami występującymi w elastycznych systemach montażowych
- C2 Zapoznanie z typowymi kryteriami oceny harmonogramu montażu oraz zależnościami między nimi
- C3 Zapoznanie z metodami modelowania systemów montażowych
- C4 Zapoznanie z typowymi algorytmami w systemach montażowych
- C5 Nabycie umiejętności projektowania i implementowania algorytmów harmonogramowania w elastycznych systemach produkcyjnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 zna podstawowe pojęcia z elastycznych systemów montażowych

PEK\_W02 zna kryteria optymalizacji w systemach montażowych

PEK\_W03 zna metody modelowania struktur montażowych oraz zna typowe ograniczenia występujące w systemach montażowych

PEK\_W04 Zna typowe algorytmy optymalizowania systemów montażowych

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi sformułować problem optymalizacyjny dla elastycznego systemu produkcyjnego

PEK\_U02 – potrafi na podstawie modelu obliczeniowego zaprojektować procedurę wyznaczającą wartość funkcji celu dla zadanej reprezentacji rozwiązania

PEK\_U03 – potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm optymalizacyjny oparty na metodach przeszukiwań lokalnych

PEK\_U04 – potrafi eksperymentalnie dobrać parametry algorytmu

PEK\_U06 – potrafi uwzględnić w modelach obliczeniowych ograniczenia występujące w praktyce

PEK\_U07 – potrafi zaprojektować i zaimplementować aplikację bazodanową wspomagającą harmonogramowanie w rzeczywistym elastycznym systemie produkcyjnym

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Elastyczne systemy montażowe - pojęcia podstawowe	2
Wy2	Rodzaje elastycznych systemów montażowych	2
Wy3	Kryteria optymalizacji w procesach montażowych	2
Wy4	Problemy projektowania ESM	2
Wy5	Projektowanie sieci transportowej	2
Wy6	Optymalizacja obciążeń maszyn i marszrut montażu – model	2
Wy7	Optymalizacja obciążeń maszyn i przepływów międzyoperacyjnych	2
Wy8	Elastyczna linia montażowa z buforami międzystadialnymi	2
Wy9	Algorytmy szeregowania dla ELM z buforami	2
Wy10	Elastyczna linia montażowa bez buforów	2
Wy11	Algorytm szeregowania dla ELM bez buforów	2
Wy12	Szeregowanie operacji w ELM metodą Just - In - Time	2

Wy13	Rozdział zasobów i szeregowanie operacji w gnieździe montażowym	2
Wy14	Szeregowanie operacji montażu układów elektronicznych	2
Wy15	Szeregowanie operacji montażu i transportu w ESM	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Propozycja i omówienie zagadnień projektowych.	2
Pr2	Przegląd literatury. Określenie celu i zakresu projektu.	4
Pr3 - 5	Wykonanie projektu	16
Pr6,7	Dokumentacja projektu.	8
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny
N2 Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
N3 Konsultacje
N4 Praca własna – implementacja wybranych algorytmów optymalizacyjnych
N5 Praca własna – samodzielne studia literaturowe

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W06	Kolokwium pisemne
F2	PEK_U01 - PEK_U07	Evaluation of the project
P=0.5F1+0.5F2 F1>2, F2>2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
1. T. Sawik, Planowanie i sterowanie produkcji w elastycznych systemach montażowych, Warszawa, WNT, 1996.
2. C. Smutnicki, Algorytmy szeregowania, EXIT, Warszawa 2002.
3. T. Sawik, Optymalizacja dyskretna w elastycznych systemach produkcyjnych, WNT Warszawa 1992.
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

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

Prof. Wojciech Bożejko, wojciech.bozejko@pwr.wroc.pl  
Mariusz Makuchowski, mariusz.makuchowski@pwr.wroc.pl

#### 4.4 AREU00317 Diagnostyka procesów

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Diagnostyka procesów</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Fault diagnosis of processes</b>	
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>	
Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>	
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>	
Kod przedmiotu: <b>AREU00317</b>	
Grupa kursów: <b>TAK</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			90	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2			3	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy o różnego rodzaju podejściach do diagnostyki
- C2 Nabycie umiejętności dobierania i konstruowania sekwencji algorytmów przetwarzania obrazów do konkretnego zadania wykrywania defektów i ich lokalizacji
- 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 klasyfikatorów w diagnostyce
- C6 Nabycie wiedzy o klasycznych metodach monitorowania jakości produkcji za pomocą kart kontrolnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

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 w 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 klasyfikacji
- PEK\_W05 – zna pojęcia związane z przetwarzaniem sekwencji obrazów w zestawieniu z klasyfikatorem lub karta kontrolną

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi dobrać zestaw gotowych modułów programowych do rozwiązywania złożonych zagadnień przetwarzania obrazów przemysłowych
- PEK\_U02 – umie dobrać kartę kontrolną do danego procesu
- PEK\_U03 – potrafi dobrać metodę rozpoznawania/klasyfikacji wzorców/obrazów .

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia jakości produkcji dla firmy i społeczeństwa
- PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Organizacja zajęć, wymagania i przegląd zastosowań kart kontrolnych i przetwarzania obrazów w przemyśle i przetwórstwie żywności	2
Wy2	Przegląd zastosowań kart kontrolnych i przetwarzania obrazów w przemyśle 2	2
Wy3	Reprezentacje obrazów, deskryptory, metody doboru cech do klasyfikacji	2
Wy4	Znajdowanie obiektów i defektów za pomocą różnych metod segmentacji	2
W - y 5,6	Segmentacja obrazów i analiza i charakteryzacja skupień, wstęp do klasyfikacji	3
W - y 6,7	Etykietowanie skupień i ich klasyfikacja – podstawowe algorytmy	3
Wy8	Znajdowanie obiektów i defektów za pomocą różnych metod detekcji krawędzi	2
Wy9	Deskryptory i klasyfikatory złożone	2
Wy10	Szybkie, zgrubne wykrywanie obiektów/defektów i ich lokalizacja	2



Wy11	Przykłady zastosowań	2
Wy12	Jak unikać konieczności poprawiania obrazów przemysłowych	2
Wy13	Karty kontrolne dla wartości średniej procesu, współpraca z systemem wizyjnym	2
Wy14	Karty kontrolne dla częstości defektów i dla wariancji procesu	2
Wy15	Repetitorium	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
P1	Organizacja grup, omówienie zasad zaliczenia, zasady BHP	2
P2	Dobór przykładów do mini - projektów	4
P3	Wykrywanie defektów za pomocą segmentacji	4
P4	Wykrywanie defektów za pomocą konturowania	4
P5	Wybór cech i klasyfikacja defektów – dobór klasyfikatora	4
P6	Zastosowanie karty kontrolnej do własnego projektu	4
P7	Prezentacja wyników mini - projektów	4
P8	Porównanie wyników zastosowania różnych metod	4
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Projekt
N3 Konsultacje
N4 Praca własna – opracowanie projektu
N5 Praca własna – samodzielne studia

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W15 PEK_K01 - PEK_K02	Odpowiedzi ustne z pytań zadawanych w trakcie wykładu, obserwacje z etapów wykonywania projektu,
F2	PEK_U01 - PEK_U06	pisemne sprawozdanie z projektu
$P = 0,3 \cdot F1 + 0,7 \cdot F2$ $F1 > 2, F2 > 2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

1. Choraś R., Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów, Exit, 2005
2. E. Rafajłowicz, W. Rafajłowicz, Wstęp do przetwarzania obrazów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011 (książka dostępna bezpłatnie na portalu Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej).
3. 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).
4. Thompson J. R., Koronacki J., Statystyczne sterowanie procesem. Metoda Deminga etapowej optymalizacji jakości. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1994.

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

1. Hryniewicz O., Współczesne metody statystyczne w sterowaniu jakością. IBS PAN, Warszawa 1996.
2. Demant C., Streicher - Abel B. and P. Waszkewitz,
3. Industrial Image Processing: Visual Quality Control in
4. Manufacturing, Springer, Berlin, 1999.
5. Pratt, W. K., Digital image processing, New York, Wiley, 1991.
6. Czasopisma:
7. Real - Time Imaging
8. IEEE Transactions On Automation Science And Engineering

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

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

#### 4.5 AREU00302 Oprogramowanie systemów zarządzania

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Oprogramowanie systemów zarządzania</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Computer aided management systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00302</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu problematyki zarządzania z wykorzystaniem najnowszych technologii informatycznych:
- C1 1 Nabycie wiedzy z zakresu teoretycznych podstaw nowoczesnych informatycznych systemów zarządzania.
- C1 2 Nabycie wiedzy z zakresu zaawansowanych metod harmonogramowania produkcji przemysłowej.
- C2 Nabycie umiejętności posługiwania się informatycznymi systemami zarządzania.
- C3 Nabycie umiejętności wyszukiwania informacji w literaturze naukowej oraz korzystania z dokumentacji narzędzi programistycznych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna podstawowe elementy zarządzania finansami, kadrami, produkcją.

PEK\_W02 – zna podstawowe elementy składowe zintegrowanych systemów zarządzania.

PEK\_W03 – zna podstawowe zagadnienia z zakresu zaawansowanego harmonogramowania produkcją.

PEK\_W04 – zna podstawowe elementy systemów ekspertowych i systemów zarządzania bazami danych.

PEK\_W05 – posiada orientację w zakresie komercyjnych informatycznych systemów zarządzania.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi posługiwać się informatycznymi systemami zarządzania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Omówienie zakresu kursu, wymagań i literatury.	1
Wy2	Przegląd i omówienie zadań systemów zarządzania.	1
W - y2,3	Omówienie podstawowych elementów zarządzania finansami, kadrami, produkcją.	2
W - y3,4	Zintegrowane systemy planowania i sterowania produkcją.	3
Wy5	Omówienie zagadnień zaawansowanych metod optymalizacji harmonogramowania produkcji.	2
Wy6	Systemy ekspertowe oraz systemy zarządzania bazami danych.	2
W - y7,8	Omówienie wybranych komercyjnych informatycznych systemów zarządzania.	3
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne, podanie programu oraz wymagań. Zapoznanie się ze stanowiskiem pracy, dostępnym oprogramowaniem, itp.	1
La2,3	Zapoznanie się z istniejącymi informatycznymi systemami zarządzania.	4
La4,5	Opracowanie modułu bazy danych pracowników informatycznego systemu zarządzania.	4
La6	Opracowanie modułu ewidencji czasu pracy pracowników informatycznego systemu zarządzania.	2
La7,8	Opracowanie modułu harmonogramowania produkcji informatycznego systemu zarządzania.	4
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora 2 Ćwiczenia laboratoryjne 3 Konsultacje 4 Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych 5 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 PEK_K01 - PEK_K02	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, omawianie wykonanych zadań laboratoryjnych,
F2	PEK_W01 - PEK_W05	Kolokwium pisemne
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2, F1 > 2, F2 > 2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b> 1. J. Bagiński (red.), „Zintegrowane systemy zarządzania”, Inst. Wydawniczy Pol. Warszawskiej, Warszawa 1999. 2. Z. Kabza, i in., „Zintegrowane systemy zarządzania”, Oficyna Wydawnicza Pol. Opolskiej, Opole 2002. 3. E. Niedzielska, M. Skwarnik (red.), „Projektowanie systemów informatycznych”, PWE, Warszawa 1993. 4. A. Nowicki, „Strategia doskonalenia systemu informacyjnego w zarządzaniu przedsiębiorstwem”, Wrocław 1999. 5. M. Brzeziński, „Organizacja i sterowanie produkcją”, Placet, Warszawa 2002.
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

1. A. Adamczyk, W. Chmielarz, „Zintegrowane systemy informatycznego wspomagania zarządzania: aspekty teoretyczne i praktyczne na przykładzie modułów dystrybucji i produkcji systemu IFS”, Wyższa Szkoła Ekonomiczno - Informatyczna, Warszawa 2005.
2. A. Januszewski, „Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania”, PWN, Warszawa 2008.
3. C. Smutnicki, „Algorytmy szeregowania”, Exit, Warszawa 2002.
4. Materiały informacyjne firm SAP, Volvo IT, Microsoft (LightSwitch), Baan, Talex, i in.

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

Wojciech Bożejko, 71 320 29 61, wojciech.bozejko@pwr.wroc.pl
--

#### 4.6 AREU00318 Sieci neuronowe i systemy rozmyte

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sieci neuronowe i systemy rozmyte</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Neural networks and fuzzy systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00318</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75			45	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1,5	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			1,5	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zna podstawowe pojęcia i definicje algebry liniowej.</li> <li>2. Zna podstawowe pojęcia i definicje analizy matematycznej.</li> <li>3. Zna podstawowe metody obliczeń numerycznych i optymalizacji.</li> </ol>

### 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 systemów rozmytych typu Takagi - Sugeno.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – posiada wiedzę na temat sieci neuronowych i metod ich uczenia.
- PEK\_W02 – posiada wiedzę na temat modelowania obiektów dynamicznych z użyciem sieci neuronowych jednokierunkowych i rekurencyjnych.
- PEK\_W03 – posiada wiedzę na temat neurosterowników.
- PEK\_W04 – posiada systemów rozmytych i wnioskowania rozmytego.
- PEK\_W05 – posiada wiedzę na temat systemów Takagi - Sugeno.
- PEK\_W06 – posiada wiedzę na temat systemów hybrydowych neuronowo - rozmytych i zasad ich projektowania.
- PEK\_W07 – zna narzędzia programistyczne do projektowania systemów neuronowych i rozmytych.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi zaprojektować sieć neuronową do rozwiązywania prostego zadania klasyfikacji.
- PEK\_U02 – potrafi zaprojektować radialną sieć neuronową do aproksymacji.
- PEK\_U03 – potrafi zbudować model neuronowy obiektu dynamicznego.
- PEK\_U04 – potrafi zaprojektować prosty neuro - sterownik.
- PEK\_U05 – potrafi zaprojektować rozmyty sterownik typu Takagi - Sugeno.

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia i definicje. Struktury sieci neuronowych i ich zastosowania.	2
Wy2	Metody uczenia sieci – algorytmy optymalizacyjne.	2
Wy3	Sieci jednokierunkowe - - aproksymacja funkcji.	2
Wy4	Dobór i weryfikacja struktur sieci neuronowych.	2
Wy5	Sieci neuronowe w rozpoznawaniu.	2
Wy6	Sieci neuronowe w diagnostyce procesów.	2
Wy7	Sieci radialne.	2
Wy8	Sieci rekurencyjne.	2
Wy9	Sieci samoorganizujące Kohonena.	2



Wy10	Nieliniowe modele obiektów dynamicznych bazujące na sieciach neuronowych.	2
Wy11	Neurosterowniki. Uczenie wyspecjalizowane. Sterowanie z użyciem modelu obiektu.	2
Wy12	Zbiory rozmyte – podstawowe definicje i pojęcia.	2
Wy13	Wnioskowanie rozmyte.	2
Wy14	Systemy rozmyte i neuronowo - rozmyte w automatyce.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wyspecjalizowane oprogramowanie do projektowania sieci neuronowych i systemów rozmytych.	3
Pr2	Zaprojektowanie sieci neuronowej do rozwiązywania prostego zadania klasyfikacji.	2
Pr3	Zaprojektowanie i przetestowanie radialnej sieci neuronowej do modelowania zależności na podstawie danych empirycznych.	2
Pr4	Modelowanie obiektu dynamicznego z użyciem systemu SYSID.	3
Pr5	Projektowanie neurosterownika z użyciem systemu NNCTRL.	3
Pr6	Zaprojektowanie rozmytego sterownika typu Takagi - Sugeno łączącego neurosterownik z regulatorem PID.	2
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U05 PEK_K01 , PEK_K02	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawozdania z ćwiczeń,
F2	PEK_W01 - PEK_W07	Kolokwium pisemne
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$ $F1 > 2$ , $F2 > 2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. J.Korbicz, A. Obuchowicz, D. Uciński Sztuczne sieci neuronowe. PLJ 1994, Warszawa</li><li>2. ”2. J. Żurada, M. Barski, W. Jędruch „Sztuczne sieci neuronowe. PWN, Warszawa 1996.”</li><li>3. Stanisław Osowski „Sieci neuronowe w przetwarzaniu informacji.”, Warszawa 2000.</li></ol> |
|---|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Norgaard, M., O. Ravn, N. K. Poulsen and L. K. Hansen: Neural networks for modelling and control of dynamic system, Springer, London, 2000.</li><li>2. Strony internetowe z oprogramowaniem w MatLABie:</li><li>3. <a href="http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnctrl.html">http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnctrl.html</a></li><li>4. <a href="http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnsysid.html">http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnsysid.html</a></li></ol> |
|--|

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

Prof. dr hab. inż.Ewa Skubalska - Rafajłowicz 320 - 33 - 45 ewa.rafajlowicz@pwr.wroc.pl
---

#### 4.7 AREU00320 Projekt przejściowy

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Projekt przejściowy</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Transition project</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00320</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				45	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				150	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				5	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				5	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				2	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>
S2ARS_W7

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie umiejętności samodzielnego zrealizowania projektu naukowo - technicznego o charakterze badawczym na wybrany temat.
- C2 Nabycie umiejętności prawidłowego dokumentowania badawczego projektu naukowo - technicznego

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Umie samodzielnie zrealizować projektu naukowo - technicznego na wybrany temat.

PEK\_U02 – 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, wybór problemu	3
Proj2	Analiza dostępnej literatury, sformułowanie problemów	3
Proj3	Prezentacja i analiza metod rozwiązujących zadany problem	3
Proj4	Oprogramowanie wybranych metod	6
Proj5	Przeprowadzenie badań komputerowych (eksperyment)	6
Proj6	Analiza i opracowanie uzyskanych wyników	3
Proj7	Edycja profesjonalnych raportów w systemie LaTeX, indeksowanie wzorów i rysunków, etykiety i wykazy	16
Proj8	Przeprowadzenie eksperymentów obliczeniowych	2
Proj9	Redagowanie wniosków z eksperymentów	2
Proj10	Podsumowanie, prezentacja wyników	1
	Suma godzin	45

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Praca własna – studia literaturowe, wyszukiwanie informacji w bibliotekach i sieci internet
- N2 Praca własna – projektowanie, programowanie, eksperymenty komputerowe
- N3 Praca własna – sporządzanie raportów, sprawozdań w systemie LaTeX
- N4 Konsultacje

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02 PEK_K01, PEK_K02	Ocena realizacji poszczególnych etapów projektu
F2	PEK_U01, PEK_U02 PEK_K01, PEK_K02	Ocena raportu końcowego
P = 0,4*F1+0,6*F2, F1>2, F2>2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. C.Smutnicki, Szeregowanie zadań, Wyd. EXIT, Warszawa 2002</li> <li>2. W.Bożejko, J.Pempera (red.), Optymalizacja dyskretna w informatyce, automatyce i robotyce, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Grabowski, E. Nowicki, C. Smutnicki, Metoda blokowa w zagadnieniach szeregowania zadań, Exit, Warszawa 2003</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Wojciech Bożejko, wojciech.bozejko@pwr.edu.pl

#### 4.8 AREU00303 Metody probabilistyczne w zarządzaniu

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Metody probabilistyczne w zarządzaniu</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Applied probability in business management</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00303</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		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	4		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K1AIR W01, K1AIR W02, K1AIR W03, K1AIR W04 K1AIR U01, K1AIR U02

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu metod estymacji wykorzystywanych w zarządzaniu.
- C2 Nabycie umiejętności przeprowadzania statystycznej analizy szeregów czasowych.
- C3 Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu analizy danych wielowymiarowych, w tym analizy komponentów głównych. Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu teorii Łańcuchów Markowa.
- C4 Nabycie umiejętności przeprowadzania analizy danych wielowymiarowych z uwzględnieniem metod estymacji wielowymiarowej funkcji regresji.
- C5 Nabycie umiejętności wyszukiwania informacji oraz nowoczesnych metod ułatwiających rozwiązywanie problemów praktycznych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Zna podstawowe metody probabilistyczne stosowane w zarządzaniu.
- PEK\_W02 Zna proste modele stacjonarnych szeregów czasowych.
- PEK\_W03 Zna podstawowe statystyki wykorzystywane w analizie szeregów czasowych, w tym metody estymacji i eliminacji trendu.
- PEK\_W04 Zna ideę konstruowania nieparametrycznych estymatorów regresji typu LPR.
- PEK\_W05 Zna podstawy teoretyczne umożliwiające przeprowadzenie analizy komponentów głównych (PCA).
- PEK\_W06 Zna podstawowe pojęcia z zakresu teorii Łańcuchów Markowa.
- PEK\_W07 Zna parametryczne i nieparametryczne algorytmy estymacji wielowymiarowej funkcji regresji.
- PEK\_W08 Zna podstawy teoretyczne metodologii Bootstrap.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Potrafi estymować podstawowe parametry szeregów czasowych.
- PEK\_U02 Potrafi estymować i eliminować trend w szeregach czasowych.
- PEK\_U03 Umie zastosować nieparametryczne oraz parametryczne estymatory funkcji regresji w przypadku jednowymiarowym.
- PEK\_U04 Potrafi przeprowadzić analizę komponentów głównych (PCA).
- PEK\_U05 Umie zastosować parametryczne oraz nieparametryczne estymatory funkcji regresji w przypadku wielowymiarowym.
- PEK\_U06 Potrafi skonstruować i zasymulować proste modele Markowa.
- PEK\_U07 Potrafi wygenerować próby typu Bootstrap oraz wyznaczyć błąd standardowy i przedziały ufności typu Bootstrap.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Omówienie podstawowych pojęć z zakresu probabilistyki i statystyki matematycznej.	2
Wy2	Analiza szeregów czasowych oraz jej zastosowania w obszarze zarządzania. Podstawowe definicje i parametry szeregów czasowych.	2
Wy3	Stacjonarne szeregi czasowe, modele typu MA, AR i ARMA.	2
Wy4	Podstawowe estymatory wykorzystywane w analizie szeregów czasowych.	2

Wy5	Algorytmy estymacji i eliminacji trendu.	2
Wy6	Metody predykcji szeregów czasowych.	2
Wy7	Nieparametryczna estymacja jednowymiarowej funkcji regresji (estymatory typu LPR).	2
Wy8	Wprowadzenie do analizy danych wielowymiarowych - klasyfikacja celów, metod i problemów związanych z wielowymiarowością.	2
Wy9	Parametryczne i nieparametryczne metody estymacji wielowymiarowej funkcji regresji.	2
Wy10	Łańcuchy Markowa – wprowadzenie.	2
Wy11, 12	Łańcuchy Markowa – wybrane zastosowania.	4
Wy13	Analiza komponentów głównych (PCA).	2
Wy14, 15	Metoda Bootstrap oraz jej zastosowania w obszarze zarządzania.	4
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie.	1
La2	Opracowanie algorytmów generowania stacjonarnych i niestacjonarnych szeregów czasowych.	2
La3	Implementacja estymatorów wartości oczekiwanej, wariancji, autokorelacji i korelacji wzajemnej na potrzeby analizy szeregów czasowych.	2
La4	Implementacja podstawowych algorytmów estymacji i eliminacji trendu wielomianowego.	2
La5	Implementacja oraz dyskusja działania podstawowego algorytmu analizy komponentów głównych (PCA).	2
La6	Implementacja parametrycznych i nieparametrycznych estymatorów wielowymiarowej funkcji regresji.	2
La7	Łańcuchy Markowa.	2
La8	Implementacja algorytmu generacji prób typu Bootstrap oraz badania eksperymentalne w zakresie metodologii Bootstrap.	2
	Suma godzin	15

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



<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01- PEK_U07 PEK_K01- PEK_K02	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawozdania z ćwiczeń
F2	PEK_W01- PEK_W08	Egzamin pisemny
P = 0,3 * F1 + 0,7 * F2 (pod warunkiem F1>2.0, F2>2.0)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. D. Aczel, Statystyka w zarządzaniu, PWN, 2006.</li> <li>2. W. Gajek, M. Kałużka, Wnioskowanie statystyczne, modele i metody dla studentów, WNT, Warszawa, 2000.</li> <li>3. J. Koronacki, J. Mielniczuk, Statystyka dla studentów kierunków przyrodniczych i technicznych.</li> <li>4. M. Walesiak, E. Gatnar, Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R, PWN, 2012.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. R. H. Shumway, D. S. Stoffer, Time series and its applications, Springer, 2000</li> <li>2. J. H. Cochrane, Time series for macroeconomics and finance, (<a href="http://faculty.chicagobooth.edu/john.cochrane/research/papers/time_series_book.pdf">http://faculty.chicagobooth.edu/john.cochrane/research/papers/time_series_book.pdf</a>)</li> <li>3. Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej, Oficyna Wydawnicza SGH, 2009.</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
ZYGMUNT HASIEWICZ: tel. 71 320 25 49, <a href="mailto:zygmunt.hasiewicz@pwr.wroc.pl">zygmunt.hasiewicz@pwr.wroc.pl</a>

#### 4.9 AREU17308 Sztuczna inteligencja i systemy ewolucyjne

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sztuczna inteligencja i systemy ewolucyjne</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Artificial intelligence and evolutionary systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU17308</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
--

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

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>
K2AIR_W01, K2AIR_W06 , K2AIR_U03, K2AIR_U07

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu procedur przeszukiwania ślepego.
- C2 Nabycie wiedzy z dziedziny procedur przeszukiwania heurystycznego.
- C3 Nabycie wiedzy z zakresu zasady działania i budowy różnego rodzaju algorytmów ewolucyjnych oraz wybranych nowoczesnych metaheurystyk.
- C4 Nabycie wiedzy dotyczącej wyboru metody, kodowania, operatorów i parametrów metod ewolucyjnych.
- C5 Nabycie wiedzy z dziedziny strategii gier dwuosobowych.
- C6 Nabycie wiedzy z dziedziny wnioskowania indukcyjnego.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna procedury przeszukiwania ślepego
- PEK\_W02 – zna procedury przeszukiwania heurystycznego
- PEK\_W03 – zna podstawowe typy, zasadę działania i budowę algorytmów ewolucyjnych oraz wybranych metaheurystyk
- PEK\_W04 – zna sposoby kodowania i operatory ewolucyjne
- PEK\_W05 – ma wiedzę o strategiach gier dwuosobowych
- PEK\_W06 – zna syntaktykę i semantykę języka logiki oraz reguły wnioskowania

Z zakresu umiejętności:

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
W1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do sztucznej inteligencji. Historia i zakres badań nad sztuczną inteligencją.	2
W2,W3	Rozwiązywanie problemów przez przeszukiwanie przestrzeni. Ślepe strategie przeszukiwania: strategia w głąb, strategia wszcz, metoda jednolitego kosztu	4
W4,W5	Metody przeszukiwania heurystycznego. Funkcje oceniające i funkcje heurystyczne. Metody przeszukiwania przestrzeni „najpierw najlepszy”: przeszukiwanie zachłanne, metoda A*.	4
W6	Wybrane strategie przeszukiwania heurystycznego: błądzenie przypadkowe, symulowane wyżarzanie, poszukiwanie z tabu.	2
W7	Wybrane meta - heurystyki inspirowane naturą: algorytmy mrówkowe, inteligencja grupowa.	2
W8	Algorytmy ewolucyjne jako narzędzie przeszukiwania heurystycznego.	2
W9	Podstawowe typy algorytmów ewolucyjnych, operatory, reprezentacje.	2
W10	Przykłady zastosowań algorytmów ewolucyjnych. Metody hybrydowe: łączenie z innymi metodami sztucznej inteligencji.	2

W11,W12	Strategie gier dwuosobowych: algorytm MINMAX, przycinanie alfa - beta.	4
W13,W14	Zadanie wnioskowania indukcyjnego - sformułowanie zadania, syntaktyka i semantyka języka logiki, reguły wnioskowania.	4
W15	Podsumowanie wykładu	2
	Suma godzin	30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
 N2 Konsultacje  
 N3 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W06 PEK_K01 - PEK_K02	Aktywność na wykładzie, odpowiedzi ustne
F2	PEK_W01 - PEK_W06 PEK_K01 - PEK_K02	Kolokwium pisemne
P=0.3*F1+0.7*F2, F2>2		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. L. Bolc, J. Cytowski, Metody przeszukiwania heurystycznego. PWN 1991
2. Z. Michalewicz, D. Fogel, Jak to rozwiązać czyli nowoczesna heurystyka, WNT, Warszawa 2006
3. P. Cichosz, Systemy uczące się, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 2000.
4. J. Arabas, P. Cichosz, Sztuczna inteligencja, materiały do wykładów dostępne na stronie: [http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Sztuczna\\_inteligencja](http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Sztuczna_inteligencja)
5. J. Arabas, Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, Warszawa 2001.
6. L. Rutkowski, Metody i techniki sztucznej inteligencji, PWN, Warszawa 2006

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

1. J. Cytowski, Metody i algorytmy sztucznej inteligencji w cyfrowym przetwarzaniu sygnałów. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1999
2. S.Russell, P.Norvig, Artificial intelligence. A modern approach. Pearson Education Int., 2003
3. G. Luger, Artificial intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving, Addison Wesley, 2004
4. Z. Michalewicz. Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne. WNT, Warszawa, 1996
5. D. Goldberg. Algorytmy genetyczne i ich zastosowania. WNT, Warszawa 1995
6. źródła internetowe
7. czasopisma branżowe

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

dr hab. inż. Iwona Karcz - Dulęba, iwona.duleba@pwr.edu.pl
--

#### 4.10 AREU00309 Komputerowe wspomaganie obliczeń i prac inżynierskich

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Komputerowe wspomaganie obliczeń i prac inżynierskich</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Computer aided Engineering</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00309</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			2	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Podstawowa wiedza w zakresie inżynierskich metod numerycznych i optymalizacji

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy w zakresie narzędzi i metod wspomagania obliczeń inżynierskich
- C2 Zdobycie wiedzy w zakresie wizualizacji danych, modelowania i symulacji.
- C3 Nabycie umiejętności znajdowania informacji w literaturze naukowej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Zna narzędzia i metody wspomagające przeprowadzanie obliczeń inżynierskich (Matlab, Mathematica, Statistica ), a także narzędzia i metody wspomagania projektowania typu CAD/CAM

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Umie posługiwać się narzędziami służącymi do wspomagania obliczeń inżynierskich oraz wspomagania projektowania.

PEK\_U02 - Umie dobierać właściwe narzędzia do postawionego zadania inżynierskiego.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Literatura.	1
Wy2	Matlab	2
Wy3	Mathematica	2
Wy4	Statistica	2
Wy5	CAD/CAM	2
Wy6	LaTeX	2
Wy7	Narzędzia modelowania i symulacji obiektów i procesów.	2
Wy8	Inne narzędzia wspomagania inżynierskiego	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wprowadzenie. BHP. Wymagania i kwestie organizacyjne.	2
Pr2	Optymalizacja z użyciem narzędzia MS Excel Solver	8
Pr3	Obliczenia i wizualizacja w Matlab'ie	8
Pr4	Wykorzystanie pakietu Mathematica	4
Pr5	Statistica / CAD/CAM	4
Pr6	Skład drukarski za pomocą pakietu LaTeX	4
	Suma godzin	30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1 Tradycyjny wykład z wyświetlaczem multimedialnym.
- N2 Zadania projektowe.
- N3 Instrukcje.
- N4 Praca własna – przygotowanie zadań laboratoryjnych.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01	Colloquium z treści wykładu
F2	PEK_U01	Raporty realizacji projektów
$P = 0,5 * F1 + 0,5 * F2, F1 > 2, F2 > 2$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. C.Smutnicki, Szeregowanie zadań, Wyd. EXIT, Warszawa 2002
2. W.Bożejko, J.Pempera (red.), Optymalizacja dyskretna w informatyce, automatyce i robotyce, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. J. Grabowski, E. Nowicki, C. Smutnicki, Metoda blokowa w zagadnieniach szeregowania zadań, Exit, Warszawa 2003

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

Wojciech Bożejko, wojciech.bozejko@pwr.wroc.pl



#### 4.11 AREU12306 Seminarium specjalnościowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium specjalnościowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Specialization seminar</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU12306</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
--

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

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### 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 samodzielnego studiowania literatury obcojęzycznej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki rozwiązań

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad poszukiwania wiedzy w literaturze oraz sposobu przygotowania prezentacji	2
Se2	Prezentacje problemów teoretycznych i technicznych występujący w specjalności	2
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów	6
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące aktualnego stanu wiedzy na temat wybranych problemów w obszarze specjalności wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	20
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 prezentacja multimedialna
- N2 dyskusja problemowa
- N3 praca własna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W02, PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_W01, PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
P= 0.5*F1+0.5*F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki, czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl

#### 4.12 AREU00310 Seminarium dyplomowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium dyplomowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Diploma Seminar</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Komputerowe systemy zarządzania systemami przemysłowymi (ARS)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00310</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					3
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### 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 UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki rozwiązań

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad przygotowania i pisania pracy dyplomowej, a w szczególności przedstawienie zasad edytorskich	2
Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące omówienia aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	8
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową	6
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące zrealizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku autora wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	14
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 prezentacja multimedialna
- N2 dyskusja problemowa
- N3 praca własna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W02, PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_W01, PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
$P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki, <a href="mailto:czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl">czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl</a>

- 5 **Kursy specjalnościowe Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)**

**KURSY**

**SPECJALNOŚCIOWE**

**Technologie informacyjne w systemach  
automatyki (ART)**

## 5.1 AREU00613 Projekt przejściowy

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Projekt przejściowy</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Temporary project</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00613</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				45	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				150	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				5	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				5	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				3	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>



### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie umiejętności przeszukiwania czasopism elektronicznych z danej dziedziny.
- C2 Nabycie umiejętności rozpoznania/identyfikacji problemu praktycznego, opisanego w sposób formalny.
- C3 Nabycie umiejętności definiowania celów problemu badawczego.
- C4 Nabycie praktycznej umiejętności szybkiego tworzenia oprogramowania z przyjaznym interfejsem użytkownika.
- C5 Nabycie umiejętności implementacji wybranego algorytmu z dziedziny specjalności
- C6 Nabycie umiejętności tworzenia aplikacji wspomagającej badania symulacyjne
- C7 Nabycie umiejętności przygotowania i przeprowadzenia prostych eksperymentów symulacyjnych.
- C8 Nabycie umiejętności sporządzania profesjonalnych raportów i sprawozdań.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

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 sformułować cel badawczy problemu
- PEK\_U04 – umie sprawnie tworzyć oprogramowanie w wybranym języku obiektowym, z przyjaznym interfejsem użytkownika
- PEK\_U05 – potrafi zaimplementować wybrany algorytm rozwiązujący zdefiniowany problem praktyczny
- PEK\_U06 – umie tworzyć aplikacje wspomagające badania symulacyjne (aplikacje typu WWW lub lokalne) z wykorzystaniem baz danych przy użyciu języka SQL lub innego mechanizmu zarządzania danymi
- PEK\_U07 – umie zdefiniować eksperyment sprawdzający własności zaimplementowanego algorytmu
- PEK\_U08 – umie tworzyć złożone zestawienia i wykresy np. przy pomocy MS Excel oraz konwertować pliki graficzne
- PEK\_U09 – potrafi sporządzić profesjonalny raport z użyciem edytora LateX lub Microsoft Word

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
P_1	Wprowadzenie, omówienie zasad współpracy, podział na grupy, prezentacja problemów	3
P_2	Analiza dostępnej literatury, sformułowanie problemów praktycznych i badawczych	3
P_3	Prezentacja i analiza metod rozwiązujących zadany problem	3
P_4	Analiza wybranych algorytmów dotyczących określonego zagadnienia	3

P_5	Oprogramowanie wybranych algorytmów	6
P_6	Przygotowanie oprogramowania wspomagającego planowane badania	3
P_7	Przeprowadzenie badań komputerowych (eksperyment symulacyjny)	5
P_8	Analiza i opracowanie uzyskanych wyników	4
P_9	Edycja profesjonalnych raportów w systemie LaTeX lub Microsoft Word, indeksowanie wzorów i rysunków, etykiety i wykazów	6
P_10	Tworzenie wykresów przedstawiających otrzymane rezultaty, konwersja plików graficznych, przygotowanie plików do składu w raporcie	6
P_11	Podsumowanie, prezentacja i omówienie wyników	3
	Suma godzin	45

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
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 aplikacji WWW lub lokalnych
4	Konsultacje
5	Seminaria/Prezentacje (w grupach kilkusobowych)

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U07 PEK_K01 - PEK_K02	Ocena realizacji poszczególnych etapów projektu
F2	PEK_U08 - PEK_U09 PEK_K01 -PEK_K02	Ocena raportu końcowego
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. Rafajłowicz E., Rafajłowicz W., Wstęp do przetwarzania obrazów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011
2. Skubalska - Rafajłowicz Ewa [Red.]: Sieci neuronowe w przetwarzaniu strumieni danych : struktury sieci i algorytmy uczenia. Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011
3. Choraś R., Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów, Exit, 2005
4. Thompson J. R., Koronacki J., Statystyczne sterowanie procesem. Metoda Deminga etapowej optymalizacji jakości. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1994
5. Zalewski A., Cegiela R., Matlab - obliczenia numeryczne i ich zastosowania, Wyd. Nakom, Poznań, 1997.
6. UML dla każdego :Ujednoczony Język Modelowania - wyrażanie związków między klasami w projektowaniu obiektowym /J. Schmuller.Gliwice : Helion, 2003.
7. Martin R., Agile. Programowanie zwinne: zasady, wzorce i praktyki zwinnego wytwarzania oprogramowania w C#, Helion, 2008
8. Kurzyński M., Rozpoznawanie obiektów: metody statystyczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki, 1996
9. System zarządzania bazą danych Oracle 7 i Oracle 8 /R. Wrembel, J. Jezierski, M. Zakrzewicz, wyd. Nakom, Poznań, 2000.
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. Hryniewicz O., Współczesne metody statystyczne w sterowaniu jakością. IBS PAN, Warszawa 1996
2. Demant C., Streicher - Abel B. and P. Waszkewitz, Industrial Image Processing: Visual Quality Control in Manufacturing, Springer, Berlin, 1999
3. Pratt, W. K., Digital image processing, New York, Wiley, 1991
4. HTML5 i CSS3. Zaawansowane wzorce projektowe, Helion, 2012
5. Microsoft SQL Server 2012 Podstawy języka T - SQL, APN Promise, 2012
6. Learning Oracle PL/SQL /B. Pribyl, S. Feuerstein. Beijing : O'Reilly, 2002.
7. Kulikowski R., Sterowanie w wielkich systemach, WNT, Warszawa, 1970.
8. A. Niederliński, J. Mościński, Z. Ogonowski, Regulacja adaptacyjna, Warszawa : Wydawnictwo Naukowe PWN, 1995.
9. Cz. Smutnicki, Algorytmy szeregowania, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2002.
10. Amborski K., Marusak A., Teoria sterowania w ćwiczeniach, PWN, Warszawa, 1978.
11. Kaczorek T., Teoria wielowymiarowych układów dynamicznych liniowych, WNT, Warszawa, 1983.
12. Ogata K., Metody przestrzeni stanów w teorii sterowania, WNT, Warszawa, 1974.
13. Pełczewski W., Teoria sterowania. Ciągłe stacjonarne układy liniowe, WNT, Warszawa, 1980.

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

Prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska - Rafajłowicz, ewa.rafajlowicz@pwr.edu.pl

## 5.2 AREU00614 Programowanie systemów mobilnych

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Programowanie systemów mobilnych</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Programming of mobile devices</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00614</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		60		
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	4		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<p>1 Student posiada podstawową wiedzę na temat metodologii programowania obiektowego</p> <p>2 Potrafi programować, na poziomie minimum podstawowym, w języku C++, Java lub C#</p>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu specyfiki budowy, użytkowania i typowych zastosowań urządzeń mobilnych powszechnego użytku (multimedialny telefon komórkowy, smartfon, tablet).
- C2 Nabycie specjalistycznej wiedzy o projektowaniu i oprogramowaniu aspektów aplikacyjnych wspólnych dla wszystkich platform mobilnych: dotykowego interfejsu użytkownika urządzeń przenośnych, mobilnej telekomunikacji, mobilnych sieci komputerowych, mobilnych baz danych oraz obsługi wbudowanych sensorów.
- C3 Nabycie umiejętności tworzenia prostych aplikacji dla wybranych, najbardziej popularnych platform mobilnych (Android, iOS lub Windows Mobile).
- C4 Nabycie umiejętności samodzielnego wyszukiwania i studiowania dokumentacji technicznej oraz samodzielnego uzupełniania wiedzy na temat nowych systemów i technologii oprogramowania urządzeń mobilnych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 zna budowę oraz charakterystyczne ograniczenia sprzętowe urządzeń mobilnych
- PEK\_W02 jest w stanie scharakteryzować i porównać przynajmniej 3 różne platformy umożliwiające tworzenie oprogramowania dla urządzeń mobilnych
- PEK\_W03 zna zasady projektowania interfejsu użytkownika dla smartfonów i tabletów
- PEK\_W04 posiada wiedzę o mobilnych bazach danych oraz typowych sensorach stosowanych w urządzeniach mobilnych
- PEK\_W05 zna zasady projektowania oraz implementacji złożonych systemów informatycznych wykorzystujących urządzenia mobilne.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 potrafi zaprojektować i wykonać proste aplikacje dla przynajmniej dwóch ze standardowych platform mobilnych (Android, iOS lub Windows Mobile)
- PEK\_U02 potrafi posługiwać się wybranymi środowiskami programistycznymi dla urządzeń mobilnych: Android Studio, Eclipse ADT, Xcode, Visual Studio for Windows Phone,
- PEK\_U03 potrafi oprogramować mobilną bazę danych, przesyłanie wiadomości (SMS/MMS/ Email) oraz obsługę wbudowanych sensorów smartfonu (akcelerometru, magnetometru, żyroskopu, GPS)

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Typy mobilności. Charakterystyczne cechy i ograniczenia sprzętowe urządzeń mobilnych. Ewolucja mobilnych urządzeń, sieci i usług. Przegląd mobilnych platform, systemów operacyjnych, architektur i typowych zastosowań.	2
Wy2	System operacyjny i środowisko Google Android OS. Open Handset Alliance. Architektura Android OS. Standardowe komponenty aplikacji Android: Activity, Intent, Service, BroadcastReceiver, ContentProvider. Cykl życia aplikacji oraz obiektów Activity. Konfiguracja środowiska programistycznego Android SDK.	2

Wy3	Android część II. Projektowanie oraz implementacja interfejsu użytkownika (komponenty View, ViewGroup, XML Layouts, Widget). Możliwości długoterminowego składowania danych. Multimedia oraz komunikacja sieciowa w środowisku Android.	2
Wy4	Android część III. Architektura aplikacji składającej się z wielu aktywności. Intencje i filtry. Sterowanie przejściami: startActivity, startActivityForResult. Prosta archiwizacja danych w postaci preferencji lub plików XML.	2
Wy5	System operacyjny oraz środowisko Apple iOS. Architektura systemu iOS, środowisko Xcode, język programowania Swift. Projektowanie interfejsu użytkownika z wykorzystaniem Cocoa Touch, UIKit oraz Foundation Framework. Procedury publikacji kodu i danych za pośrednictwem iTunes AppStore.	2
Wy6	Programowanie aplikacji dla iOS (część II). Architektura MVC. Cykl życia kontrolera. Aplikacje wielo - okienkowe: Storyboard, Segues, szablon Master - Detail, konfiguracja kontrolera UITableViewController.	2
Wy7	Platforma i środowisko Microsoft Windows Phone. Specyfikacja techniczna urządzeń WP. Ekosystem Windows Phone: Visual Studio, Expression Blend, Zune, Marketplace. Technologia Silverlight: XAML, Metro Design, komponenty interfejsu użytkownika, IsolatedStorage. Mobilna baza danych z wykorzystaniem LINQ	2
Wy8	Windows Phone część II. Technologia XNA. Tworzenie gier, grafiki oraz animacji 2D/3D na platformie WP. Publikacja w Marketplace.	2
Wy9	Telekomunikacja bezprzewodowa. Ewolucja systemów łączności radiotelefonicznej. Bezprzewodowe media transmisyjne. Sieci komórkowe: GSM, HSCSD, GPRS, EDGE, 3G, UMTS, HSDPA. Pakiet Android Telephony API. Monitorowanie stanu karty SIM oraz połączeń głosowych i danych.	2
Wy10	Bezprzewodowe i mobilne sieci komputerowe BAN, PAN, LAN. Standardy Bluetooth i WLAN IEEE 802.11. Topologie sieci mobilnych. Sieci 4G: WiMAX / IEEE 802.16, MBWA - IEEE802.20, LTE. Mobilne WWW: WAP, WML, WMLScript. Komunikacja sieciowa w środowisku systemu Android: sockets, TCP / IP / HTTP.	2
Wy11	Bezpieczeństwo systemów mobilnych. Typowe zagrożenia, podatności i scenariusze bezprzewodowego ataku. Technologie zabezpieczeń systemów i sieci mobilnych. Bezpieczeństwo SmartCards oraz komunikacji i transakcji NFC.	2
Wy12	Mobilne bazy danych. Systemy lokalnej archiwizacji danych w pamięci Flash oraz na kartach SD. Synchronizacja danych. Przegląd rozwiązań komercyjnych: SQLite, Sybase SQL Anywhere, MobiLink, UltraLite, UltraLiteJ, UltraLiteC, IBM DB2 Everyplace.	2
Wy13	Mobilne Multimedia. Przegląd technologii, paradygmatów i usług: NTT DoCoMO, i - mode Service. SMS, MMS. Technologie mobilnej TV:: unicast, streamed, broadcasted Mobile TV. DVB - H, DMB, MediaFLO, ISDB. Mobilna telewizja w Polsce.	2
Wy14	Trendy rozwojowe w dziedzinie technologii mobilnych. Przegląd prototypowych rozwiązań: Digital assistants. HyperAudio, On - line Shoping, iGROCER, Barcodes, NFC Memory Cards, Wireless Payments, MobileKey, Mobile Health Care, NOKIA Mixed Reality, MIT SixthSense.	2
Wy15	Repetitorium oraz sprawdzian końcowy	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Zajęcia organizacyjne. Szkolenie stanowiskowe BHP. Omówienie tematów i sposobu realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.	1
Lab2	Android – wprowadzenie (środowisko Android Studio, Android SDK)	2
Lab3	Android (2) – testowanie/debugowanie cyklu życia aktywności. Implementacja demonstracyjnej aplikacji "Currency Converter"	2
Lab4	Android (3) – projektowanie adaptacyjnego interfejsu użytkownika dla różnych wielkości, rozdzielczości i orientacji ekranu urządzenia.	2
Lab5	Android (4) – ćwiczenia z programowanie wielookienkowej aplikacji składającej się z kilku aktywności. Sterowanie przebiegiem programu za pomocą intencji oraz poleceń startActivity, startActivityForResult.	2
Lab6	Apple iOS – zapoznanie się z platformą iOS oraz środowiskiem programistycznym MacOS X/Xcode oraz językiem programowania Swift. Implementacja testowej aplikacji jedno - ekranowego konwertera walut.	2
Lab7	Windows Mobile – wykorzystanie środowiska Visual Studio do zaimplementowania na platformie Windows 10/UWP, przykładowej aplikacji prostego arytmetycznego kalkulatora dla smartfonu.	2
Lab8	Projekt oraz implementacja wybranego zadania zaliczeniowego dla jednej z poznanych platform.	2
	Suma godzin	15

#### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora.
N2 Praca własna – przygotowanie i wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych.
N3 Przegląd/inspekcja kodu wykonanego oprogramowania przez prowadzącego laboratorium
N4 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium.
N5 Indywidualne konsultacje prowadzącego zajęcia.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - W05	Kolokwium pisemne na wykładzie
F2	PEK_U01 - U03	Ocena wykonywania zadanych ćwiczeń wprowadzających (Lab2-Lab5). Inspekcja oraz ocena jakości kodu wykonanego oprogramowania. Ocena sprawozdań dokumentujących sposób realizacji zadań laboratoryjnych.
P = 1/2·F1 + 1/2·F2, oceny częściowe muszą być pozytywne: F1≥3.0, F2≥3.0		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. "[14] W.F. Ableson, R. Sen, C. King, „Android w akcji,”</li><li>2. "[15] S. Conder, L. Darcey: „Android. Programowanie aplikacji na urządzenia przenośne,”</li><li>3. "[16] S. Hashimi, S. Komatineni, D. MacLean, „Android 2. Tworzenie aplikacji”</li><li>4. R. Miles, Windows Phone 8 Programming in C#,</li><li>5. M. Piasecki, Mobile Computing,</li><li>6. "[19] T. Mikkonen, Programming mobile devices: an introduction for practitioners”</li></ol> |
|---|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. F. Fitzek, F. Reichert, Mobile phone programming and its application to wireless networking,</li><li>2. "[2] M. Ilyas ,I. Mahgoub, Mobile computing handbook,”</li><li>3. "[3] A. Wigley, D. Moth, P. Foot, Microsoft® Mobile Development Handbook.”</li></ol> |
|---|

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

dr inż. Marek Piasecki, marek.piasecki@pwr.edu.pl
---



### 5.3 AREU00608 Sieci przemysłowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sieci przemysłowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Industrial networks</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00608</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
S2ART_W01, S2ART_W02

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu budowy i zasady działania komputerowych sieci sterowania.
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu implementacji prostych algorytmów sterowania w sieci przemysłowej.
- C3 Nabycie umiejętności projektowania aplikacji sieci przemysłowej dla typowych zadań regulacji.
- C4 Nabycie umiejętności projektowania i tworzenia aplikacji dla stacji operatorskich.
- C5 Nabycie umiejętności wyszukiwania i korzystania z dokumentacji i katalogów firmowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna budowę sterowników swobodnie programowalnych i paneli operatorskich,
- PEK\_W02 – zna zasady stosowania i rolę w układzie sterowania urządzeń Master i Slave,
- PEK\_W03 – jest w stanie opisać topologię, standard elektryczny i protokół komunikacyjny dla typowych sieci przemysłowych,
- PEK\_W04 – potrafi opisać aplikację wymiany danych pomiędzy sterownikami PLC,
- PEK\_W05 – potrafi opisać aplikację wymiany danych pomiędzy sterownikiem PLC i panelem operatorskim,
- PEK\_W06 – zna zasady programowania aplikacji dla urządzeń w inteligentnych budynkach,

Z zakresu umiejętności:

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	Warstwa fizyczna w informatycznych i przemysłowych sieciach sterowania	2
Wy2	Rozwiązywanie konfliktu dostępu do medium	2
Wy3	Sieć unitelway, rola urządzeń Master i Slave, realizacja usług klient i serwer	2
Wy4	PLC - języki programowania (norma IEC 61131 - 3) jako warstwa aplikacyjna sieci przemysłowej	2
Wy5	Struktura Master i oddalone wyjście, przykład realizacji algorytmu regulacji (zad1)	2
Wy6	Struktura Master i Slave, przykład realizacji algorytmu regulacji (zad2)	2
Wy7	Wizualizacja stanu procesu. Panele i stacje operatorskie. Systemy SCADA	2
Wy8, Wy9	Panel operatorski typu XBT, przykład programowania panela dla sterowania sekwencyjnego (zad3)	4
Wy10, Wy11	Panel operatorski typu XBT, przykład programowania panela dla układu regulacji (zad4)	4
Wy12	Sterowniki s7 - 1200 i panele operatorskie w sieci PROFINET, zestawienie połączenia, konfiguracja urządzeń, testowanie sieci	2

Wy13, Wy14	Magistrale budynkowe KNX, standardy zasilania i komunikacji, warstwa fizyczna, adresowanie i segmentacja sieci. Programowanie typowych aplikacji, przypisanie do grup, typowe funkcje dla przycisków i przekaźników wykonawczych (zad5).	4
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
 N2 Wykład z wykorzystaniem stanowiska z urządzeniem przemysłowym i wideoprojektora  
 N3 Konsultacje  
 N4 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 , PEK_U06 PEK_K01 , PEK_K02	oceny z zadań zad1, zad2, zad3, zad4 i zad5
F2	PEK_W01 , PEK_W06	kolokwium pisemne
P = max (F1, 0,2*F1 + 0,8*F2)		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

- Siemens, SIMATIC S7 - 1200 w przykładach. Siemens, Warszawa 2011.
- Kasprzyk J., Programowanie sterowników przemysłowych. WNT, Warszawa 2006
- Siemens, Pierwsze kroki z SIMATIC S7 - 1200. Podręcznik. Wydanie 03/2014.
- 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.
4. Opracowania firmowe:
5. Strony internetowe producentów sterowników PLC
6. <http://wazniak.mimuw.edu.pl>
7. <http://plcs.pl>
8. <http://controlengineering.pl>
9. <http://www.automatykaonline.pl/poradnik/>
10. <https://support.automation.siemens.com>
11. Czasopisma:
12. Pomiary Automatyka Kontrola
13. Przegląd Elektrotechniczny

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

Antoni Izworski, antoni.izworski@pwr.edu.pl
---

## 5.4 AREU00607 Sterowanie produkcją, magazynowaniem i transportem

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sterowanie produkcją, magazynowaniem i transportem</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Control of production, stocking and transport</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00607</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			2	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 nabycie wiedzy o specyfice sterowania w systemach produkcyjnych, transportowych oraz magazynowych
- C2 nabycie wiedzy dotyczącej urządzeń automatyki stosowanych do transportu oraz magazynowania systemach produkcyjnych
- C3 nabycie wiedzy o metodach optymalizacji sterowania
- C4 nabycie umiejętności doboru urządzeń automatyki do transportu i magazynowania na różnych etapach produkcyjnych
- C5 nabycie umiejętności projektowania i implementacji algorytmów i systemów sterowania produkcją, magazynowaniem i transportem

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – posiada wiedzę dotyczącą harmonogramowania w elastycznych liniach produkcyjnych
- PEK\_W02 – zna sposoby opisu oraz modelowania na potrzeby harmonogramowania w gniazdowych systemach produkcyjnych
- PEK\_W03 – ma wiedzę o celach optymalizacji w systemach produkcyjnych
- PEK\_W04 – zna metody konstruowania algorytmów optymalizacyjnych
- PEK\_W05 – posiada wiedzę o konstrukcji i zasadzie działania buforów produkcyjnych
- PEK\_W06 – zna systemy transportu w produkcji masowej
- PEK\_W07 – ma wiedzę o sterowaniu maszyn karuzelowych oraz w karuzelowych systemach wytwarzania
- PEK\_W08 – zna urządzenia automatyki i metody ich sterowania w systemach wysokiego składowania,
- PEK\_W09 – zna metody sterowania wózków AGV w systemach produkcyjnych
- PEK\_W10 – posiada wiedzę o planowaniu pracą wózków widłowych w centrach logistycznych
- PEK\_W11 – zna metody optymalizacyjne w marszrutyzacji pojazdów
- PEK\_W12 – zna systemy automatyki stosowane w liniach pakujących
- PEK\_W13 – zna algorytmy stosowane w sterowaniu czynności robotów w zrobotyzowanych systemach komputerowych

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi sformułować problem optymalizacyjny w systemach sterowania produkcją, magazynowaniem i transportem.

PEK\_U02 – potrafi na podstawie modelu obliczeniowego zaprojektować procedurę wyznaczającą harmonogram wykonywania operacji w elastycznym systemie przepływowym

PEK\_U03 – potrafi dobrać sposób reprezentowania rozwiązania oraz metodę wyznaczenia sterowania operacyjnego w elastycznych systemach gniazdowych.

PEK\_U04 – potrafi dobrać, zaprojektować i zaimplementować algorytm optymalizacyjny na potrzeby harmonogramowania w systemach produkcyjnych

PEK\_U05 – potrafi dobrać urządzenia automatyki do sterowania buforowaniem w systemach produkcyjnych

PEK\_U06 – potrafi dobrać sposoby magazynowania oraz transportu detali w produkcji masowej

PEK\_U07 – potrafi wskazać systemy produkcyjne, w których rekomendowane jest użycie maszyn lub systemów karuzelowych oraz dobrać odpowiednie systemy do konkretnych zastosowań

PEK\_U09 – potrafi dobrać urządzenia automatyki i algorytmy sterowania dla systemów wysokiego składowania

PEK\_U10 – potrafi zaprojektować i oprogramować aplikację wspomagającą pracę wózków AGV oraz wózków widłowych w systemach magazynowych

PEK\_U11 – umie skonstruować algorytmy wspomagające marszrutyzację pojazdów

PEK\_U12 – umie zaprojektować system sterowania oraz skonstruować algorytmy nadrzędnego sterowania robotów w zrobotyzowanych liniach pakujących

Z zakresu kompetencji społecznych:

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do sterowania produkcją, magazynowaniem i transportem	2
Wy2	Harmonogramowanie operacyjne w elastycznych liniach produkcyjnych	2
Wy3	Harmonogramowanie w elastycznych systemach gniazdowych	2
Wy4	Problemy optymalizacyjne oraz metody opisu matematycznego elastycznych systemów produkcyjnych	2
Wy5	Metody optymalizacyjne w systemach wytwarzania	2
Wy6	Konstrukcja i zasada działania buforów produkcyjnych w systemach wytwarzania	2
Wy7	Realizacja transportu detali w systemach wytwarzania masowego	2
Wy8	Maszyny i systemy karuzelowe	2
Wy9	Urządzenia automatyki, metody sterowania w magazynach wysokiego składowania	2
Wy10	Sterowanie wózków AGV w systemach produkcyjnych	2
Wy11	Sterowanie pracą wózków widłowych	2
Wy12	Marszrutyzacja pojazdów w centrum logistycznym	2
Wy13	Automatyczne linie pakujące	2
Wy14	Sterowanie operacyjne w zrobotyzowanych liniach pakujących	2
Wy15	Systemy CIM	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Propozycja i omówienie zagadnień projektowych.	2
Pr2,3	Przegląd literatury. Określenie celu i zakresu projektu.	4
Pr4 - 11	Wykonanie projektu	16
Pr12 - 14	Dokumentacja projektu.	6
Pr15	Oddanie i ocena projektu.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i/lub slajdów 2 Konsultacje 3 Prace projektowe 4 Praca własna – implementacja wybranych algorytmów sterowania i optymalizacji 5 Praca własna – samodzielne studia literaturowe

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 -PEK_W10,	wynik kolokwium zaliczeniowego
F2	PEK_U01 - PEK_U09, PEK_K01, PEK_K02	przygotowanie, wykonanie i dokumentacja projektu, aktywność na etapach pośrednich projektu
P=0.4*F1+0.6*F2, F1>2, F2>2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b> 1. J. Grabowski, E. Nowicki, C. Smutnicki, Metoda blokowa w zagadnieniach szeregowania zadań, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2002. 2. C. Smutnicki, Algorytmy szeregowania, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2002.
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b> 1. T. Sawik, Optymalizacja dyskretna w elastycznych systemach wytwarzania, WNT, W - wa. 2. T. Sawik, Planowanie i sterowanie produkcji w elastycznych systemach montażowych, WNT, W - wa. 3. Artykuły z czasopism: Computers and Operations Research, Omega, EJOR i/lub wydawnictw: Elsevier, Springer.



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

Czesław Smutnicki, Czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl
---

## 5.5 AREU17602 Algorytmy wspomaganie decyzji

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Algorytmy wspomaganie decyzji</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>	
Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>	
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>	
Kod przedmiotu: <b>AREU17602</b>	
Grupa kursów: <b>TAK</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	30
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5			0	0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2			1	1

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W07 K2AIR_U04

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studenta z podstawowymi technikami i algorytmami wspomaganie decyzji
- C2 Zdobyć przez studenta umiejętności stosowania technik wspomaganie decyzji
- C3 Opanowanie umiejętności projektowania i implementacji podstawowych elementów systemu wspomaganie decyzji.
- C4 Opanowanie umiejętności samodzielnych studiów literaturowych dotyczących nowatorskich rozwiązań z obszaru algorytmów wspomaganie decyzji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna klasyfikację problemów i modeli decyzyjnych, oraz możliwości ich rozwiązywania
- PEK\_W02 – zna możliwości stosowania metod statystycznych, Bayesowskich, elementów teorii gier w algorytmach wspomaganie decyzji
- PEK\_W03 – zna podstawowe metody analizy dużych zbiorów danych
- PEK\_W04 – zna możliwości stosowania systemów neuronowych i pokrewnych metod w systemach wspomaganie decyzji
- PEK\_W05 – zna możliwości stosowania metod sztucznej inteligencji w systemach wspomaganie decyzji
- PEK\_W06 – zna zasady wykorzystania podejścia ewolucyjnego we wspomaganie decyzji
- PEK\_W07 – zna zasady tworzenia i działania systemów eksperckich

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi formalnie sformułować problem decyzyjny i przedstawić potencjalne możliwości jego rozwiązania
- PEK\_U02 – potrafi zastosować w praktyce rozwiązania oparte na sieciach neuronowych, rozmytych systemach wnioskowania, elementach statystyki i innych metodach używanych w procesie wspomaganie decyzji
- PEK\_U03 – potrafi wykonać projekt systemu wspomagającego decyzję dedykowanego konkretnemu problemowi
- PEK\_U04 – potrafi zaimplementować system wspomagający decyzję dla zadanego problemu decyzyjnego
- PEK\_U05 – potrafi samodzielnie odnaleźć w literaturze i wdrożyć w projektowanym systemie nowatorskie rozwiązania polepszające proces wspomaganie decyzji

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – potrafi kreatywnie podejść do rozwiązania problemu
- PEK\_K02 – potrafi harmonogramować realizację zadania i określać właściwie priorytety umożliwiające realizację zadania

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, wprowadzenie do wykładu, program, wymagania. Klasyfikacja problemów i modeli decyzyjnych.	2
Wy2	Sposoby rozwiązywania problemów decyzyjnych Algorytmy optymalizacji.	2
Wy3	Optymalizacja wielokryterialna w algorytmach wspomaganie decyzji	2
Wy4	Modele statystyczne we wspomaganie decyzji	2
Wy5	Metody Bayesowskie w podejmowaniu decyzji	2

Wy6	Elementy teorii gier	2
Wy7	Metody uczenia maszynowego – modele oparte na przykładach	2
Wy8	Sieci neuronowe jako narzędzie w podejmowaniu decyzji	2
Wy9	Systemy eksperckie	2
Wy10	Rozmyte systemy wnioskowania a podejmowanie decyzji	2
Wy11	Zbiory przybliżone w analizie danych	2
Wy12	Podjęcie ewolucyjne we wspomaganie decyzji	2
Wy13	Odporne metody statystyczne i analiza błędów w danych	2
Wy14	Automatyczne systemy wspomaganie decyzji	2
Wy15	Sztuczna inteligencja i inspiracje kognitywistyczne we wspomaganie decyzji.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie. Ustalenie tematów projektów, podział na grupy projektowe.	1
Pr2	Przedstawienie harmonogramu projektu, metod rozwiązania, konspektu, przeglądu literatury.	2
Pr3	Wykonanie i implementacja systemu wspomaganie decyzji wg założeń projektowych.	7
Pr4	Przetestowanie i ocena jakości działania wykonanego projektu.	2
Pr5	Sporządzenie całościowej dokumentacji projektu.	2
Pr6	Prezentacja projektu wraz z dokumentacją.	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie Ustalenie i przydział tematów do przygotowania	1
Se2	Poznane dotychczas metody wspomaganie decyzji – dyskusja	1
Se3	Praktyczne przykłady zastosowań metod statystycznych do wspomaganie procesu decyzyjnego	2
Se4	Praktyczne przykłady zastosowań sieci neuronowych i metod sztucznej inteligencji do wspomaganie procesu decyzyjnego	6
Se5	Przegląd najpopularniejszych systemów wspomaganie decyzji	2
Se6	Nowe podejścia we wspomaganie decyzji	3
	Suma godzin	15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1 . Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
- N2 . Zajęcia projektowe
- N3 . Seminarium
- N4 . Materiały dydaktyczne w formie elektronicznej
- N5 . Konsultacje
- N6 . Praca własna studenta

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U05 PEK_K01 - PEK_K02	Obserwacja postępów realizacji projektu, sprawozdanie z wykonanego projektu, prezentacja projektu
F2	PEK_U01 - PEK_U05	Obserwacja przygotowania tematów seminarium,
F3	PEK_W01 - PEK_W07	Egzamin pisemny lub ustny
P = 0,2*F1 + 0,2*F2 + 0,6*F3 , F1 > 2, F2 > 2, F3 > 2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. A. Lachwa, Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji, Exit, Warszawa 2001
2. B.W. Lindgren, Elementy teorii decyzji, WNT, Warszawa 1977
3. J. Żurada, M. Barski, W. Jędruch, Sztuczne sieci neuronowe, PWN, Warszawa 1996
4. Leszek Rutkowski, Metody i techniki sztucznej inteligencji, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. J. Korbicz, A. Obuchowicz, D. Uciński, Sztuczne sieci neuronowe. Podstawy i zastosowania, Akad. Oficyna Wyd. PLJ, 1994
2. R. Witt, Metody programowania nieliniowego, WNT, Warszawa 1986
3. materiały do wykładu w formie elektronicznej
4. Power, D. J., Decision support systems: concepts and resources for managers. Westport, Conn., Quorum Books, 2002
5. Burstein, Frada, Holsapple, Clyde W. (Eds.), Handbook on Decision Support Systems 1 and 2, Springer, 2008

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

Prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska - Rafajłowicz,  
320 - 33 - 45, ewa.rafałowicz@pwr.wroc.pl

## 5.6 AREU00615 Diagnostyka procesów przemysłowych

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Diagnostyka procesów przemysłowych</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Fault diagnosis of industrial processes</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00615</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				30
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	4				0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				1

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy o różnego rodzaju kamerach stosowanych w diagnostyce i monitorowaniu jakości produkcji
- C2 Nabycie umiejętności dobierania i konstruowania sekwencji algorytmów przetwarzania obrazów do konkretnego zadania wykrywania defektów i ich lokalizacji
- C3 Nabycie umiejętności programowania w/w algorytmów,
- C4 Nabycie umiejętności projektowania i tworzenia aplikacji do wykrywania i lokalizacji defektów w sekwencjach obrazów.
- C5 Nabycie wiedzy z zakresu metod wykrywania obiektów i defektów, bazujących na progowaniu
- C6 Nabycie wiedzy z zakresu metod wykrywania obiektów i defektów, bazujących na konturowaniu
- C7 Nabycie wiedzy z zakresu poprawiania jakości obrazów
- C8 Nabycie wiedzy o klasycznych metodach monitorowania jakości produkcji za pomocą kart kontrolnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna rodzaje i właściwości kamer stosowanych w przemyśle
- PEK\_W02 – zna zasady doboru kamery i doboru jej parametrów
- PEK\_W03 – jest w stanie wymienić podstawowe metody wyodrębniania obiektów i defektów na obrazach
- PEK\_W04 – zna podstawowe bloki funkcjonalne aplikacji do przetwarzania obrazów przemysłowych
- PEK\_W05 – jest w stanie objaśnić działanie klasycznych metod progowania i konturowania
- PEK\_W06 – ma wiedzę o podstawowych kartach kontrolnych
- PEK\_W07 – zna zasady działania metod poprawiania jakości obrazów przemysłowych
- PEK\_W08 – zna pojęcia związane z przetwarzaniem sekwencji obrazów

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi skonfigurować zestaw do akwizycji obrazów
- PEK\_U02 – potrafi przygotować prosty algorytm przetwarzania obrazów
- PEK\_U03 – potrafi eksperymentalnie dobrać zestaw gotowych modułów programowych do rozwiązywania złożonych zagadnień przetwarzania obrazów przemysłowych
- PEK\_U04 – umie dobrać kartę kontrolną do danego procesu
- PEK\_U05 – potrafi zbadać zależności czasowe w oprogramowaniu do przetwarzania sekwencji obrazów w zestawieniu z szybkością pracy procesu produkcyjnego
- PEK\_U06 – potrafi dobrać metodę(-y) korekcji obrazów
- PEK\_U07 – potrafi dobrać metodę kompresji obrazów do archiwizacji obrazów .

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia jakości produkcji dla firmy i społeczeństwa
- PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Organizacja zajęć, wymagania i przegląd zastosowań przetwarzania obrazów w przemyśle i przetwórstwie żywności	2

Wy2	Źródła obrazów, rodzaje kamer stosowanych w przemyśle, ich dobór i wybór parametrów pracy	2
Wy3	Reprezentacje obrazów, źródła błędów ludzkich i zakłóceń, proste operacje na obrazach	2
Wy4	Znajdowanie obiektów i defektów za pomocą różnych metod segmentacji	2
W - y 5,6	Metody doboru progu, segmentacja obrazów kolorowych i analiza i charakteryzacja skupień	3
W - y 6,7	Etykietowanie skupień i ich pomiary	3
Wy8	Znajdowanie obiektów i defektów za pomocą różnych metod detekcji krawędzi	2
Wy9	Deskryptory i wykrywanie obiektów/defektów o (z grubsza) znanych kształtach	2
Wy10	Szybkie, zgrubne wykrywanie obiektów/defektów i ich lokalizacja	2
Wy11	Przykłady zastosowań	2
Wy12	Poprawianie obrazów	2
Wy13	Karty kontrolne dla wartości średniej procesu, współpraca z systemem wizyjnym	2
Wy14	Karty kontrolne dla częstości defektów i dla wariancji procesu	2
Wy15	Zaliczenie	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Sem1	Organizacja grup, omówienie i wybór tematów	2
Sem2	Kamery specjalne 1	6
Sem3	Kamery specjalne 2	4
Sem4	Kombinowane metody segmentacji obrazów 1	4
Sem5	Kombinowane metody segmentacji obrazów 2	4
Sem6	Przykłady zastosowań kamer w przemyśle 1	4
Sem7	Przykłady zastosowań kamer w przemyśle 2	4
Sem8	Wielowymiarowe karty kontrolne – przegląd	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Projekt
N3 Konsultacje
N4 Praca własna – opracowanie projektu
N5 Praca własna – samodzielne studia
N6 Seminarium



<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W09 PEK_K01 - PEK_K02	Odpowiedzi ustne z pytań zadawanych w trakcie wykładu,
F2	PEK_U01 - PEK_U06	pisemne sprawozdanie z seminarium i sposób wygłoszenia
P = 0,5*F1 + 0,5*F2, F1>2, F2>2,		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Choraś R., Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów, Exit, 2005</li> <li>2. E. Rafajłowicz, W. Rafajłowicz, Wstęp do przetwarzania obrazów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011 (książka dostępna bezpłatnie na portalu Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej).</li> <li>3. 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).</li> <li>4. Thompson J. R., Koronacki J., Statystyczne sterowanie procesem. Metoda Deminga etapowej optymalizacji jakości. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1994.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hryniewicz O., Współczesne metody statystyczne w sterowaniu jakością. IBS PAN, Warszawa 1996.</li> <li>2. Demant C., Streicher - Abel B. and P. Waszkewitz, Industrial Image Processing: Visual Quality Control in Manufacturing, Springer, Berlin, 1999.</li> <li>3. Pratt, W. K., Digital image processing, New York, Wiley, 1991.</li> <li>4. Czasopisma:</li> <li>5. Real - Time Imaging</li> <li>6. IEEE Transactions On Automation Science And Engineering</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Ewaryst Rafajłowicz, 71 320 27 95, ewaryst.rafajlowicz@pwr.wroc.pl

## 5.7 AREU00616 Rozproszone i obiektowe bazy danych

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Rozproszone i obiektowe bazy danych</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Distributed and object-oriented databases</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00616</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	45			45	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			1	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość metodologii programowania obiektowego</li> <li>2. Znajomość relacyjnych baz danych</li> </ol>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie tworzenia rozproszonych systemów baz danych oraz ich możliwości i ograniczeń.
- C2 Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie tworzenia obiektowych systemów baz danych oraz ich możliwości i ograniczeń
- C3 Nabycie umiejętności wyszukiwania informacji w literaturze naukowej oraz korzystania z dokumentacji.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna zasady budowy systemów rozproszonych oraz problemy w nich się pojawiające

PEK\_W02 – zna podstawy, w tym rozumie możliwości i ograniczenia rozproszonych systemów baz danych

PEK\_W03 – rozumie metodologie tworzenia aplikacji korzystających z rozproszonych baz danych

PEK\_W04 – zna podstawy, w tym rozumie możliwości i ograniczenia obiektowych systemów baz danych

PEK\_W05 – rozumie metodologie tworzenia aplikacji korzystających z obiektowych baz danych

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – umie zaprojektować rozproszony system baz danych

PEK\_U02 – umie zaimplementować aplikację korzystającą z rozproszonego systemu baz danych

PEK\_U03 – umie zaprojektować obiektowy system baz danych

PEK\_U04 – umie zaimplementować aplikację korzystającą z obiektowego systemu baz danych

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia wprowadzające - przedstawienie programu, wymagań i literatury. Wprowadzenie do rozproszonych systemów baz danych (definicje, taksonomia)	1
Wy2 - 3	Rozproszone systemy bazy danych – wady i zalety, projektowanie metodą top - down i bottom - up, transparentność, mechanizmy rozpraszania: fragmentacja(pozioma, pionowa, hybrydowa), replikacja (prosta i zaawansowana), transakcje rozpr. (protokoły zatwierdzania w systemach rozproszonych).	4
Wy4	Wbudowane mechanizmy wspomagające tworzenie rozproszonych baz danych w istniejących systemach bazodanowych	2
Wy5 - 6	Obiektowe bazy danych – porównanie z bazami relacyjnymi, omówienie standardu ODBMS, wybrane elementy implementacji	4
Wy7	Mechanizmy wspomagające tworzenie obiektowych baz danych w istniejących systemach bazodanowych	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Sprawy organizacyjne. Wstępne przydzielenie tematów	1
Pr2 - 5	Projekt i realizacja rozproszonej bazy danych z wykorzystaniem wybranych narzędzi i technologii	8
Pr6 - 8	Projekt i realizacja obiektowej bazy danych z wykorzystaniem wybranych narzędzi i technologii	6
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Konsultacje
N3 Praca własna – samodzielne wykonywanie zadań w ramach projektu
N4 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01,U04	prezentacja działania zadań projektowych, pisemne sprawozdania z zadań projektowych,
F2	PEK_W01 , PEK_W05	kolokwium pisemne
P = F1*0,5+F2*0,5 ( należy zaliczyć obie formy, gdy wykład niezaliczony w pierwszym terminie wtedy do wzoru za F2 przyjmuje się 2,5 )		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
1. Wrembel R., Bębel B., Oracle. Projektowanie rozproszonych baz danych, Helion, Gliwice, 2003.
2. Date C. J., Wprowadzenie do systemów baz danych, WNT, Warszawa, 2000.
3. Garcia - Molina H., Ullman J.D., Widom J., Systemy baz danych, Helion, 2011
4. Ozsu T. M., Valduriez P., Principles of Distributed Database Systems, Springer, 2011
5. Coulouris G., Dollimore J., Kindberg T., Systemy rozproszone - podstawy i projektowanie, WNT, Warszawa, 1998.
6. Harrington J.L., Obiektowe bazy danych dla każdego, MIKOM, Warszawa, 2001
7. Lausen G., Vossen G., Obiektowe bazy danych, WNT, Warszawa, 2000
8. Connolly T., Begg C. Database Systems.A Practical Approach to Design, Implementation, and Management, Pearson Education Limited 2015
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

1. Henning M., Spruiell M.: Distributed Programming with Ice, ver. 3.2.1, ZeroC Inc., 2007.
2. Bell D., Grimson J., Distributed Database Systems, Addison Wesley, 1992.
3. Strona internetowa: <http://wazniak.mimuw.edu.pl>
4. Strona internetowa: <http://www.oracle.com>
5. Strona internetowa: [https://msdn.microsoft.com/en - US/](https://msdn.microsoft.com/en-US/)
6. Strona internetowa: <http://www.db4o.com>

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

Jarosław Mierzwa, tel. 71 320 32 88, <a href="mailto:jaroslaw.mierzwa@pwr.edu.pl">jaroslaw.mierzwa@pwr.edu.pl</a>
---

## 5.8 AREU00617 Zarządzanie zasobami w systemach informatycznych i przemysłowych

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Zarządzanie zasobami w systemach informatycznych i przemysłowych</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Resource management in computer and industrial systems</b>	
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>	
Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>	
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>	
Kod przedmiotu: <b>AREU00617</b>	
Grupa kursów: <b>TAK</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				90
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				1

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z problemami związanymi z zarządzaniem zasobami w systemach komputerowych i produkcyjnych
- C2 Zapoznanie się z metodami rozwiązywania konfliktów zasobowych i zarządzania zasobami w systemach i sieciach komputerowych
- C3 Zapoznanie się z metodami wspomagającymi efektywne zarządzanie w systemach produkcyjnych
- C4 Nabycie umiejętności przygotowania prezentacji oraz omówienia wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania zasobami

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna podstawowe zasoby odnawialne i nieodnawialne w systemach komputerowych oraz produkcyjnych
- PEK\_W02 – zna podstawowe algorytmy zarządzania dostępem do zasobów w systemach komputerowych
- PEK\_W03 – ma wiedzę o zakleszczeniu w systemach sieciowych i komputerowych oraz algorytmach wykrywania oraz sposoby ich wyeliminowania
- PEK\_W04 – zna techniki przetwarzania równoległego oraz zna elementy języków programowania wspomagające przetwarzanie równoległe
- PEK\_W05 – zna cele i metody zarządzania pamięcią w różnych językach programowania
- PEK\_W06 – zna metody oceny algorytmów on-line
- PEK\_W07 – zna strategie zarządzania systemami produkcyjnymi oraz zna metody wyznaczenia zapotrzebowania na materiałowych i półprodukty
- PEK\_W08 – posiada wiedzę o planowaniu operacyjnym oraz średnio i długo terminowym
- PEK\_W09 – zna cele i metody zarządzania zespołami pracowników
- PEK\_W10 – zna metody zarządzanie łańcuchami dostaw oraz posiada wiedzę dotyczącą przedsiębiorstw wirtualnych

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – umie zaproponować metodę rozwiązania zagadnień z zakresu zarządzania zasobami
- PEK\_U02 – potrafi publicznie omówić wybrane zagadnienie z zakresu zarządzania zasobami

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasoby odnawialne i nieodnawialne w systemach komputerowych, produkcyjnych oraz transportowych	2
Wy2	Podstawowe algorytmy zarządzania dostępem do zasobów w systemach komputerowych	2
Wy3	Zakleszczenia w systemach i sieciach komputerowych	2
Wy4	Przetwarzanie równoległe realizowane w technologii CUDA	2
Wy5	Przetwarzanie wektorowe w technologii SSE	2
Wy6	Zarządzanie dostępem do pamięci w różnych językach programowania	2
Wy7	Algorytmy on-line. Matematyczne metody oceny ich efektywności	2
Wy8	Strategie zarządzania wykorzystaniem zasobów w systemach produkcyjnych	2

Wy9	Algorytmy wyznaczania zapotrzebowania na zasoby, surowce, materiały i półprodukty	2
Wy10	Planowanie długo-, średnio-terminowe i operacyjne w systemach wytwarzania	2
Wy11	Zarządzenie pracą pracowników. Cele i wymagania	2
Wy12	Metody zarządzania zespołem pracowników	2
Wy13	Metody konstruowania algorytmów optymalizacyjnych wspomagających harmonogramowanie pracy pracowników	2
Wy14	Optymalizacja użycia zasobów w transporcie	2
Wy15	Przedsiębiorstwa wirtualne	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Omówienie propozycji zagadnień seminaryjnych z zakresu zarządzania zasobami w systemach komputerowych i produkcyjnych	2
Se2 - 8	Prezentacje studenckie z zakresu zarządzania w systemach komputerowych	14
Se9 - 15	Prezentacje studenckie z zakresu zarządzania w systemach produkcyjnych	14
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Konsultacje
N3 Praca własna – przygotowanie do wystąpień na seminarium
N4 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W10	egzamin pisemny
F2	PEK_U01 - PEK_U02	prezentacja ustna aktywność podczas seminarium
P = 0,5*F1 + 0,5*F2, F1>2, F2>2		



<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

1.R. Wyrzykowski, Klastry komputerów PC i architektury wielordzeniowe: budowa i wykorzystanie, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2006
---

2.D. Waters: Zarządzanie operacyjne. Towary i usługi. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2013
---

3.C. Smutnicki, Algorytmy szeregowania, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2002
--

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

1.W. Bożejko, A new class of parallel scheduling algorithms, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, (2010), 1–280
--

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

dr hab. inż. Jarosław Pempera, jaroslaw.pempera@pwr.edu.pl
--

## 5.9 AREU00618 Algorytmy ewolucyjne i rozmyte

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Algorytmy ewolucyjne i rozmyte</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Evolutionary and fuzzy algorithms</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00618</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				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	4				0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				2

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W06

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy i umiejętności analizy podstawowych mechanizmów wykorzystywanych przez metody ewolucyjne.
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu typów, zasady działania oraz budowy algorytmów ewolucyjnych.
- C3 Nabycie wiedzy i umiejętności wyboru metody, kodowania, operatorów i parametrów uwzględniających specyfikę zadania.
- C4 Nabycie wiedzy z zakresu działania i budowy wybranych nowoczesnych meta - heurystyk.
- C5 Nabycie wiedzy z zakresu logiki rozmytej i metodach wnioskowania rozmytego
- C6 Nabycie wiedzy i umiejętności zastosowania logiki rozmytej
- C7 Nabycie wiedzy i umiejętności rozwiązywania prostych i złożonych problemów za pomocą logiki rozmytej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna podstawowe mechanizmy wykorzystywane przez algorytmy ewolucyjne
- PEK\_W02 – zna podstawowe typy oraz zasady działania i budowy algorytmów ewolucyjnych
- PEK\_W03 – zna sposoby kodowania i operatory ewolucyjne oraz metody zarządzania populacją
- PEK\_W04 – zna wybrane nowoczesne meta - heurystyki
- PEK\_W05 – ma wiedzę z zakresu logiki rozmytej i metodach wnioskowania rozmytego
- PEK\_W06 – ma wiedzę pozwalającą podać przykłady zastosowania logiki rozmytej
- PEK\_W07 – ma wiedzę pozwalającą formułować zadanie, rozwiązywać proste i złożonych problemy za pomocą logiki rozmytej
- PEK\_W08 – ma wiedzę o narzędziach do badań symulacyjnych pozwalających korzystać z algorytmów logiki rozmytej

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi sformułować założenia, dokonać wyboru metody, operatorów i parametrów odpowiednich dla aplikacji zadania optymalizacyjnego
- PEK\_U03 – potrafi ocenić możliwości zastosowania logiki rozmytej
- PEK\_U04 – umie formułować zadanie w celu rozwiązania prostego lub złożonego problemu za pomocą logiki rozmytej

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
W1	Wstęp. Algorytmy ewolucyjne jako narzędzie optymalizacji globalnej	2
W2	Modele ewolucji.	2
W3	Podstawowe typy algorytmów ewolucyjnych, operatory, reprezentacje.	2
W4	Dynamika adaptacji lokalnej i globalnej	2
W5	Metody zarządzania populacją.	2
W6	Nowoczesne meta - heurystyki.	2

W7	Implementacja algorytmów ewolucyjnych. Przykłady zastosowań.	2
W8	Wstęp do logiki rozmytej. Problemy i zadania rozwiązywane za pomocą logiki rozmytej w odniesieniu do rozwiązań klasycznych.	2
W9	Matematyczne podstawy logiki rozmytej, definicje pojęć.	2
W10	Działania na zbiorach rozmytych.	2
W11	Podstawy wnioskowania rozmytego, modele wnioskowania.	2
W12	Implementacja algorytmów wnioskowania rozmytego. Przykłady zastosowań.	2
W13	Złożone układy wnioskowania rozmytego i regulatorów rozmytych	2
W14	Logika rozmyta w połączeniu z innymi algorytmami sztucznej inteligencji	2
W15	Repetitorium z wykładu	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Przedstawienie zakresu pracy seminaryjnej, wybór tematów. Dyskusja i wspólna analiza problemu.	1
Se 2	Prezentacje opracowań studentów na wybrany temat, przedstawienie problemu – dyskusja.	2
Se 3 - Se 5	Prezentacje opracowań studentów na wybrany temat, analiza problemu – dyskusja.	6
Se 6 Se 8	Prezentacje opracowań studentów na wybrany temat, rozwiązanie problemu – dyskusja.	6
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora.</p> <p>N2 Prezentacje multimedialne.</p> <p>N3 Dyskusja dydaktyczna w ramach seminarium.</p> <p>N4 Konsultacje.</p> <p>N5 Praca własna – przygotowanie do seminarium.</p> <p>N6 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium.</p>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U04, PEK_K01 - PEK_K02	Ocena wartości merytorycznej prezentacji oraz aktywnego uczestnictwa w dyskusjach merytorycznych.
F2	PEK_W01 - PEK_W13	Kolokwium pisemne
P = 0,4*F1 + 0,6*F2, pod warunkiem uzyskania zaliczenia każdej z form: F1>=3 i F2>=3		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

1. J. Arabas, Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, Warszawa 2001
2. Z. Michalewicz, Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne, WNT, Warszawa, 1996
3. D.E. Goldberg, Algorytmy genetyczne i ich zastosowania, WNT, Warszawa, 1995
4. I. Karcz - Dulęba, Algorytmy ewolucyjne, materiały dydaktyczne do wykładu i laboratorium pod adresem <http://iwona.duleba.staff.iar.pwr.wroc.pl/Students/>
5. Piegat A., Modelowanie i sterowanie rozmyte, EXIT, Warszawa 1999
6. Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L., Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, Warszawa PWN 1997
7. Yager R.R, Filev D.P. Podstawy modelowania i sterowania rozmytego, WNT Warszawa 1995, (Essential of Fuzzy Modeling and Control, John Wiley and Sons, Inc. 1994)

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

1. R. Galar, Miękką selekcja w losowej adaptacji globalnej, Wyd. PWr, 1990
2. Z. Michalewicz, D. Fogel, Jak to rozwiązać czyli nowoczesna heurystyka, WNT, Warszawa 2006
3. Drinkov D., Hellendoorn H., Reinfrank M.: Wprowadzenie do sterowania rozmytego. WNT, Warszawa 1996 (An Introduction to Fuzzy Control, Springer - Verlag Berlin Heidelberg 1993)
4. Handbook of Evolutionary Computation, T. Baeck, D.B Fogel, Z. Michalewicz (Editors), Taylor and Francis, 1997
5. K - L. Du, M.N.S.Swamy, Search and optimization by metaheuristics, Birkhauser, 2016
6. Hirota K. International Applications of fuzzy Technology, Springer - Verlag 1993
7. źródła internetowe
8. Czasopisma:
9. IEEE on Evolutionary Computations
10. Elsevier, Fuzzy Sets and Systems

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

dr hab. inż. Iwona Karcz - Dulęba, iwona.duleba@pwr.edu.pl we współpracy z: dr inż. Michał Lower, michal.lower@pwr.edu.pl
--

## 5.10 AREU12606 Seminarium specjalnościowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium specjalnościowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Specialization seminar</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU12606</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
--

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

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### 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

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W1 Zna trendy i nowe rozwiązania w dziedzinie technologii informacyjnych stosowanych w automatyce

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 w sposób zgodny z zasadami przygotować prezentację multimedialną .

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Wygłoszenie seminarium i kierowanie dyskusją na jego temat	2
Se2	Czynny udział w seminarium w roli słuchacza i dyskutanta	28
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Prezentacja komputerowa, rzutnik, tablica

N2 Dyskusja moderowana

N3 Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W1	Ocena zawartości merytorycznej prezentacji i wypowiedzi w dyskusji
F2	PEK_U01, PEK_U02	Treść i forma wypowiedzi ustnej, jakość prezentacji
$P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2$ F1,F2 $\geq 3$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Skubalska - Rafajłowicz Ewa [Red.]: Sieci neuronowe w przetwarzaniu strumieni danych : struktury sieci i algorytmy uczenia. Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011</li><li>2. Rafajłowicz Ewaryst, Rafajłowicz Wojciech: Wstęp do przetwarzania obrazów przemysłowych, Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010</li><li>3. E Skubalska=Rafajłowicz, Losowe projekcje. Metody, algorytmy i zastosowania. AOW EXIT 2013</li><li>4. Choraś R., Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów, Exit, 2005</li><li>5. Thompson J. R., Koronacki J., Statystyczne sterowanie procesem. Metoda Deminga etapowej optymalizacji jakości. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1994.</li><li>6. Czasopisma, książki dotyczące opracowywanego zagadnienia</li></ol> |
|--|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Materiały wyszukane na stronach internetowych dotyczące opracowywanego zagadnienia</li></ol> |
|---|

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

Prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska - Rafajłowicz(ewa.rafajlowicz@pwr.wroc.pl)
---



## 5.11 AREU00612 Seminarium dyplomowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium dyplomowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Diploma Seminar</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Technologie informacyjne w systemach automatyki (ART)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00612</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					3
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					3
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					2

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### 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 UCZENIA SIĘ

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad przygotowania i pisania pracy dyplomowej, a w szczególności przedstawienie zasad edytorskich oraz metod poszukiwania literatury we współczesnych bazach danych i zasad jej cytowania	2
Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące omówienia aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	8
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową	6
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące zrealizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku autora wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	14
	Suma godzin	30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1 prezentacja multimedialna  
N2 dyskusja problemowa  
N3 praca własna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
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 PODSTAWOWA:**

1. podręcznik na temat składu publikacji w LaTeXu i tworzenia prezentacji (SliTeX lub Beamer)
2. Rafajłowicz Ewaryst, Rafajłowicz Wojciech: Wstęp do przetwarzania obrazów przemysłowych, Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010
3. Skubalska - Rafajłowicz Ewa [Red.]: Sieci neuronowe w przetwarzaniu strumieni danych : struktury sieci i algorytmy uczenia. Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. Demant C., Streicher - Abel B. and P. Waszkewitz, Industrial Image Processing: Visual Quality Control in Manufacturing, Springer, Berlin, 1999.
2. E Skubalska=Rafajłowicz, Losowe projekcje. Metody, algorytmy i zastosowania. AOW EXIT 2013
3. Czasopisma
4. Real - Time Imaging
5. IEEE Transactions On Automation Science And Engineering

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

Prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska - Rafajłowicz, ewa.rafaflowicz@pwr.wroc.pl

**6 Kursy specjalnościowe Systemy informatyczne w automatyce (ASI)**

**KURSY**

**SPECJALNOŚCIOWE**

**Systemy informatyczne w automatyce (ASI)**

## 6.1 AREU15213 Diagnostyka systemów

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Diagnostyka systemów</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim:  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU15213</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	45			45	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			1	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Nabycie wiedzy z zakresu metod wykrywania obiektów i defektów, bazujących na progowaniu
C2 Nabycie wiedzy z zakresu metod wykrywania obiektów i defektów, bazujących na konturowaniu
C3 Nabycie wiedzy o klasycznych metodach monitorowania jakości produkcji za pomocą kart kontrolnych

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>
Z zakresu wiedzy: PEK_W01 – zna podstawowe karty kontrolne stosowane w przemyśle do monitorowania jakości produkcji i metody podejmowania decyzji PEK_W02 – jest w stanie wymienić podstawowe metody wyodrębniania obiektów i defektów na obrazach
Z zakresu umiejętności: PEK_U01 – umie dobrać kartę kontrolną i system decyzyjny do danego procesu PEK_U02 – potrafi dobrać zestaw gotowych modułów programowych do rozwiązywania złożonych zagadnień przetwarzania obrazów przemysłowych
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>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Organizacja zajęć, wymagania i przegląd zastosowań przetwarzania obrazów w przemyśle i przetwórstwie żywności	2
Wy2	Znajdowanie obiektów i defektów za pomocą różnych metod segmentacji	2
Wy3	Metody doboru progu, segmentacja obrazów kolorowych i analiza i charakteryzacja skupień	2
Wy4	Znajdowanie obiektów i defektów za pomocą różnych metod detekcji krawędzi	2
Wy5	Szybkie, zgrubne wykrywanie obiektów/defektów i ich lokalizacja	2
Wy6	Karty kontrolne dla wartości średniej procesu, współpraca z systemem wizyjnym i systemem podejmowania decyzji	2
Wy7	Karty kontrolne dla częstości defektów i dla wariancji procesu oraz systemy decyzyjne	2
Wy8	Repetitorium	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Organizacja grup, omówienie i wybór tematów projektu	2
Pr2	Prezentacja koncepcji projektu przez grupy projektowe 1	2
Pr3	Prezentacja koncepcji projektu przez grupy projektowe 2	2
Pr4	Konsultacje indywidualne dla grup projektowych 1	2

Pr5	Konsultacje indywidualne dla grup projektowych 2	2
Pr6	Prezentacja wyników projektu przez grupy projektowe 1	2
Pr7	Prezentacja wyników projektu przez grupy projektowe 2	2
Pr8	Omówienie rezultatów projektów	1
	Suma godzin	15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W02 PEK_K01 - PEK_K02	Odpowiedzi ustne z pytań zadawanych w trakcie wykładu, obserwacje z etapów wykonywania projektu,
F2	PEK_U01 - PEK_U02	pisemne sprawozdanie z projektu
$P = 0,3 \cdot F1 + 0,7 \cdot F2$ $F1 > 2, F2 > 2$		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. Choraś R., Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów, Exit, 2005
2. E. Rafajłowicz, W. Rafajłowicz, Wstęp do przetwarzania obrazów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011 (książka dostępna bezpłatnie na portalu Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej).
3. 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.
2. Czasopisma:
3. Real - Time Imaging
4. IEEE Transactions On Automation Science And Engineering

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

Prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska - Rafajłowicz, 71 320 3345, ewa.rafaajlowicz@pwr.wroc.pl

## 6.2 AREU00214 Metody zarządzania systemami i sieciami komputerowymi

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Metody zarządzania systemami i sieciami komputerowymi</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Management methods in computer systems and networks</b>	
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>	
Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>	
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>	
Kod przedmiotu: <b>AREU00214</b>	
Grupa kursów: <b>TAK</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>



### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z problemami związanymi z zarządzaniem zasobami w systemach komputerowych i produkcyjnych.
- C2 Zapoznanie się z metodami rozwiązywania konfliktów zasobowych i zarządzania zasobami w systemach i sieciach komputerowych.
- C3 Nabycie umiejętności projektowania i implementacji wielowątkowych aplikacji komputerowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna podstawowe zasoby odnawialne i nieodnawialne w systemach komputerowych

PEK\_W02 – zna podstawowe algorytmy zarządzania dostępem do zasobów w systemach komputerowych

PEK\_W03 – ma wiedzę o zakleszczenie w systemach sieciowych i komputerowych oraz algorytmach wykrywania oraz sposoby ich wyeliminowania

PEK\_W04 – posiada wiedzę dotyczącą urządzeń oraz technik przetwarzania równoległego oraz zna elementy języków programowania wspomagające zarządzanie procesami w systemach komputerowych.

PEK\_W05 – zna metody oceny algorytmów on - line

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi zaimplementować w systemie informatycznym podstawowe algorytmy zarządzania zasobami oraz detekcji zakleszczeń w sieciach i systemach komputerowych.

PEK\_U02 – potrafi zaprojektować i zaimplementować aplikację zarządzającą realizacją wielu wątków.

PEK\_U03 – potrafi zaprojektować i zaimplementować aplikację zarządzającą przetwarzaniem równoległym w systemie komputerowym.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasoby w systemach i sieciach komputerowych. Przegląd problemów.	2
Wy2	Podstawowe modele i algorytmy zarządzania dostępem do zasobów w systemach komputerowych.	2
Wy3	Szeregowanie i równoważenie obciążeń w systemach i sieciach komputerowych.	2
Wy4	Modele kolejkowe.	2
Wy5	Zakleszczenia. Metody wykrywania oraz sposoby eliminowania zakleszczeń.	2
Wy6	Przetwarzanie równoległe i rozproszone.	2
Wy7	Przetwarzanie równoległe wektorowe	2
Wy8	Przetwarzanie równoległe na kartach graficznych	2
Wy9	Zasoby chmur obliczeniowych.	2
Wy10	Zarządzanie wątkami w różnych językach programowania	2
Wy11	Zarządzanie wątkami w aplikacjach mobilnych	2
Wy12	Algorytmy on - line.	2
Wy13	Metody oceny jakości i złożoności obliczeniowej.	2
Wy14	Zarządzanie ruchem sieciowym.	2

Wy15	Optymalizacja w systemach i sieciach komputerowych.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szczegółowe omówienie zadań laboratoryjnych.	1
La2	Implementacja wybranych algorytmów zarządzania dostępem do zasobów.	3
La3	Implementacja algorytmów detekcji zakleszczeń w sieciach i systemach komputerowych	4
La4	Projekt i implementacja aplikacji wielowątkowej.	4
La5	Projekt i implementacja aplikacji wykorzystującej przetwarzanie równoległe.	3
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Konsultacje
N3 Praca własna – samodzielne wykonanie zadań laboratoryjnych
N4 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K02	Odpowiedzi ustne, konsultacje, pisemne sprawozdania z zadań laboratoryjnych
F2	PEK_W01 - PEK_W05	Kolokwium pisemne
$P = 0,7 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2$ $F1 > 2, F2 > 2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
1. R. Wyrzykowski, Klastry komputerów PC i architektury wielordzeniowe: budowa i wykorzystanie, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2006.
2. J. Błażewicz i inni, Badania operacyjne dla informatyków, WNT, 1983.
3. C. Smutnicki, Algorytmy szeregowania, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2002.
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
1. W. Bożejko, A new class of parallel scheduling algorithms, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, (2010), 1–280.
2. Czasopisma:
3. European Journal of Operational Research, Annals of Operations Research, IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, Part A, itp.

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

Prof. Czesław Smutnicki, <a href="mailto:czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl">czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl</a>
---

### 6.3 AREU00215 Algorytmy ewolucyjne -teoria i praktyka

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Algorytmy ewolucyjne -teoria i praktyka</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Evolutionary algorithms – theory and practice</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00215</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			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	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			1	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W06 , K2AIR_U03, K2AIR_U07

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu podstawowych mechanizmów wykorzystywanych przez metody ewolucyjne.
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu podstawowych typów algorytmów ewolucyjnych
- C3 Nabycie wiedzy z zakresu zasady działania i budowy algorytmów ewolucyjnych.
- C4 Nabycie wiedzy i umiejętności wyboru metody, kodowania, operatorów i parametrów uwzględniających specyfikę zadania.
- C5 Nabycie wiedzy z zakresu działania i budowy wybranych nowoczesnych metaheurystyk

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna podstawowe mechanizmy wykorzystywane przez algorytmy ewolucyjne
- PEK\_W02 – zna podstawowe typy algorytmów ewolucyjnych
- PEK\_W03 – zna zasady działania i budowy metod ewolucyjnych
- PEK\_W04 – zna sposoby kodowania i operatory ewolucyjne oraz metody zarządzania populacją
- PEK\_W05 – zna inne nowoczesne meta - heurystyki
- PEK\_W06 – ma wiedzę o sposobach analizy teoretycznej metod ewolucyjnych
- PEK\_W07 – zna metodykę badań symulacyjnych i badań efektywności metod optymalizacyjnych

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi dokonać wyboru metody, operatorów i parametrów odpowiednich do specyfiki postawionego zadania
- PEK\_U02 – potrafi dokonać implementacji programowej wybranej metody ewolucyjnej

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
W1	Wstęp. Algorytmy ewolucyjne jako narzędzie optymalizacji globalnej	2
W2	Modele ewolucji.	2
W3-4	Podstawowe typy algorytmów ewolucyjnych, operatory, reprezentacje.	4
W5-6	Dynamika adaptacji lokalnej i globalnej	4
W7-8	Metody zarządzania populacją.	4
W9	Przegląd sposobów analizy teoretycznej metod ewolucyjnych.	2
W10-12	Nowoczesne meta - heurystyki.	6
W13-14	Praktyczne zastosowania algorytmów ewolucyjnych i meta-heurystyk	4
W15	Podsumowanie wykładu.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Propozycja i omówienie zagadnień projektowych.	1
Pr2	Przegląd literatury. Określenie celu i zakresu projektu.	2
Pr3 - Pr6	Wykonanie projektu	8
Pr7	Dokumentacja projektu.	2
Pr8	Oddanie i ocena projektu.	2
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Prace projektowe
N3 Konsultacje
N4 Praca własna – przygotowanie projektu, implementacja wybranych algorytmów
N5 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U04 PEK_K01 - PEK_K02	przygotowanie, wykonanie i dokumentacja projektu, aktywność na etapach pośrednich projektu
F2	PEK_W01 - PEK_W09	Kolokwium pisemne
P = 0.4*F1 + 0.6*F2 konieczne jest uzyskanie pozytywnej oceny z każdej z form: F1>=3 i F2>=3		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
1. J. Arabas, Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, Warszawa 2001
2. Z. Michalewicz, Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne, WNT, Warszawa, 1996
3. D.E. Goldberg, Algorytmy genetyczne i ich zastosowania, WNT, Warszawa, 1995
4. I. Karcz - Duleba, Algorytmy ewolucyjne, materiały dydaktyczne do wykładu i laboratorium pod adresem <a href="http://iwona.duleba.staff.iar.pwr.wroc.pl/Students/">http://iwona.duleba.staff.iar.pwr.wroc.pl/Students/</a>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

1. R. Galar, Miękka selekcja w losowej adaptacji globalnej, Wyd. PWr, 1990
2. Z. Michalewicz, D. Fogel, Jak to rozwiązać czyli nowoczesna heurystyka, WNT, Warszawa 2006
3. Handbook of Evolutionary Computation, T. Baeck, D.B Fogel, Z. Michalewicz (Editors), Taylor and Francis, 1997
4. K - L. Du, M.N.S.Swamy, Search and optimization by metaheuristics, Birkhauser, 2016
5. źródła internetowe
6. Czasopisma np. IEEE on Evolutionary Computations

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

dr hab. inż. Iwona Karcz - Dulęba, iwona.duleba@pwr.edu.pl
--

## 6.4 AREU00202 Systemy i sieci kolejkowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Systemy i sieci kolejkowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Queueing system and networks</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00202</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
17. K2AIR_W01



### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Wprowadzenie do podstawowymi pojęciami i problemami teorii kolejek.
- C2 Objaśnienie zastosowania teorii kolejek.
- C3 Objaśnienie potrzeby stosowania symulacji sieci kolejkowych.
- C4 Objaśnienie analitycznych metod rozwiązywania markowskich systemów kolejkowych.
- C5 Objaśnienie rozwiązań, szczególnych przypadków systemów kolejkowych.
- C6 Nauczenie projektowania symulatora sieci kolejkowych.
- C7 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych: odpowiedzialności, uczciwość i rzetelności. Poszanowanie zasad obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Zna podstawowe pojęcia z teorii kolejek
- PEK\_W02 Rozumie potrzebę stosowania teorii kolejek w praktycznych problemach probabilistycznych
- PEK\_W03 Zna potrzebę stosowania metod symulacyjnych w sieciach kolejkowych

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Umie zaprojektować i wykonać symulator dowolnego systemu i sieci kolejkowej
- PEK\_U02 Umie przeprowadzić analizę statystyczną symulacji dowolnych systemów i sieci kolejkowych
- PEK\_U03 Umie przeprowadzić analizę porównawczą pomiędzy dowolnymi systemami lub sieciami kolejkowymi
- PEK\_U04 Potrafi przeprowadzić analityczną analizę dla prostych systemów kolejkowych

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,
- PEK\_K03 Ma świadomość zalet i wad pracy w zespole

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia teorii kolejek. Notacja Kendalla.	2
Wy2	Przykłady zastosowań modeli systemów obsługi.	2
Wy3	Symulacyjne metody analizy systemów kolejkowych.	2
Wy4	Analityczna analiza systemu.	2
Wy5	Jednorodny proces Markowa.	2
Wy6	Równania Chapmana Kołmogorowa.	2
Wy7	Proces Poissona, proces urodzin, śmierci.	2
Wy8	Cykliczny proces Markowa.	2
Wy9	Analiza systemów, przypadki szczególne. Wyprowadzenie wzorów.	2
Wy10	Analiza systemów, przypadki szczególne. Ćwiczenia numeryczne.	2
Wy11	Systemy erlangowskie. Metoda pseudo stanów.	2
Wy12	Systemy niemarkowskie.	2

Wy13	Sieci kolejkowe. Podstawowe pojęcia.	2
Wy14	Sieci kolejkowe. Zastosowania w praktyce.	2
Wy15	Sieci kolejkowe Jackson'a.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne.	2
La2	Symulacja podstawowych elementów systemów kolejkowych	4
La3	Symulacja systemu kolejkowego	4
La4	Rozbudowa systemu kolejkowego o moduł zbierający i przetwarzający dane statystyczne	4
La5	Symulacyjna analiza wpływu rodzaju buforu na pracę systemu kolejkowego (FIFO,LIFO, RR)	4
La6	Symulacja szeregowych systemów kolejkowych, oraz systemów wieloprocesorowych	4
La7	Symulacja sieci kolejkowej	4
La8	Budowa interfejsu dla symulatora sieci kolejkowej	4
	Suma godzin	30

<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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01- PEK_W03, PEK_U4	Kolokwium pisemne
F2	PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawozdania z ćwiczeń
P= 0.5*F1+0.5*F2, ocena F1 i F2 muszą być ocenami pozytywnymi		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

1. B. Filipowicz. Modele stochastyczne w badaniach operacyjnych - Analiza i synteza systemów obsługi i sieci kolejkowych, WNT Warszawa 1996.
2. J. Błażewicz, W. Cellary, R. Słowiński, J. Węglarz. Badania operacyjne dla informatyków, WNT Warszawa 1983.

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

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

Mariusz Makuchowski, mariusz.makuchowski@pwr.wroc.pl
--

## 6.5 AREU00203 Złożone systemy sterowania

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Złożone systemy sterowania</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Composite control systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00203</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			2	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
18. K2AIR_W05 19. K2AIR_W06

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie metod dekompozycji i koordynacji złożonych zadań, a także zastosowania tych metod do identyfikacji systemów złożonych oraz do syntezy wielowarstwowego i wielopoziomowego sterowania systemów o złożonej strukturze
- C2 Nabycie umiejętności projektowania oraz analizy hierarchicznego algorytmu identyfikacji i sterowania złożonego systemu

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Zna podstawowe struktury systemów złożonych
- PEK\_W02 Zna metody identyfikacji systemów o złożonej strukturze
- PEK\_W03 Zna algorytmy sterowania warstwowego oraz zasady dekompozycji zadań sterowania
- PEK\_W04 Zna zasady koordynacji zadań i algorytmy sterowania hierarchicznego
- PEK\_W05 Zna problemy obliczeniowe związane z optymalizacją hierarchiczną
- PEK\_W06 Zna aktualne oprogramowanie wspierające rozwiązywanie zadań identyfikacji, sterowania i optymalizacji systemów o złożonej strukturze

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Potrafi symulować zachowanie systemów o złożonej strukturze w środowisku probabilistycznym
- PEK\_U02 Potrafi przeprowadzić identyfikację systemu złożonego w warunkach losowych
- PEK\_U03 Potrafi zaprojektować i zrealizować hierarchiczne algorytmy sterowania systemów złożonych z zastosowaniem różnych metod koordynacji

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie	2
Wy2	Struktury systemów złożonych	2
Wy3	Parametryczna identyfikacja złożonych systemów statycznych	2
Wy4	Identyfikacja złożonych systemów dynamicznych	2
Wy5	Optymalizacja modeli systemów złożonych	2
Wy6	Sterowanie warstwowe	2
Wy7	Dekompozycja i sterowanie hierarchiczne	2
Wy8	Sterowanie dwupoziomowe	2
Wy9	Lokalne sterowanie bezpośrednie	2
Wy10	Optymalizacja hierarchiczna	2
Wy11	Koordynacja metodą bezpośrednią	2
Wy12	Koordynacja metodą cen	2
Wy13	Problemy obliczeniowe wielkich systemów	2
Wy14	Symulacja systemów złożonych	2
Wy15	Oprogramowanie do identyfikacji i sterowania systemów	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Projektowanie, analiza i testowanie hierarchicznych algorytmów identyfikacji i sterowania systemów złożonych o różnych strukturach	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Rzutnik, tablica
N2 Stanowisko komputerowe, środowisko programistyczne Matlab, pakiet aplikacji biurowych

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W06	Egzamin (pisemny i ustny)
F2	PEK_U01 - PEK_U03	Sprawozdania z projektu
P = 0.75 * F1 + 0.25 * F2 (pod warunkiem zaliczenia projektu: F2>2.0)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Z. Hasiewicz, Identyfikacja sterowanych systemów o złożonej strukturze, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1993.</li> <li>2. W. Findeisen, Wielopoziomowe układy sterowania, PWN, Warszawa 1974.</li> <li>3. W. Findeisen, F.N. Bailey, M. Brdyś, K. Malinowski, P. Tatjewski, A. Woźniak, Control and Coordination in Hierarchical Systems, Wiley, New York 1980.</li> <li>4. R. Kulikowski, Sterowanie w wielkich systemach, WNT, Warszawa 1970.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M.D. Mesarowic, D. Macko, Y. Takahara, Theory of Hierarchical, Multilevel Systems, Academic Press, New York 1970.</li> <li>2. M.G. Singh, A. Titli, Systems: Decomposition, Optimisation and Control, Pergamon Press, Oxford 1978.</li> </ol>

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Grzegorz Mzyk (Grzegorz.Mzyk@pwr.edu.pl)

## 6.6 AREU00204 Symulacja systemów dynamicznych

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Symulacja systemów dynamicznych</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Simulations of dynamical systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00204</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		90		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. K2AIR_W01 2. K2AIR_W02 3. K2AIR_W04 4. K2AIR_W07 5. K2AIR_W08 6. K2AIR_U04 7. K2AIR_U05 8. K2AIR_U08

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu opisywania i analizy ciągłych i dyskretnych układów dynamicznych.
- C2 Nabycie wiedzy i umiejętności z dziedziny metodologii budowania modeli matematycznych prostych układów dynamicznych.
- C3 Nabycie umiejętności implementacji komputerowej modeli układów dynamicznych.
- C4 Nabycie wiedzy na temat numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych oraz błędów powodowanych przez te metody.
- C5 Nabycie umiejętności stosowania metod numerycznych i symulacyjnych do zadań inżynierskich.
- C6 Nabycie wiedzy z zakresu własności dynamicznych wybranych układów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna zasady analizy ciągłych i dyskretnych układów dynamicznych
- PEK\_W02 – zna numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych
- PEK\_W03 – objaśnia mechanizm powstawania błędów wnoszonych przez metody numeryczne
- PEK\_W04 – zna metodologię budowania modeli obiektów i procesów dynamicznych
- PEK\_W05 – zna metodologię i metody symulacji komputerowych

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi zastosować gotowe/firmowe procedury numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych  $n$  - tego rzędu
- PEK\_U02 – potrafi zaimplementować wybrane metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych
- PEK\_U03 – potrafi wykonać aplikację modelu w programach symulacyjnych typu Matlab/Simulink i Mathematica
- PEK\_U04 – potrafi przeprowadzić analizę wpływu parametrów na zachowanie procesów o różnej dynamice
- PEK\_U05 – potrafi opracować plan i przeprowadzić badania symulacyjne wybranych procesów dynamicznych
- PEK\_U06 – potrafi dokonać interpretacji wyników symulacji

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	Sprawy organizacyjne. Procesy dynamiczne – historia badań, przykłady.	2
Wy2	Numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych. Błędy obliczeń numerycznych.	2
Wy3	Języki symulacyjne. Rozwiązanie numeryczne i symboliczne.	2
Wy 4 - 5	Zagadnienia dynamiki układów liniowych, nieliniowych i niestacjonarnych ciągłych i dyskretnych.	4



Wy6	Rzeczywistość a modele. Elementy metodologii formalizacji. Metodologia i metody symulacji.	2
Wy7	Tworzenie modeli matematycznych wybranych procesów. Identyfikacja modeli, Rodzaje sterowników.	2
Wy8	Repetitorium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
L1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie.	2
L2	Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego rzędu (równania wzrostu) z zastosowaniem procedur wbudowanych w narzędzia matematyczne.	4
L3	Numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych: Eulera, zmodyfikowana Eulera, ulepszona Eulera, Runge - Kutty. Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego rzędu.	4
L4	Analiza symulacyjna pasywnego układu elektronicznego RLC. Rozwiązanie równania różniczkowego liniowego i wizualizacja wyników.	4
L5	Równania różniczkowe cząstkowe. Równanie przewodnictwa cieplnego, itp.	4
L6	Układ automatycznej regulacji ze sterownikiem liniowym	4
L7	Układ automatycznej regulacji ze sterownikiem nieliniowym	4
L8	Zaliczenie	4
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U06 PEK_K01 - PEK_K02	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń pisemne sprawozdania z ćwiczeń
F2	PEK_W01 - PEK_W05	Kolokwium pisemne
P = 0.5F1 + 0.5F2 (pod warunkiem uzyskania pozytywnych ocen F1 i F2)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>

1. A.Czemplik, Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów, WNT, Warszawa 2008
2. A. Żuchowski, Uproszczone modele dynamiki, Politechnika Szczecińska 1998
3. J.C. Friedly, Analiza dynamiki procesów, WNT Warszawa 1975
4. A. Czemplik, Modele obiektów dynamicznych, Skrypt internetowy dostępny pod adresem <http://anna.czemplik.staff.iiar.pwr.wroc.pl/>
5. Osowski S., Modelowanie i symulacja układów i procesów dynamicznych, Oficyna Wyd. PW, Warszawa 2007
6. J. Kudrewicz, Fraktale i chaos, WNT Warszawa 1995, 2007

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. R.H. Cannon Dynamika układów fizycznych, WNT Warszawa 1973
2. D.P. Campbell, Dynamika Procesów, PWN Warszawa 1962
3. Z. Fortuna, B. Macukow, J. Wasowski, Metody numeryczne, WNT, Warszawa, 2001
4. J. Halawa, Symulacja i komputerowe projektowanie dynamiki układów sterowania, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 2007
5. H - O. Peitgen, H. Jürgens, D. Saupe, Fraktale. Granice chaosu, cz.1 - 2., PWN, Warszawa, 2002
6. S. Strogatz, Nonlinear dynamics and chaos, Perseus Books, 1994
7. M.W.Hirsch, S.Smale, R.L. Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos, Academic Press, 2004
8. J.Guckenheimer, P.Holmes, Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields, Springer, 1983

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Adam Ratajczak, adam.ratajczak@pwr.edu.pl

## 6.7 AREU00216 Projekt przejściowy

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Projekt przejściowy</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Temporary project</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00216</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				45	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				180	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				6	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				6	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				3	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Rozwijanie umiejętności w zakresie projektowania systemów informatycznych stosowanych w automatyce
- C2 Rozwijanie umiejętności pracy naukowo - badawczej
- C3 Rozwijanie umiejętności oceny i dyskusji przyjętych rozwiązań i otrzymanych wyników
- C4 Rozwijanie umiejętności pracy w zespole
- C5 Poznanie narzędzi do pracy w zespole
- C6 Rozwijanie umiejętności prezentacji wyników

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi analizować, projektować i konstruować systemy informatyczne automatyki
- PEK\_U02 – potrafi prowadzić prace naukowo - badawcze
- PEK\_U03 – potrafi oceniać przyjęte rozwiązania i otrzymane wyniki
- PEK\_U04 – zna narzędzia wspomagające pracę zespołową

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – potrafi pracować w zespole
- PEK\_K02 – ma świadomość znaczenia rzetelnej realizacji zadań

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Projekt wybranego systemu informatycznego dla potrzeb automatyki	45
	Suma godzin	45

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Konsultacje projektowe
- N2 Praca własna – samodzielne studia literaturowe
- N3 Praca własna – przygotowanie projektu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 – PEK_U04, PEK_K01- PEK_K03	Ocena przygotowanego projektu i/lub badań, prezentacji i pracy w zespole
P=F1		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Skubalska - Rafajłowicz Ewa [Red.]: Sieci neuronowe w przetwarzaniu strumieni danych : struktury sieci i algorytmy uczenia. Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011</li><li>2. Rafajłowicz Ewaryst, Rafajłowicz Wojciech: Wstęp do przetwarzania obrazów przemysłowych, Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej,</li><li>3. Rafajłowicz Ewaryst [Red.], Rafajłowicz Wojciech [Red.], Rusiecki Andrzej [Red.]: Algorytmy przetwarzania obrazów i wstęp do pracy z biblioteką Open CV. Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2009</li><li>4. Choraś R., Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów, Exit, 2005</li><li>5. Thompson J. R., Koronacki J., Statystyczne sterowanie procesem. Metoda Deminga etapowej optymalizacji jakości. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1994.</li></ol> |
|--|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Rafajłowicz Ewaryst: Optymalizacja eksperymentu z zastosowaniami w monitorowaniu jakości produkcji Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2005</li><li>2. Czasopisma specjalistyczne</li></ol> |
|--|

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

Ewa Skubalska - Rafajłowicz ewa.rafaflowicz@pwr.wroc.pl
---

## 6.8 AREU17207 Planowanie działań i ruchu robotów

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Planowanie działań i ruchu robotów</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Planning actions and motion of robots</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU17207</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
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	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			2	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K2AIR_W01, K2AIR_W02, K2AIR_W04, K2AIR_W07, K2AIR_W08, K2AIR_U04, K2AIR_U05, K2AIR_U07, K2AIR_U08

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 nabycie wiedzy o specyfice zadań planowania wśród innych zadań robotyki i teorii sterowania  
 C2 nabycie wiedzy o reprezentacji zadań planowania  
 C3 nabycie wiedzy o metodach planowania działań i ruchu robotów  
 C4 nabycie sprawności w samodzielnym implementowaniu algorytmów planowania bazując na opisie idei ich metod

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna metodologie formułowania zadań, typowe metody i algorytmy planowania ruchu i działań robotów holonomicznych i nieholonomicznych

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi zdefiniować problem planowania dla wyznaczonego zadania oraz wybrać metodę i zaimplementować algorytm jego rozwiązania

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

PEK\_K02 – zna znaczenie zespołowej pracy w celu realizacji postawionego zadania projektowego

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Definicja pojęć. Systematyka zadań planowania.	2
Wy2	Metody reprezentacji przeszkód	2
Wy3	Planowanie ruchu robota stacjonarnego w środowisku bezkolizyjnym	2
Wy4	Planowanie ruchu robota stacjonarnego w środowisku z przeszkodami	2
Wy5,6	Planowanie ruchu holonomicznych robotów mobilnych	4
Wy7,8	Zadanie planowania ruchu dla nieholonomicznych robotów mobilnych	4
Wy9,10	Geometryczne metody planowania ruchu nieholonomicznych robotów mobilnych	4
Wy11	Metody statystyczne planowania ruchu nieholonomicznych robotów mobilnych	2
Wy12	Problem planowania ruchu dla grupy robotów	2
Wy13,14	Metody planowania działań robotów	4
Wy15	Podsumowanie wykładu	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zdefiniowanie zadań projektowych.	2
Pr2	Określenie zadań składowych i harmonogramu realizacji projektu.	2
Pr3-14	Realizacja projektu. Prezentacja wyników cząstkowych	24
Pr15	Prezentacja wyników końcowych projektu	2

	Suma godzin	30
	Suma godzin	60

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych
N2 Konsultacje
N3 Praca własna – implementacja wybranych algorytmów planowania ruchu w ramach projektu
N4 Praca własna – samodzielne studia literaturowe
N5 Przygotowanie i wygłoszenie prezentacji

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01	wynik kolokwium zaliczeniowego oraz opcjonalnej pracy pisemnej
F2	PEK_U01, PEK_K01,PEK_K02	przygotowanie, wykonanie i dokumentacja projektu, aktywność na etapach pośrednich projektu, prezentacja wyników
P=0.4*F1+0.6*F2 F1>=3.0 F2>=3.0		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>"[1] K. Tchoń i inni Manipulatory i roboty mobilne: modele, planowanie ruchu, sterowanie, Akad. Oficyna Wyd. PLJ., W-wa 2000 "</li> <li>"[2] I. Dulęba Metody i algorytmy planowania ruchu robotów mobilnych i manipulacyjnych Akad. Oficyna Wyd. EXIT, W-wa 2001"</li> <li>L. Bolc, J. Cytowski, „Metody przeszukiwania heurystycznego”, PWN, Warszawa, 1989</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>materiały Krajowych Konferencji Robotyki oraz czasopism branżowych PAR, PAK</li> <li>M. Spong, M. Vidyasagar, „Dynamika i sterowanie robotów”, WNT, 1997.</li> <li>J.J. Craig, „Wprowadzenie do robotyki: mechanika i sterowanie.”, WNT, 1995.</li> <li>S. LaValle, Planning Algorithms, Cambridge Univ. Press., 2006.</li> <li>N.J. Nilsson, “Principles of Artificial Intelligence”, Birkhauser, 1982</li> <li>"[3] J.C. Latombe Robot motion planning Kluwer, Boston, 1993"</li> <li>materiały międzynarodowych konferencji poświęconych robotyce (MMAR,ICRA,IROS).</li> <li>Artykuły z czasopism: Int. Journ. of Rob. Research, Trans. on Robotics, Robotica.</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr inż. Janusz Jakubiak janusz.jakubiak@pwr.edu.pl



## 6.9 AREU00208 Wspomaganie decyzji i obliczenia neuronowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Wspomaganie decyzji i obliczenia neuronowe</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Decision support and neural computations</b>	
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>	
Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>	
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>	
Kod przedmiotu: <b>AREU00208</b>	
Grupa kursów: <b>TAK</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		75		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2		3		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z podstawowymi metodologiami obliczeń neuronowych
- C2 Zdobywanie umiejętności stosowania sieci neuronowych w procesach modelowania, sterowania, rozpoznawania i optymalizacji
- C3 Nabycie wiedzy na temat metod optymalizacyjnych i symulacyjnych we wspomaganie decyzji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna klasyfikację problemów i modeli decyzyjnych oraz możliwości ich rozwiązywania

PEK\_W02 – zna podstawowe typy sieci neuronowych i algorytmy ich uczenia

PEK\_W03 – posiada wiedzę na temat zasad projektowania sieci neuronowych do rozpoznawania, predykcji i modelowania

PEK\_W04 – ma wiedzę na temat systemów neuronowych i pokrewnych metod w systemach wspomaganie decyzji

PEK\_W05 – zna możliwości wykorzystania sieci neuronowych w zadaniach predykcji, modelowania, diagnostyki i sterowania

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi formalnie sformułować problem decyzyjny i przedstawić potencjalne możliwości jego rozwiązania

PEK\_U02 – potrafi zastosować w praktyce rozwiązania oparte na sieciach neuronowych

PEK\_U03 – potrafi dobrać rodzaj stosowanej sieci neuronowej i algorytmu uczenia do zadanego problemu decyzyjnego

PEK\_U04 – potrafi zaimplementować w dedykowanym pakiecie system wspomagający decyzję oparty na sieciach neuronowych do predykcji

PEK\_U05 – potrafi zaimplementować w dedykowanym pakiecie prosty system diagnostyczny oparty na modelach neuronowych procesu dynamicznego

PEK\_U06 – potrafi zaimplementować w dedykowanym pakiecie prosty neurosterownik

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – potrafi współpracować z zespołem przy realizacji złożonego zadania inżynierskiego

PEK\_K02 – potrafi harmonogramować realizację zadania i określać właściwie priorytety umożliwiające realizację zadania

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, wprowadzenie do wykładu, program, wymagania. Klasyfikacja problemów i modeli decyzyjnych	1
Wy2	Sposoby rozwiązywania problemów decyzyjnych. Algorytmy optymalizacji	3
Wy3	Podstawowe struktury sieci neuronowych	2
Wy4	Algorytmy uczenia sieci jednokierunkowych	2
Wy5	Metody uczenia sieci – algorytmy optymalizacyjne	2
Wy6	Sieci jednokierunkowe w klasyfikacji	2
Wy7	Modele predycyjne – zastosowania obliczeń neuronowych do predykcji szeregów czasowych	2
Wy8	Nieliniowe modele obiektów dynamicznych bazujące na sieciach neuronowych	2
Wy9	Sieci neuronowe w diagnostyce procesów	2

Wy10	Neurosterowniki. Uczenie wyspecjalizowane. Sterowanie z użyciem wewnętrznego modelu i sterowanie predykcyjne	2
Wy11	Samoorganizujące sieci Kohonena	2
Wy12	Klasyfikacja, klasteryzacja i predykcja z użyciem sieci Kohonena	2
Wy13	Sieci Hopfielda - wersja dyskretna	2
Wy14	Głębokie sieci neuronowe	2
Wy15	Sieci neuronowe jako narzędzie podejmowania decyzji - przegląd zastosowań	1
Wy16	Repetitorium	1
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie	2
La2	Zaimplementowanie sieci neuronowej do rozwiązywania zadania klasyfikacji	2
La3	Zaimplementowanie sieci neuronowej do rozwiązywania zadania aproksymacji	2
La4	Dobór struktury sieci metodą krosvalidacji	2
La5	Predykcja szeregów czasowych z użyciem sieci neuronowych radialnych	2
La6	Modelowanie prostego obiektu dynamicznego z użyciem sieci jednokierunkowej	2
La7	Modelowanie obiektu dynamicznego z użyciem systemu SYSID	2
La8	Modelowanie systemu dynamicznego z użyciem sieci rekurencyjnej	2
La9	Badania porównawcze zaimplementowanych modeli dynamicznych	2
La10	Zastosowanie wybranych modeli neuronowych w wykrywaniu zmian w procesie	2
La11	Sterowanie predykcyjne z użyciem modelu neuronowego procesu	2
La12	Projektowanie neurosterownika z użyciem systemu NNCTRL	2
La13	Sieci samoorganizujące. Klasteryzacja danych	2
La14	Sieci samoorganizujące Kohonena do klasyfikacji	2
La15	Sieci rekurencyjne Hopfielda w odtwarzaniu wzorców	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U05 PEK_K01 , PEK_K02	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, sprawozdania z wykonanych ćwiczeń
F2	PEK_W01 - PEK_W05	Sprawdzian pisemny
P = 0,4*F1 + 0,6*F2 F1 > 2, F2 > 2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stanisław Osowski, „Sieci neuronowe do przetwarzania informacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2006</li> <li>2. J. Żurada, M. Barski, W. Jędruch, „Sztuczne sieci neuronowe”, PWN, Warszawa 1996</li> <li>3. J. Korbicz, A. Obuchowicz, D. Uciński, „Sztuczne sieci neuronowe. Podstawy i zastosowania”, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, 1994</li> <li>4. Leszek Rutkowski, „Metody i techniki sztucznej inteligencji”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006</li> <li>5. B.W. Lindgren, Elementy teorii decyzji, WNT, Warszawa 1977</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Norgaard, M., O. Ravn, N. K. Poulsen and L. K. Hansen, Neural networks for modelling and control of dynamic system, Springer, London, 2000</li> <li>2. R. Witt, Metody programowania nieliniowego, WNT, Warszawa 1986 strony internetowe z oprogramowaniem w MATLABie:</li> <li>3. <a href="http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnctrl.html">http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnctrl.html</a></li> <li>4. <a href="http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnsysid.html">http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnsysid.html</a></li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska - Rafajłowicz, 320 - 33 - 45, ewa.rafajlowicz@pwr.wroc.pl

## 6.10 AREU12206 Seminarium specjalnościowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium specjalnościowe</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Specialization seminar</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU12206</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

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

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### 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 samodzielnego studiowania literatury obcojęzycznej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki rozwiązań

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad poszukiwania wiedzy w literaturze oraz sposobu przygotowania prezentacji	2
Se2	Prezentacje problemów teoretycznych i technicznych występujący w specjalności	2
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów	6
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące aktualnego stanu wiedzy na temat wybranych problemów w obszarze specjalności wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	20
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 prezentacja multimedialna
- N2 dyskusja problemowa
- N3 praca własna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W02, PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_W01, PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
P= 0.5*F1+0.5*F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki, czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl

## 6.11 AREU00209 Seminarium dyplomowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium dyplomowe</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Diploma Seminar</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Systemy informatyczne w automatyce (ASI)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00209</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					3
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					2

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>



### 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 UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki rozwiązań

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad przygotowania i pisania pracy dyplomowej, a w szczególności przedstawienie zasad edytorskich	2
Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące omówienia aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	8
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową	6
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące zrealizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku autora wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	14
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 prezentacja multimedialna
- N2 dyskusja problemowa
- N3 praca własna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W02, PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_W01, PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
P= 0.5*F1+0.5*F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki, czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl

**7 Kursy specjalnościowe Przemysł 4.0 (ARP)**

**KURSY**

**SPECJALNOŚCIOWE**

**Przemysł 4.0 (ARP)**

## 7.1 AREU00709 Projekt przejściowy

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Projekt przejściowy</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00709</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				45	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				150	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				5	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				5	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				2	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Umie samodzielnie zrealizować projektu naukowo - technicznego na wybrany temat.

PEK\_U02 – 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, wybór problemu	3
Proj2	Analiza dostępnej literatury, sformułowanie problemów	3
Proj3	Prezentacja i analiza metod rozwiązujących zadany problem	3
Proj4	Oprogramowanie wybranych metod	6
Proj5	Przeprowadzenie badań komputerowych (eksperyment)	6
Proj6	Analiza i opracowanie uzyskanych wyników	3
Proj7	Edycja profesjonalnych raportów w systemie LaTeX, indeksowanie wzorów i rysunków, etykiety i wykazy	16
Proj8	Przeprowadzenie eksperymentów obliczeniowych	2
Proj9	Redagowanie wniosków z eksperymentów	2
Proj10	Podsumowanie, prezentacja wyników	1
	Suma godzin	45

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Praca własna – studia literaturowe, wyszukiwanie informacji w bibliotekach i sieci internet

N2 Praca własna – projektowanie, programowanie, eksperymenty komputerowe

N3 Praca własna – sporządzanie raportów, sprawozdań w systemie LaTeX

N4 Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02 PEK_K01, PEK_K02	Ocena realizacji poszczególnych etapów projektu

F2	PEK_U01, PEK_U02 PEK_K01, PEK_K02	Ocena raportu końcowego
P = 0,4*F1+0,6*F2, F1>2, F2>2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. C.Smutnicki, Szeregowanie zadań, Wyd. EXIT, Warszawa 2002</li> <li>2. W.Bożejko, J.Pempera (red.), Optymalizacja dyskretna w informatyce, automatyce i robotyce, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Grabowski, E. Nowicki, C. Smutnicki, Metoda blokowa w zagadnieniach szeregowania zadań, Exit, Warszawa 2003</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Wojciech Bożejko, wojciech.bozejko@pwr.edu.pl

## 7.2 AREU00707 Systemy wizyjne w diagnostyce procesów

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Systemy wizyjne w diagnostyce procesów</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Vision systems in process diagnostics</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00707</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
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	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			2	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy o różnego rodzaju podejściach do diagnostyki
- C2 Nabycie umiejętności dobierania i konstruowania sekwencji algorytmów przetwarzania obrazów do konkretnego zadania wykrywania defektów i ich lokalizacji
- 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 klasyfikatorów w diagnostyce
- C6 Nabycie wiedzy o klasycznych metodach monitorowania jakości produkcji za pomocą kart kontrolnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

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 w 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 klasyfikacji
- PEK\_W05 – zna pojęcia związane z przetwarzaniem sekwencji obrazów w zestawieniu z klasyfikatorem lub karta kontrolną

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi dobrać zestaw gotowych modułów programowych do rozwiązywania złożonych zagadnień przetwarzania obrazów przemysłowych
- PEK\_U02 – umie dobrać kartę kontrolną do danego procesu
- PEK\_U03 – potrafi dobrać metodę rozpoznawania/klasyfikacji wzorców/obrazów .

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – ma świadomość znaczenia jakości produkcji dla firmy i społeczeństwa
- PEK\_K02 – rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Organizacja zajęć, wymagania i przegląd zastosowań kart kontrolnych i przetwarzania obrazów w przemyśle i przetwórstwie żywności	2
Wy2	Przegląd zastosowań kart kontrolnych i przetwarzania obrazów w przemyśle 2	2
Wy3	Reprezentacje obrazów, deskryptory, metody doboru cech do klasyfikacji	2
Wy4	Znajdowanie obiektów i defektów za pomocą różnych metod segmentacji	2
W - y 5,6	Segmentacja obrazów i analiza i charakteryzacja skupień, wstęp do klasyfikacji	3
W - y 6,7	Etykietowanie skupień i ich klasyfikacja – podstawowe algorytmy	3
Wy8	Znajdowanie obiektów i defektów za pomocą różnych metod detekcji krawędzi	2
Wy9	Deskryptory i klasyfikatory złożone	2
Wy10	Szybkie, zgrubne wykrywanie obiektów/defektów i ich lokalizacja	2



Wy11	Przykłady zastosowań	2
Wy12	Jak unikać konieczności poprawiania obrazów przemysłowych	2
Wy13	Karty kontrolne dla wartości średniej procesu, współpraca z systemem wizyjnym	2
Wy14	Karty kontrolne dla częstości defektów i dla wariancji procesu	2
Wy15	Repetitorium	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
P1	Organizacja grup, omówienie zasad zaliczenia, zasady BHP	2
P2	Dobór przykładów do mini - projektów	4
P3	Wykrywanie defektów za pomocą segmentacji	4
P4	Wykrywanie defektów za pomocą konturowania	4
P5	Wybór cech i klasyfikacja defektów – dobór klasyfikatora	4
P6	Zastosowanie karty kontrolnej do własnego projektu	4
P7	Prezentacja wyników mini - projektów	4
P8	Porównanie wyników zastosowania różnych metod	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Projekt
N3 Konsultacje
N4 Praca własna – opracowanie projektu
N5 Praca własna – samodzielne studia

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W15 PEK_K01 - PEK_K02	Odpowiedzi ustne z pytań zadawanych w trakcie wykładu, obserwacje z etapów wykonywania projektu,
F2	PEK_U01 - PEK_U06	pisemne sprawozdanie z projektu
P = 0,3*F1 + 0,7*F2 F1>2, F2>2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

1. Choraś R., Komputerowa wizja. Metody interpretacji i identyfikacji obiektów, Exit, 2005
2. E. Rafajłowicz, W. Rafajłowicz, Wstęp do przetwarzania obrazów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011 (książka dostępna bezpłatnie na portalu Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej).
3. 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).
4. Thompson J. R., Koronacki J., Statystyczne sterowanie procesem. Metoda Deminga etapowej optymalizacji jakości. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1994.

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

1. Hryniewicz O., Współczesne metody statystyczne w sterowaniu jakością. IBS PAN, Warszawa 1996.
2. Demant C., Streicher - Abel B. and P. Waszkewitz,
3. Industrial Image Processing: Visual Quality Control in
4. Manufacturing, Springer, Berlin, 1999.
5. Pratt, W. K., Digital image processing, New York, Wiley, 1991.
6. Czasopisma:
7. Real - Time Imaging
8. IEEE Transactions On Automation Science And Engineering

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

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

### 7.3 AREU00708 Sieci neuronowe i systemy rozmyte

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sieci neuronowe i systemy rozmyte</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Neural networks and fuzzy systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00708</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			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	4			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			1	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### 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 systemów rozmytych typu Takagi - Sugeno.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – posiada wiedzę na temat sieci neuronowych i metod ich uczenia.
- PEK\_W02 – posiada wiedzę na temat modelowania obiektów dynamicznych z użyciem sieci neuronowych jednokierunkowych i rekurencyjnych.
- PEK\_W03 – posiada wiedzę na temat neurosterowników.
- PEK\_W04 – posiada systemów rozmytych i wnioskowania rozmytego.
- PEK\_W05 – posiada wiedzę na temat systemów Takagi - Sugeno.
- PEK\_W06 – posiada wiedzę na temat systemów hybrydowych neuronowo - rozmytych i zasad ich projektowania.
- PEK\_W07 – zna narzędzia programistyczne do projektowania systemów neuronowych i rozmytych.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi zaprojektować sieć neuronową do rozwiązywania prostego zadania klasyfikacji.
- PEK\_U02 – potrafi zaprojektować radialną sieć neuronową do aproksymacji.
- PEK\_U03 – potrafi zbudować model neuronowy obiektu dynamicznego.
- PEK\_U04 – potrafi zaprojektować prosty neuro - sterownik.
- PEK\_U05 – potrafi zaprojektować rozmyty sterownik typu Takagi - Sugeno.

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia i definicje. Struktury sieci neuronowych i ich zastosowania.	2
Wy2	Metody uczenia sieci – metoda wstecznej propagacji błędu.	2
Wy3	Metody uczenia sieci – algorytmy optymalizacyjne.	2
Wy4	Sieci jednokierunkowe - aproksymacja funkcji.	2
Wy5	Dobór i weryfikacja struktur sieci neuronowych.	2
Wy6	Sieci radialne	2
Wy7	Sieci rekurencyjne	2
Wy8	Sieci samoorganizujące Kohonena	2
Wy9	Nieliniowe modele obiektów dynamicznych bazujące na sieciach neuronowych.	2

Wy10	Neurosterowniki i inne systemy decyzyjne.	2
Wy11	Sieci neuronowe w rozpoznawaniu	2
Wy12	Zbiory rozmyte - podstawowe definicje i pojęcia.	2
Wy13	Wnioskowanie rozmyte.	2
Wy14	Systemy rozmyte i neuronowo - rozmyte w automatyce.	2
Wy15	Repetitorium	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne. Wyspecjalizowane oprogramowanie do projektowania sieci neuronowych i systemów rozmytych.	4
Pr2	Zaprojektowanie sieci neuronowej do rozwiązywania prostego zadania klasyfikacji.	2
Pr3	Zaprojektowanie i przetestowanie radialnej sieci neuronowej do modelowania zależności na podstawie danych empirycznych.	3
Pr4	Modelowanie obiektu dynamicznego z użyciem sieci neuronowej.	3
Pr5	Zaprojektowanie rozmytego systemu wnioskującego typu Takagi - Sugeno	3
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
N2 Zajęcia projektowe – praca z wyspecjalizowanym oprogramowaniem
N3 Konsultacje
N4 Praca własna - przygotowanie do realizacji zadań projektowych
N5 Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01- PEK_W07	Kolokwium
F2	PEK_U01- PEK_U05 PEK_K01- PEK_K02	Ocena projektu
P=0.6*F1+0.4F2 F1>2 , F2 >2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. J.Korbicz, A. Obuchowicz, D. Uciński Sztuczne sieci neuronowe. PLJ 1994, Warszawa</li><li>2. J. Żurada, M. Barski, W. Jędruch, Sztuczne sieci neuronowe. PWN, Warszawa 1996.</li><li>3. Stanisław Osowski „Sieci neuronowe w przetwarzaniu informacji.”, Warszawa 2000.</li><li>4. Szeliga, Data science i uczenie Maszynowe, PWN 2018. (Ibuk)</li><li>5. Rutkowski, Metody i techniki sztucznej inteligencji. PWN (Ibuk)</li><li>6. Łęski, Systemy neuronowo-rozmyte WNT (Ibuk)</li></ol> |
|---|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Dokumentacja Matlaba.</li><li>2. Norgaard, M., O. Ravn, N. K. Poulsen and L. K. Hansen: Neural networks for modelling and control of dynamic system, Springer, London, 2000.</li><li>3. Strony internetowe z oprogramowaniem w Matlabie:</li><li>4. <a href="http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnctrl.html">http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnctrl.html</a></li><li>5. <a href="http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnsysid.html">http://www.iau.dtu.dk/research/control/nnsysid.html</a></li></ol> |
|---|

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

Prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska - Rafajłowicz 320 - 33 - 45 ewa.rafajlowicz@pwr.wroc.pl
--

## 7.4 AREU00702 Optymalizacja planowania produkcji

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p style="text-align: center;"><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Optymalizacja planowania produkcji</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Optimization of manufacturing planning</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00702</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75			75	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			2	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej typów oraz sposobów funkcjonowania systemów wytwarzania
- C2 Nabycie wiedzy dotyczącej opisu i modelowania matematycznego procesów dyskretnych
- C3 Nabycie podstawowej wiedzy odnoszącej się do zasad projektowania efektywnych algorytmów optymalizacyjnych dla systemów w dyskretnych
- C4 Nabycie umiejętności projektowania i implementowania aplikacji wspomagających harmonogramowanie operacyjne w systemach wytwarzania.
- C5 Nabycie umiejętności oceny jakości algorytmów oraz oceny wpływu struktury systemu produkcyjnego na cele optymalizacyjne

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Zna klasy procesów dyskretnych oraz ograniczenia występujące w rzeczywistych systemach produkcyjnych.
- PEK\_W02 Zna podstawowe zasady doboru struktury systemu wytwarzania do realizacji zadanej strategii wytwarzania.
- PEK\_W03 Zna podstawowe algorytmy optymalizacji obsługi zdarzeń w stanowisku krytycznym.
- PEK\_W04 Zna modele obliczeniowe oraz metody konstruowania algorytmów optymalizacyjnych dla systemów o strukturze przepływowej
- PEK\_W05 Posiada wiedzę dotyczącą optymalizacji harmonogramowania w systemach gniazdowych.
- PEK\_W06 Zna algorytmy wspomagające dobór obciążeń stanowisk oraz harmonogramowanie w systemach hybrydowych.
- PEK\_W07 Zna strategię just - in - time.
- PEK\_W08 Posiada wiedzę na temat porcjowania, grupowania i agregacji zadań w systemach produkcyjnych.
- PEK\_W09 Wie w jaki sposób modeluje się ograniczenia technologiczne i transportowe.
- PEK\_W10 Posiada wiedzę na temat zarządzania przy ograniczonych zasobach odnawialnych
- PEK\_W11 Zna cele i metody balansowania linii montażowej.
- PEK\_W12 Zna metody wyznaczania oraz optymalizacji czasu cyklu w wybranych systemach wytwarzania
- PEK\_W13 Posiada wiedzę dotyczącą kooperacji i magazynowania
- PEK\_W14 Zna pakiety wspomagające harmonogramowanie w systemach wytwarzania

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Potrafi opracować opisać i sformułować problem optymalizacyjny dla wybranego systemu dyskretnego.
- PEK\_U02 Potrafi zaprojektować algorytmy optymalizacyjne.
- PEK\_U04 Potrafi zaprojektować i zaimplementować aplikację komputerową wspomagającą zarządzanie operacyjne w systemach wytwarzania

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Optymalizacja harmonogramów. Klasy procesów. Ograniczenia. Kryteria.	2
Wy2	Dobór struktury systemu wytwarzania.	2



Wy3	Optymalizacja obsługi zadań w stanowisku krytycznym.	2
Wy4	Szeregowanie zadań w systemach przepływowych	2
Wy5	Kolejkowanie zadań w systemach gniazdowych.	2
Wy6	Optymalny dobór obciążeń stanowisk oraz szeregowanie zadań w systemach hybrydowych.	2
Wy7	Minimalizacja wariacji wyjścia w systemach just - in - time.	2
Wy8	Porcjowanie, grupowanie i agregacja zadań.	2
Wy9	Modelowanie ograniczeń technologicznych oraz transportu.	2
Wy10	Zarządzanie przy ograniczonych zasobach odnawialnych.	2
Wy11	Balansowanie linii montażowej.	2
Wy12 - 13	Optymalizacja czasu cyklu.	4
Wy14	Kooperacja i magazynowanie.	2
Wy15	Pakiety wspomagające.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Przedstawienie, omówienie i wybór tematów projektów.	2
Pr2,3	Opracowanie opisu i sformułowanie zadania optymalizacyjnego	4
Pr4 - 8	Opracowanie algorytmów optymalizacyjnych	10
Pr9 - 10	Przeprowadzenie testów algorytmów	4
Pr11 - 15	Projekt i implementacja aplikacji	10
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora N2 Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium N3 Konsultacje N4 Praca projektowa i implementacyjna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 -PEK_W14	Kolokwium pisemne
F2	PEK_U01- PEK_U04	Ocena projektu
P= 0.5*F1+0.5*F2 F1>2, F2>2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. C. Smutnicki, Algorytmy szeregowania, EXIT, Warszawa 2002.</li><li>2. T. Sawik, Optymalizacja dyskretna w elastycznych systemach produkcyjnych, WNT Warszawa 1992.</li></ol> |
|---|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. T. Sawik, Planowanie i sterowanie produkcji w elastycznych systemach montażowych, Warszawa, WNT, 1996.</li></ol> |
|---|

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

Prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki, <a href="mailto:czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl">czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl</a>
--

## 7.5 AREU00704 Uczenie i widzenie maszynowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Uczenie i widzenie maszynowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Machine learning and machine vision</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00704</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. K1AIR_W01 2. K1AIR_W05 3. K1AIR_U01 4. K1AIR_U02

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie algorytmów interpolacji, aproksymacji, redukcji zakłóceń, regresji, transformacji ortogonalnych, kodowania i kompresji.
- C2 Poznanie algorytmów detekcji kształtów, rozpoznawania obiektów oraz estymacji funkcji regresji
- C3 Nabycie umiejętności projektowania i implementacji algorytmów interpolacji, aproksymacji i filtrowania danych oraz doboru algorytmów kodowania, transformacji i kompresji zależnie od typu przetwarzanych danych.
- C4 Nabycie umiejętności projektowania i implementacji algorytmów detekcji kształtów i rozpoznawania obiektów oraz estymacji funkcji regresji.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Zna wybrane metody próbkowania sygnałów/obrazów
- PEK\_W02 Zna wybrane schematy interpolacji
- PEK\_W03 Zna wybrane schematy aproksymacji
- PEK\_W04 Zna własności wybranych transformacji ortogonalnych
- PEK\_W05 Zna wybrane schematy estymacji nieparametrycznej
- PEK\_W06 Zna algorytmy kompresji bezstratnej (kodowania)
- PEK\_W07 Zna algorytmy kompresji stratnej (kodowania transformującego)
- PEK\_W08 Zna algorytmy detekcji kształtów i rozpoznawania obiektów
- PEK\_W09 Zna algorytmy estymacji funkcji regresji

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Potrafi dobrać i uzasadnić wybór schemat interpolacji, aproksymacji bądź estymacji sygnału/obrazu
- PEK\_U02 Potrafi dobrać i uzasadnić wybór transformacji ortogonalnej w zadaniu estymacji
- PEK\_U03 Potrafi dobrać i uzasadnić wybór algorytmu kompresji/kodowania
- PEK\_U04 Potrafi wskazać i uzasadnić wybór algorytmu detekcji/rozpoznawania
- PEK\_U05 Potrafi wskazać i uzasadnić wybór algorytmu estymacji funkcji regresji

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do wykładu. Omówienie potoku przetwarzania i analizy obrazów oraz jego składowych	2
Wy2	Wybrane metody próbkowania sygnałów/obrazów	2
Wy3	Wybrane schematy interpolacji	2
Wy4	Wybrane schematy aproksymacji	2
Wy5	Własności wybranych transformacji ortogonalnych	4
Wy6	Wybrane schematy estymacji nieparametrycznej(redukcji zakłóceń)	4
Wy7	Algorytmy kompresji bezstratnej (kodowania)	4
Wy8	Algorytmy kompresji stratnej (kodowania transformującego)	4
Wy9	Algorytmy detekcji kształtów	2
Wy10	Algorytmy rozpoznawania obiektów	2

Wy11	Algorytmy estymacji funkcji regresji	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Omówienie zakresu zajęć laboratoryjnych i stosowanych narzędzi programistycznych (języki C#/C++/Python i/lub Matlab)	2
La2	Interpolacja: próbkowanie sygnałów/obrazów i ich odtwarzanie za pomocą wybranych funkcji interpolujących	2
La3	Aproksymacja: odtwarzanie za pomocą wybranych funkcji aproksymujących	2
La4	Aproksymacja nieliniowa: porównanie własności aproksymujących wybranych transformat	4
La5	Estymacja: odtwarzanie za pomocą wybranych transformat w obecności zakłóceń losowych	4
La6	Kompresja bezstratna: kodowanie RLE	2
La7	Kompresja stratna ze wstępną transformacją ortogonalną sygnału/obrazu	4
La8	Opracowanie „własnego” algorytmu kompresji obrazów	4
La9	Detekcja krawędzi i wybranych kształtów	2
La10	Rozpoznawanie obiektów	2
La11	Estymacja funkcji regresji	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Rzutnik, tablica, interaktywne prezentacje
N2 Stanowisko komputerowe, środowisko programistyczne, pakiet Matlab, pakiet aplikacji biurowych

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01-PEK_W09	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEK_U01-PEK_U05	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2 (pod warunkiem F1 i F2 >= 3.0)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. "[1] Richard G. Lyons, Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2000"</li><li>2. K. Sayood, „Kompresja danych” Wprowadzenie, READ ME, Warszawa, 2002.</li><li>3. D. Karwowski, „Zrozumieć kompresję obrazu”, Poznań 2019.</li><li>4. R. Tadeusiewicz, M. Flasiński, Rozpoznawanie obrazów, PWN, Warszawa 1991.</li><li>5. M. Kurzyński, Rozpoznawanie obiektów. Metody statystyczne, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 1997</li></ol> |
|---|

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Artykuły z czasopism i książki specjalistyczne wydawnictw naukowych, m.in. IEEE, Kluwer, Elsevier.</li><li>2. Artur Przelaskowski, „Kompresja danych”, BTC 2002</li><li>3. D. Salomon, “Data Compression. The Complete Reference” Springer-Verlag, 2003</li></ol> |
|--|

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

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

## 7.6 AREU00703 DCS Automatykacja procesów ciągłych

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>DCS Automatykacja procesów ciągłych</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>DCS Automation of continuous processes</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00703</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
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	5		0		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>
S2ARK_W02, S2ARK_U02, S2ARK_U03, S2ARK_U04

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej struktury i bazy sprzętowej rozproszonych systemów automatyki DCS i na bazie PLC(PAC).
- C2 Nabycie umiejętności doboru, konfigurowania, uruchamiania wybranych systemów automatyki rozproszonej.
- C3 Nabycie wiedzy o zdalnym dostępie przez przeglądarki internetowe i wbudowane Web-serwery.
- C4 Nabycie wiedzy o systemach automatycznej identyfikacji produktów.
- C5 Nabycie wiedzy o redundancji w systemach automatyki oraz o bezpiecznych („Safety”) systemach automatyki i sieciach przemysłowych.
- C6 Nabycie umiejętności w wykorzystaniu systemów automatycznej identyfikacji produktów.
- C7 Nabycie umiejętności korzystania z sieci przemysłowych przy projektowaniu i eksploatacji systemów automatyki rozproszonej.
- C8 Nabycie umiejętności w projektowaniu systemów automatyki z wykorzystaniem redundancji oraz spełniających wymogi norm bezpieczeństwa.
- C9 Nabycie umiejętności w wykorzystaniu zdalnego dostępu przez przeglądarki internetowe i wbudowane serwery stron WWW.
- C10 Nabycie umiejętności współpracy z zespołem przy realizacji złożonego zadania.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – zna ogólną strukturę, bazę sprzętową i funkcjonalność systemów DCS i systemów automatyki rozproszonej na bazie PLC(PAC).
- PEK\_W02 – ma wiedzę o strukturze i bazie sprzętowej wybranych systemów DCS.
- PEK\_W03 – ma wiedzę o wykorzystaniu redundancji w systemach automatyki.
- PEK\_W04 – ma wiedzę o bezpiecznych („Safety”) systemach automatyki i sieciach przemysłowych.
- PEK\_W05 – ma wiedzę o systemach automatycznej identyfikacji produktów.
- PEK\_W06 – ma wiedzę o zdalnym dostępie przez przeglądarki internetowe i wbudowane serwery stron WWW.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – potrafi skonfigurować i uruchomić wybrany system automatyki rozproszonej.
- PEK\_U02 – potrafi dobrać, skonfigurować i uruchomić system automatycznej identyfikacji produktów.
- PEK\_U03 – potrafi skonfigurować i uruchomić rozproszony system automatyki spełniający wymogi norm bezpieczeństwa.
- PEK\_U04 – potrafi wykorzystać możliwości redundancji w systemach automatyki.
- PEK\_U05 – potrafi wykorzystać system SCADA lub urządzenie HMI do obserwacji wymiany danych.
- PEK\_U06 – potrafi korzystać z sieci przemysłowych przy projektowaniu i eksploatacji systemów automatyki rozproszonej.
- PEK\_U07 – potrafi wykorzystać wbudowany serwer stron WWW do obserwacji wymiany danych i diagnostyki w systemie automatyki.
- PEK\_U08 – potrafi wybrać odpowiedni system automatyki rozproszonej do potrzeb automatyzacji.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 – potrafi współpracować z zespołem przy realizacji złożonego zadania.



<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do przedmiotu (Karta przedmiotu, zasady zaliczenia)	1
Wy1	Wstęp do rozproszonych systemów automatyki DCS	1
Wy2	Różnice pomiędzy systemami DCS a PLC/HMI	2
Wy3	Struktura i baza sprzętowa wybranych systemów automatyki rozproszonej.	2
Wy4	Systemy konfiguracji i dostępu do inteligentnych urządzeń obiektowych	2
Wy5	Technologia OPC	2
Wy6	Sieć typu Ethernet w zastosowaniach przemysłowych	2
Wy7	Język programowania FBD (Diagram Bloków Funkcyjnych)	2
Wy8	Zdalny dostęp przez przeglądarki internetowe i wbudowane Web-serwery do systemów automatyki.	2
Wy9	Cyberbezpieczeństwo systemów automatyki, Przemysł 4.0	2
Wy10-11	Zagadnienia redundancji i wysokiej dostępności w rozproszonych systemach automatyki(DCS)	4
Wy12-13	Problematyka bezpieczeństwa funkcjonalnego w systemach automatyki, Iskrobezpieczeństwo	4
Wy14	Dokumentacja technologiczna instalacji przemysłowych	2
Wy15	Podsumowanie kursu	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie stanowiskowe BHP. Sprawy organizacyjne.	1
La2	Konfiguracja i uruchomienie wybranego systemu automatyki rozproszonej z wykorzystaniem możliwości redundancji.	6
La3	Konfiguracja i uruchomienie wybranej sieci przemysłowej wykorzystywanej w systemach automatyki rozproszonej	6
La4	Wykorzystanie wbudowanego serwera stron WWW do obserwacji wymiany danych i diagnostyki w systemie automatyki.	6
La5	Konfiguracja i uruchomienie rozproszonego systemu automatyki spełniającego wymogi norm bezpieczeństwa.	6
La6	Konfiguracja i uruchomienie systemu automatycznej identyfikacji produktów.	5
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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 zaliczenia

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U08, PEK_K01	Odpowiedzi ustne, obserwacja wykonywania ćwiczeń, pisemne sprawozdania z ćwiczeń,
F2	PEK_W01 - PEK_W06	Kolokwium pisemne
P= 0.49*F1 + 0.51*F2 pod warunkiem F1 ≥ 3.0(dost.), F2 ≥ 3.0(dost.).		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mackay S., Wright E., Park J., Reynders D. : Practical Industrial Data Networks , Elsevier 2004</li> <li>2. Neumann P,: Systemy komunikacji w technice automatyzacji, COSiW SEP Warszawa 2003</li> <li>3. Park J., Mackay S., Wright E. : Practical Data Communications for Instrumentation and Control, Elsevier 2003</li> <li>4. Pigan R., Metter M., Automating with Profinet, Publicis Publishing, Erlangen, 2008</li> <li>5. Solnik W., Zajda Z.,: Sieci przemysłowe Profibus DP i MPI w automatyce, Wrocław 2010</li> <li>6. Solnik W., Zajda Z.,: Sieć przemysłowa Profibus DP w praktyce przemysłowej, Wydawnictwo BTC Legionowo 2012</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podręcznik InTouch. Wizualizacja. Invensys Systems, Inc., 2009</li> <li>2. SINAMICS G120 Control Units CU240S Parametr Manual. Siemens, Edition 05/2007</li> <li>3. Dokumentacje techniczno-ruchowe systemów DCS na stronach internetowych.</li> <li>4. Pomiary Automatyka Kontrola</li> <li>5. Pomiary Automatyka i Robotyka</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Adam Ratajczak, 71 320 26 48

## 7.7 AREU00701 Smart Factory

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Smart Factory</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREU00701</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
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	5			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			2	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
W1 Zna paradygmaty wytwarzania zgodnie z ideą Przemysłu 4.0
W2 Zna metody sterowania produkcją
W3 Zna zasady projektowania algorytmów sztucznej inteligencji

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
<p>C1 Nabycie umiejętności projektowania zoptymalizowanych procesów produkcji w inteligentnym wytwarzaniu sterowanym metodami sztucznej inteligencji</p> <p>C2 Zdobycie doświadczenia w pracy zespołowej, w tym umiejętności planowania i harmonogramowania projektów zespołowych</p>

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>
<p>Z zakresu wiedzy:</p> <p>PEK_W01 Zna zasady projektowania nowoczesnych fabryk w kontekście paradygmatów Przemysłu 4.0 z wykorzystaniem narzędzi sztucznej inteligencji</p> <p>PEK_W02 Zna elementy komputerowo zintegrowanego wytwarzania (CIM)</p> <p>PEK_W03 Zna zasady wykorzystanie Internetu Rzeczy (IoT) w inteligentnym wytwarzaniu</p> <p>Z zakresu umiejętności:</p> <p>PEK_U01 potrafi wykonać zadania w ramach realizacji złożonego projektu zespołowego projektowania inteligentnej produkcji</p> <p>PEK_U02 umie zastosować zasady zarządzania projektem do realizacji złożonego projektu zespołowego</p> <p>PEK_U03 umie opracować dokumentację techniczną projektu</p> <p>Z zakresu kompetencji społecznych:</p> <p>PEK_K01 potrafi współpracować z zespołem, wykazuje się świadomością swojej roli w projekcie oraz dbałością o terminową realizację powierzonych zadań</p>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie. Inteligentne wytwarzanie a Przemysł 4.0	2
Wy2	Systemy komputerowo zintegrowanego wytwarzania CIM (Computer Integrated Manufacturing)	2
Wy3	Internet Rzeczy (IoT – Internet of Things). Metody sztucznej inteligencji.	2
Wy4	Komputerowo wspomagane przygotowanie i planowanie produkcji (CAP – Computer Aided Planning)	2
Wy5	Komputerowo wspomagane planowanie procesów (CAPP – Computer Aided Process Planning)	2
Wy6	Autonomiczny transport – wózki AGV (Automated Guided Vehicle)	2
Wy7	Komputerowe testowanie jakości wyrobów, maszyn, urządzeń i narzędzi (CAT – Computer Aided Testing)	2
Wy8	Komputerowo wspomagane sterowanie jakością produkcji (CAQ - Computer Aided Quality Control)	2
Wy9	Systemy projektowania, rozumiane jako komputerowe systemy wspomagające prace konstruktorskie CAD (Computer Aided Design)	2
Wy10	Systemy wytwarzania, rozumiane jako komputerowo wspomagane systemy sterowania maszynami i urządzeniami technologicznymi CAM (Computer Aided Manufacturing)	2
Wy11	Systemy planowania i sterowania produkcją (PPC – Production Planning and Control)	2

Wy12	Systemu klasy MRP II (Material Requirements Planning – planowanie zasobów materiałowych)	2
Wy13	Systemy klasy ERP II (enterprise resource planning - planowanie zasobów przedsiębiorstwa)	2
Wy14	Perspektywy. Zastosowanie sztucznej inteligencji i internetu rzeczy (IoT) w projektowaniu fabryk przyszłości.	2
Wy15	Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w planowaniu produkcji	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zapoznanie się z metodyką zarządzania projektem zespołowym Smart Factory	2
Pr2	Ustalenie tematu i celu projektu (np. system optymalizacji procesu produkcyjnego, system wspomagania podejmowania decyzji). Przydział ról w projekcie, wstępny przydział zadań do wykonania, wybór lidera zespołu	2
Pr3	Zapoznanie się z obszarem problemowym projektu. Przegląd rozwiązań w obszarze problemu - analiza metod i stosowanych środków technicznych.	2
Pr4	Analiza wymagań użytkownika, łącznie z analizą ekonomiczną skutków implementacji projektu. Opracowanie założeń projektowych. Ustalenie wstępnego harmonogramu działań oraz zasad komunikacji wewnątrz - zespołowej i z prowadzącym	2
Pr5	Analiza ryzyk w projekcie, ustalenie scenariuszy awaryjnych i sposobów monitorowania ryzyka. Zaplanowanie zasad zarządzania jakością w projekcie, opracowanie procedur kontrolowania jakości. Ustalenie zasad odbioru wyników poszczególnych etapów projektu oraz zasad dokumentowania etapów	2
Pr6	Realizacja indywidualnych zadań projektowych wg harmonogramu realizacji I etapu projektu	6
Pr7	Podsumowanie I etapu projektu	2
Pr8	Realizacja indywidualnych zadań projektowych wg harmonogramu realizacji II etapu projektu	8
Pr9	Prezentacja efektów wykonanego projektu, dyskusja problemowa, ocena elementów wykonanego projektu przez prowadzącego. Weryfikacja projektu. Ustalenie ewentualnych zmian	2
Pr10	Przedstawienie ostatecznej dokumentacji projektu w formie pisemnej	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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 zaliczenia

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01- PEK_W03	Ocena z kolokwium z wykładu
F2	PEK_U01- PEK_U03, PEK_K01	Ocena jakości wykonanego projektu oraz dokumentacji projektowej
P=0. 5*F1+0. 5*F2, F1>2, F2>2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>"[1] M. Brettel, N. Friederichsen, M. Keller, M. Rosenberg, How virtualization decentralization and network building change the manufacturing landscape: An industry 4.0 perspective, Int. J. Mech. Ind. Sci. Eng., vol. 8, pp. 37-44, 2014."</li> <li>"[2] F. Li, J. Wan, P. Zhang, D. Li, D. Zhang, K. Zhou, Usage-specific semantic integration for cyber-physical robot systems, ACM Trans. Embedded Comput. Syst., vol. 15, no. 3, 2016."</li> <li>"[3] J. Wan, H. Yan, D. Li, K. Zhou, L. Zeng, Cyber-physical systems for optimal energy management scheme of autonomous electric vehicle, Comput. J., vol. 56, no. 8, pp. 947-956, 2013."</li> </ol> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>"[4] J. Wan, S. Tang, Q. Hua, D. Li, C. Liu, J. Lloret, Context-aware cloud robotics for material handling in cognitive industrial Internet of Things, IEEE Internet Things J."</li> <li>"[5] Y. Lyu, J. Zhang, Big-data-based technical framework of smart factory, Comput. Integr. Manuf. Syst., vol. 22, no. 11, pp. 2691-2697, 2016."</li> <li>"[6] Z. Shu, J. Wan, D. Zhang, D. Li, Cloud-integrated cyber-physical systems for complex industrial applications,"</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr hab. Wojciech Bożejko, prof. uczelni, email: wojciech.bozejko@pwr.edu.pl

## 7.8 AREU00705 Roboty transportowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Roboty transportowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Transport robots</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00705</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2			0	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			1	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Podstawy optymalizacji 2. Podstawy teorii sterowania

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy o systemach robotów transportowych stosowanych w przemyśle, ich projektowaniu i eksploatacji.
- C2 Nabycie umiejętności rozwiązywania wybranych problemów z zakresu projektowania i eksploatacji systemów robotów transportowych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Posiada wiedzę o podstawach teoretycznych i wybranych zagadnieniach z zakresu projektowania i eksploatacji układów sterowania dla systemów AGV.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Posiada umiejętność rozwiązywania wybranych problemów z zakresu projektowania i eksploatacji układów sterowania dla systemów AGV.

Z zakresu kompetencji społecznych:

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Definicja zagadnienia. Struktura mobilnych systemów transportowych	1
Wy2	Projektowanie i budowa robotów mobilnych	2
Wy3	Roboty mobilne w praktyce - integracja, uruchomienie	2
Wy4	Planowanie ruchu robota mobilnego	2
Wy5	Nawigacja robota mobilnego w środowisku przemysłowym	2
Wy6	Sterowanie nadrzędne w systemach AGV	4
Wy7	Studium przypadku - od koncepcji do wdrożenia	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Omówienie i wybór tematów projektów	1
Pr2	Projekt i wykonanie układu i/lub oprogramowania realizującego wybrane zagadnienie z zakresu mobilnych systemów transportowych na podstawie wyników prezentowanych w aktualnych artykułach i referatach konferencyjnych	12
Pr3	Prezentacja zrealizowanych zadań	2
	Suma godzin	15



**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- 1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
- 2 Zajęcia projektowe
- 2 Konsultacje
- 3 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego
- 4 Praca własna – opracowanie projektów

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01	
F2	PEK_U01	
P = 0.5*F1 + 0.5*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. Ullrich, G. Automated Guided Vehicle Systems. A Primer with Practical Applications. Springer, 2015.
2. Fazlollahtabar, H., Saidi-Mehrabad, M. Autonomous Guided Vehicles. Methods and Models for Optimal Path Planning. Springer, 2015.

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

Elżbieta Roszkowska, elzbieta.roszkowska@pwr.edu.pl

## 7.9 AREU00706 Współpraca robotów w Przemysle 4.0

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Współpraca robotów w Przemysle 4.0</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Robot collaboration in Industry 4.0</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00706</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				30
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2				0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				1

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza z zakresu mechaniki analitycznej, teorii sterowania i podstaw robotyki</li> <li>2. Umiejętność modelowania robotów i syntezy algorytmów sterowania nimi.</li> </ol>

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej zagadnień organizacji współpracy robotów w zastosowaniach przemysłowych
- C2 Nabycie wiedzy dotyczącej podstaw implementacji i eksploatacji układów sterowania robotów współpracujących
- C3 Nabycie umiejętności określania celów i metod organizacji współpracy robotów w zastosowaniach przemysłowych
- C4 Nabycie umiejętności stosowania i implementacji metod matematycznych robotyki w odniesieniu do robotów współpracujących
- C5 Nabycie umiejętności wyszukiwania informacji i korzystania z dokumentacji projektowej i katalogów firmowych dotyczących współpracy robotów i ich układów sterowania
- C6 Nabycie umiejętności prezentacji wiedzy z wykorzystaniem technologii audiowizualnych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Posiada wiedzę o podstawach teoretycznych i wybranych zagadnieniach w zakresie implementacji i eksploatacji układów sterowania robotów współpracujących

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Posiada umiejętność stosowania podstawowych metod matematycznych robotyki, implementacji tych metod oraz eksploatacji robotów współpracujących

Z zakresu kompetencji społecznych:

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do wykładu. Określenie wymagań.	1
Wy2	Geneza robotów współpracujących	1
Wy3	Przegląd zastosowań robotów współpracujących	2
Wy4	Metody i modele współpracy robotów. Typy robotów współpracujących	2
Wy5	Zastosowanie metod matematycznych w sterowaniu robotami współpracującymi	6
Wy6	Analiza rozwiązań stosowanych w zakresie współpracy robotów. Przegląd dostępnych cobotów	2
Wy7	Podsumowanie wykładu	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie.	1
Se2	Wygłoszenie prezentacji dotyczących wybranych zagadnień związanych z problematyką współpracy robotów. Dyskusja.	14
	Suma godzin	15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- 1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora
- 2 Seminarium z wykorzystaniem wideoprojektora
- 2 Konsultacje
- 3 Praca własna – samodzielne studia prezentowanych problemów
- 4 Praca własna – przygotowanie do seminarium

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_U01	Kolokwium pisemne
F2	PEK_W01, PEK_U01	Forma i treść prezentacji seminaryjnej. Aktywność w trakcie zajęć.
P=0.5 F1 + 0.5 F2 jeśli F1 i F2 > 2.0, w przeciwnym razie P=2.0		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. Michał Gurgul, Industrial robots and cobots, Michał Gurgul 2018
2. Bruno Siciliano, Lorenzo Sciacivico, Luigi Villani, Giuseppe Oriolo, Robotics. Modelling, Planning and Control, Springer 2009
3. Materiały internetowe, jak Mike Beaupre, Collaborative Robot Technology and Applications, KUKA Robotics

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. Szymon Borys, Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk, Środowiska programowania robotów, PWN 2017
2. B. Siciliano, O. Khatib, Handbook of robotics. Springer, 2008

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

Robert Muszyński, robert.muszynski@pwr.edu.pl

## 7.10 AREU00710 Seminarium specjalnościowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium specjalnościowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim:  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00710</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
---

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

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

### 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 samodzielnego studiowania literatury obcojęzycznej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki rozwiązań

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad poszukiwania wiedzy w literaturze oraz sposobu przygotowania prezentacji	2
Se2	Prezentacje problemów teoretycznych i technicznych występujący w specjalności	2
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów	6
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące aktualnego stanu wiedzy na temat wybranych problemów w obszarze specjalności wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	20
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 prezentacja multimedialna
- N2 dyskusja problemowa
- N3 praca własna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W02, PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_W01, PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
P= 0.5*F1+0.5*F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki, czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl

## 7.11 AREU00711 Seminarium dyplomowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium dyplomowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Diploma Seminar</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Przemysł 4.0 (ARP)</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREU00711</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					3
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					3
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>



### 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 UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować prezentację zawierającą wyniki rozwiązań

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie zasad przygotowania i pisania pracy dyplomowej, a w szczególności przedstawienie zasad edytorskich	2
Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące omówienia aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	8
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową	6
Se4	Prezentacje indywidualne dotyczące zrealizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku autora wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej	14
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 prezentacja multimedialna

N2 dyskusja problemowa

N3 praca własna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W02, PEK_U01	prezentacja
F2	PEK_W01, PEK_U02, PEK_U03	dyskusja
$P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Czesław Smutnicki, czeslaw.smutnicki@pwr.edu.pl

**KURSY**

**SPECJALNOŚCIOWE**

**Embedded Robotics (AER)**

## 8.1 AREA00116 Systemy wbudowane

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Systemy wbudowane</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Embedded Systems</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00116</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1.5		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
brak

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

- C1 Zdobycie wiedzy na temat funkcjonalnych bloków w mikrokontrolerów
- C2 Zdobycie wiedzy na temat metod projektowania oprogramowania systemów wbudowanych
- C3 Zdobycie wiedzy na temat zasad funkcjonowania i struktury systemów wbudowanych
- C4 Zdobycie umiejętności w korzystaniu z narzędzi programistycznych dla systemów wbudowanych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zdolność do opisu modułów mikrokontrolera stosowanych w sterownikach wbudowanych

PEU\_W02 zdolność do podsumowania metod programowania i debugowania systemów wbudowanych

PEU\_W03 zdolność do wyjaśnienia zasady działania i struktury kontrolerów wbudowanych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umiejętność korzystania z narzędzi programistycznych dla mikrokontrolerów

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1-2	Wprowadzenie do mikroprocesorów, mikrokontrolerów i systemów wbudowanych	4
3	Debugowanie systemów wbudowanych. Narzędzia, techniki.	2
4-5	Digital Signal Processing - obszary zastosowań, algorytmy, sprzęt	4
6-7	Interfejsy w systemach	4
8	Kolokwium	2
9-10	Internet przedmiotów - idea, protokoły, narzędzia	4
11	Protokoły przemysłowe: EtherCAT, PowerLink, Profinet, Sercos, CANopen	2
12-13	RTOS w systemach wbudowanych: FreeRTOS, Linux	4
14-15	FPGA - wprowadzenie	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
1	Wprowadzenie	2
2,3	Narzędzia do tworzenia oprogramowania dla systemów wbudowanych	4
4,5,6	Podstawowe techniki programowania systemów wbudowanych	6
7,8	Przetwarzanie sygnału cyfrowego	4
9,10	Implementacja stosu Ethernet	4
11,12	Przykłady realizacji RTOS	4
13,14	Przykłady programowania FPGA	4
15	Test końcowy	2
	Suma godzin	30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
konsultacje  
praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego  
praca własna - opracowanie do zajęć laboratoryjnych

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	zaliczenie
F2	PEU_U01	dyskusje, pisemne sprawozdania
P = 0.8*F1 + 0.2*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

Furber S., „ARM System On-Chip Architecture,” Pearsons Educated Limited, 2000  
Franklin M., „Network Processor Design: Issues and Practices,” Elsevier, 2003  
Yui J., „The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3,” Newnes, 2007  
Thomas Braunl, Embedded Robotics, Springer 2003, 2006  
Kirk Zurell, C Programming for Embedded Systems, Taylor & Francis 2000

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

Architecture and Programming of PSoC Microcontrollers, ”<http://www.easypsoc.com/book/>”  
Lane J., „DSP Filter Cookbook,” Prompt, 2008  
Webpages: [www.atmel.com](http://www.atmel.com), [www.ti.com](http://www.ti.com), [www.arm.com](http://www.arm.com), [www.analog.com](http://www.analog.com)

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

Grzegorz Budzyń, [Grzegorz.budzyn@pwr.edu.pl](mailto:Grzegorz.budzyn@pwr.edu.pl)

## 8.2 AREA00006 Logika stosowana

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Logika stosowana</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Applied logic</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>  Kod przedmiotu: <b>AREA00006</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	30			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	3				

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>
<p>Podstawowe wiadomości z zakresu Rachunku Zdań i Teorii Automatów Skończonych</p>

<p><b>CELE PRZEDMIOTU</b></p>
-------------------------------

- C1 Prezentacja podstaw Logiki Modalnej ze szczególnym uwzględnieniem LTL. Zdefiniowanie automatu Büchiego oraz pokazanie związku z automatyczną weryfikacją.
- C2 Zdobycie podstawowych umiejętności w posługiwaniu się metodami logiki modalnej, LTL oraz automatami Büchiego.
- C3 Promela i Spin.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna metodę rezolucji w Rachunku Zdań

PEU\_W02 zna podstawowe pojęcia i własności logiki LTL

PEU\_W03 zna pojęcie automatu Büchiego i jego związek ze zdaniem LTL

PEU\_W04 potrafi zapisać własności dyskretnego systemu stanów przy użyciu logiki modalnej

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi dowodzić, że zdanie jest tautologią logiki modalnej, LTL

PEU\_U02 potrafi budować automaty Büchiego dla zadanego zdania LTL

PEU\_U02 potrafi modelować podstawowe własności protokołów przy użyciu LTL

PEU\_U02 potrafi modelować proste protokoły za pomocą Spin

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1	Waluacje, tautologie, niesprzeczność.	1
2	Zupełność metody rezolucji.	1
3	Koniunkcyjna i dysjunkcyjna postać normalna, związek z problemem $P = NP$ .	1
4	Logika modalna i modele Kripke.	2
5	Logika LTL	1
6	Automaty skończone i języki regularne.	1
7	Automaty Büchiego.	1
8	Języki $\omega$ -regularne.	1
9	Modelowanie zdań LTL przy pomocy automatów Büchiego	1
10	Dyskretne systemy stanów	1
11	Automatyczna weryfikacja.	1
12	Język Promela oraz Spin.	1
	Suma godzin	13

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
1	Rachunek Zdań. Rezolucja	2
2	Logika modalna i modele Kripke	2
3	Logika LTL.	2
4	Automaty Büchiego.	2



5	Języki $\omega$ -regularne.	2
6	Modelowanie zdań LTL przez automaty Böhiego.	2
7	Promela i Spin.	3
	Suma godzin	15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
 praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego  
 praca własna z dedykowanym oprogramowaniem

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	Pisemne kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U03	Ocena wykonanych zadań podczas semestru
P = 0.6*F1 + 0.4*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

W. Rautenberg, A Concise Introduction to Mathematical Logic, Springer, 2009

M. Ben-Ari, Principles of the Spin Model Checker, Springer, 2008

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

<http://spinroot.com/>

G. J. Holzmann, The SPIN Model Checker: Primer and Reference Manual

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

Szymon Żeberski, [szymon.zeberski@pwr.edu.pl](mailto:szymon.zeberski@pwr.edu.pl)

### 8.3 AREU00007 Teoria sterowania

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

Wydział Elektroniki

#### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Teoria sterowania**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Control Theory**

Kierunek studiów: **Automatyka i Robotyka**

Specjalność: **AER**

Poziom i forma studiów: **II**

Rodzaj przedmiotu: **O**

Kod przedmiotu: **AREU00007**

Grupa kursów: **T**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60	60		
Forma zaliczenia	E	Z	Z		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	6				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2	2	1		

#### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

BRAK

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy w zakresie rozwoju i analizy reprezentacji ze zmiennymi stanu dla liniowych systemów dynamicznych.
- C2 Nabycie wiedzy w zakresie: sterowania rozmieszczającego bieguny w formie sprzężenia zwrotnego od stanu, obserwatorów i kompensatorów dynamicznych.
- C3 Nabycie wiedzy w zakresie metod sterowania optymalnego systemów dynamicznych, w szczególności sterowania minimalno-kwadratowego.
- C4 Nabycie wiedzy w zakresie modeli niepewności i odpornych układów sterowania.
- C5 Nabycie wiedzy w zakresie sterowania  $H_\infty$ .

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 na zasady wyprowadzania reprezentacji ze zmiennymi stanu dla systemów liniowych, techniki wyznaczania reprezentacji równoważnych i fundamentalne koncepcje z perspektywy analizy systemów, w szczególności: sterowalność, stabilizowalność, obserwowalność, wykrywalność.

PEU\_W02 Zna warunki konieczne i wystarczające istnienia statycznego sprzężenia zwrotnego rozmieszczającego bieguny w dowolnych położeniach, istnienia obserwatora i kompensatora dynamicznego oraz metody projektowania w/w podsystemów układu sterowania.

PEU\_W03 Zna metody sterowania optymalnego dla systemów nieliniowych i metody syntezy sterownika minimalno - kwadratowego.

PEU\_W04 Zna pojęcie podstawowego modelu perturbacji, twierdzenie o małym wzmocnieniu, koncepcję odporności stabilności i zachowania dla systemów ze sprzężeniem zwrotnym.

PEU\_W05 Zna problem sterowania  $H_\infty$ , jego rozwiązanie w formie sprzężenia zwrotnego od stanu oraz aparat matematyczny leżący u podstaw.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umie zamodelować liniowy system dynamiczny w formie równań ze zmiennymi stanu i zastosować rozmaite testy sterowalności/stabilizowalności/obserwowalności/wykrywalności do zbadania wybranych podstawowych własności modelu.

PEU\_U02 Umie zaprojektować kompensator dynamiczny złożony z obserwatora i statycznego sprzężenia zwrotnego rozmieszczającego bieguny.

PEU\_U03 Umie zaprojektować minimalno - kwadratowy sterownik i wybrane sterowniki optymalne, minimalizujące inne kryteria jakości.

PEU\_U04 Umie zamodelować niepewność w modelu i sformułować warunki wystarczające odporności stabilności układu sterowania.

PEU\_U05 Umie zaprojektować sterownik  $H_\infty$  w formie statycznego sprzężenia zwrotnego od stanu.

PEU\_U06 Umie posługiwać się środowiskiem do obliczeń inżynierskich (takim jak Matlab czy Octave) w celu syntezy i analizy układów sterowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1	Zarys historii teorii sterowania	2
2	Reprezentacja ze zmiennymi stanu liniowego systemu dynamicznego	2
3	Sterowalność i stabilizowalność	2
4	Reprezentacje równoważne	2

5	Rozmieszczanie biegunów przez sprzężenie zwrotne od stanu, stabilizacja	2
6	Obserwowalność	2
7	Obserwator i kompensator dynamiczny	2
8	Dekompozycja Kalmana	2
9	Sterowanie minimalno-kwadratowe	2
10	Przestrzenie sygnałów i systemów	2
11	Modele niepewności i odporność stabilności	2
12	Algebra systemów	2
13	Sterowanie $H_\infty$	2
14	Zasada maksimum Pontriagina	2
15	Zasada optymalności Bellmana	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Wybrane zagadnienia w zakresie metod matematycznych w automatyce i robotyce	2
2	Wyprowadzanie reprezentacji ze zmiennymi stanu dla wybranych liniowych systemów dynamicznych	2
3	Obliczanie $e^{At}$	2
4	Badanie sterowalności o stabilizowalności	2
5	Wyznaczanie i stosowanie reprezentacji równoważnych.	2
6	Projektowanie sterowników rozmieszczających bieguny przez sprzężenie zwrotne od stanu.	2
7	Badanie obserwowalności i wykrywalności	2
8	Projektowanie obserwatora i kompensatora dynamicznego.	2
9	Projektowanie sterowników minimalno - kwadratowych, wyznaczanie rozwiązań wybranych Algebraicznych Równań Ricattiego	2
10	Obliczanie norm wybranych sygnałów i systemów	2
11	Przekształcanie układu do formy podstawowego modelu perturbacji, zastosowanie twierdzenie o małym wzmacnieniu do scharakteryzowania odporności stabilności układu sterowania.	2
12	Wybrane zagadnienia z algebry systemów	2
13	Sterowanie $H_\infty$ : proste przykłady	2
14	Sterowanie optymalne	2
15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Wprowadzenie do programowania w Matlabie (Octave). Wybrane własności liniowych systemów dynamicznych.	3
2	Sterowalność i obserwowalność	2
3	Stabilizacja liniowych systemów MIMO (obserwatory i kompensatory dynamiczne)	2
4	Stabilizacja podwójnego wahadła na wózku	2

5	Sterowanie minimalno - kwadratowe	2
6	Sterowanie odporne	2
7	Sterowanie $H_\infty$	2
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>zajęcia laboratoryjne</p> <p>konsultacje</p> <p>praca własna - opracowanie do zajęć laboratoryjnych</p> <p>praca własna - opracowanie projektów</p> <p>portal zdalnej edukacji PWr <a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a></p>	

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W05	egzamin pisemny
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U05	Ocena aktywności na zajęciach , kolokwium zaliczeniowe
F3	PEU_U06	Oceny za raporty z ćwiczeń laboratoryjnych
<p><math>P = 0.34 \cdot F1 + 0.33 \cdot F2 + 0.33 \cdot F3</math> (zaliczenie kursu wymaga pozytywnych ocen formujących F1, F2 i F3).</p>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <p>B. N. Datta, Numerical Methods for Linear Control Systems - Design and Analysis, 2004 Elsevier <a href="http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1920">http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1920</a></p> <p>T. Wescott, Applied Control Theory for Embedded Systems, Elsevier, 2006, <a href="http://www.knovel.com/web/portal/basic\_search/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1927">http://www.knovel.com/web/portal/basic\_search/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1927</a></p> <p>J. W. Polderman, J. C. Willems, Introduction to Mathematical Systems Theory: A Behavioural Approach, Springer-Verlag New York, 1998, <a href="https://www.springer.com/gp/book/9781475729559">https://www.springer.com/gp/book/9781475729559</a></p> <p>F. W. Fairman, Linear Control Theory: The State Space Approach, John Wiley &amp; Sons, 1998</p> <p>K. Zhou, J. C. Doyle, K. Glover, Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1996</p> <p>T. L. Vincent, W. J. Grantham, Nonlinear and Optimal Control Systems, John Wiley &amp; Sons, 1997</p> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <p>H. K. Khalil, Nonlinear Systems, Pearson Education International, 2002</p> <p>R. A. Freeman, P. A. Kokotović, Robust Nonlinear Control Design, State-Space and Lyapunov Techniques, Birkhäuser, 1996</p> <p>B. Shahian, M. Hassul, Control System Design Using Matlab, Englewood Cliffs, 1993</p> <p>The Mathworks. Matlab/Simulink software documentation, <a href="http://www.mathworks.com">http://www.mathworks.com</a></p>

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

Krzysztof Arent, krzysztof.arent@pwr.edu.pl
---

## 8.4 AREA17107 Projekt przejściowy

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Projekt przejściowy</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Intermediate project</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREA17107</b>  Grupa kursów: <b>NIE</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)				X	
Liczba punktów ECTS				3	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				1.5	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
K2AIR_W04 K2AIR_W07 K2AIR_U08

CELE PRZEDMIOTU
-----------------

- C1 Rozwijanie umiejętności w zakresie twórczej analizy problemu i studiów literaturowych.
- C2 Rozwijanie umiejętności w zakresie formułowania celów, zakresu, wymagań, i harmonogramu czasowego projektu.
- C3 Rozwijanie umiejętności w zakresie projektowania abstrakcyjnej architektury systemu.
- C4 Rozwijanie umiejętności w zakresie implementacji zadanej struktury systemu pod nadzorem prowadzącego we współpracy z innymi studentami
- C5 Rozwijanie umiejętności w zakresie tworzenia i prezentowania dokumentacji projektowej.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi wyszukiwać i analizować literaturę techniczną danego zagadnienia

PEU\_U02 potrafi formułować cele, zakres, wymagania, i harmonogram czasowy projektu

PEU\_U03 potrafi twórczo zrealizować projekt w szerokiej dziedzinie systemów wbudowanych w robotyce

PEU\_U04 potrafi tworzyć dokumentację i prezentować wyniki projektu

Z zakresu kompetencji społecznych:

#### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
1	Określenie tematu indywidualnego projektu w szerokiej dziedzinie systemów wbudowanych w robotyce	4
2	Opracowanie pierwszego kamienia milowego projektu	6
3	Opracowanie drugiego kamienia milowego projektu	6
4	Opracowanie końcowej wersji projektu	6
5	Przygotowanie raportu z wykonania projektu	4
6	Prezentacja wyników projektu	4
	Suma godzin	30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

zajęcia projektowe

konsultacje

praca własna - opracowanie projektów

portal zdalnej edukacji PWr <http://eportal.pwr.edu.pl/>

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ



Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 ÷ PEU_U03	Ocena przygotowania i opracowania projektu
F2	PEU_U04	Ocena wykonania raportu i prezentacji
P = 0.7*F1 + 0.3*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

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

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

Handbook of robotics, II ed., Springer, 20013

Siciliano, et.al., Robotics - Modeling, Planning and Control, Springer, 2009

Thrun et.al. Probabilistic robotics. MIT, 2006

Bradski, Kaehler: Learning OpenCV, O'Reilly, 2008

Duda, Hart, Stork: Pattern Classification, Second Edition, Wiley 2000

LaValle, Planning Algorithms, Cambridge, 2006

Latombe, Robot motion planning, Kluwer, 1993

Tchoń et.al. Manipulatory i roboty mobilne. OW PLJ, 2000

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

materiały internetowe

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

Witold Paluszyński, witold.paluszynski@pwr.edu.pl

## 8.5 AREA17105 Sterowanie zdarzeniowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sterowanie zdarzeniowe</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Event-based Control</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREA17105</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
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	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			2	

<p><b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b></p>

<p><b>CELE PRZEDMIOTU</b></p>
-------------------------------

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z teorii Dyskretnych Systemów Zdarzeniowych (DES), w tym języków formalnych, automatów stanu i sieci Petriego.
- C2 Zdobycie umiejętności zastosowania teorii DES w modelowaniu obiektów i systemów automatyki oraz w konstrukcji sterowania nadrzędnego.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma wiedzę z zakresu podstaw formalnych dyskretnych systemów zdarzeniowych (DES), w tym sieci Petriego i automatów skończenie-stanowych.

PEU\_W02 Ma wiedzę z zakresu syntezy sterowania nadrzędnego w oparciu o modele DES oraz jej zastosowania w wybranych systemach automatyki i robotyki.

PEU\_W03 Rozumie ideę hybrydowej reprezentacji i sterowania systemami złożonymi.

PEU\_W04 Rozumie paradygmat systemów RAS (Resource Allocation System) i podejścia bazującego na systemach RAS do formalnie poprawnej syntezy sterowania nadrzędnego.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi konstruować modele zdarzeniowe i algorytmy sterowania nadrzędnego dla systemów złożonych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

#### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1	Wprowadzenie do dyskretnych systemów zdarzeniowych (DES). Sterowanie zdarzeniowe: nowy paradygmat modelowania i sterowania.	2
2	Modele formalne zachowań systemu: języki i automaty stanu.	2
3	Sieciowe modele DES: sieci Petriego typu miejsce/przejście.	2
4	Algebraiczna reprezentacja sieci Petriego.	2
5	Sieci Petriego wyższego rzędu.	2
6	Czasowe i stochastyczne sieci Petriego	2
7	Systemy przydziału zasobów RAS (Resource Allocation Systems), taksonomia RAS.	2
8	Zapewnianie własności żywości.	2
9	Automatyczna synteza formalnie poprawnego sterowania nadrzędnego dla systemów RAS.	2
10	Ciągłe i hybrydowe modele zdarzeniowe. Sterowanie hybrydowe systemami złożonymi.	2
11	Sterowanie przepływem materiałów w elastycznych komórkach produkcyjnych.	2
12	Sterowanie nadrzędne systemem transportowym AGV.	2
13	Sterowanie ruchem w systemach agentów mobilnych.	2
14	Sterowanie ruchem w systemach agentów mobilnych.	2
15	Synteza sterowania w systemach medycznych: system przepływu pacjentów.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Przedstawienie organizacji i tematyki projektu: praca zespołowa, konstrukcja modelu i implementacja programowa sterowania nadrzędnego dla wybranego systemu DES.	2
2	Podział na grupy projektowe, przedyskutowanie z poszczególnymi grupami ich zadania projektowego oraz przedstawienie wymaganej struktury wstępnego opisu projektu (problem, plan pracy - lista zadań, rozkład w czasie i osoby odpowiedzialne, kamienie milowe, raporty, zarządzanie projektem, zespół realizujący). Zapis studentów na e-portal.	2
3	Przedyskutowanie z poszczególnymi grupami dostarczonych wstępnych opisów projektów. Ewentualna modyfikacja opisu.	2
4-6	Opracowanie modelu obiektu i algorytmów sterowania. Dokumentacja w postaci raportów częściowych, związanych z ustalonymi kamieniami milowymi. Ewaluacja przez prowadzącego przedstawianych wyników częściowych, dyskusja ze studentami, ewentualne sugestie modyfikacji dalszych prac.	6
7-12	Implementacja programowa systemu sterowania. Dokumentacja w postaci raportów częściowych, związanych z ustalonymi kamieniami milowymi. Ewaluacja przez prowadzącego przedstawianych wyników częściowych, dyskusja ze studentami, ewentualne sugestie modyfikacji dalszych prac.	12
13-14	Przygotowanie raportu końcowego. Odbiór projektów. Ewaluacja opracowanego przez poszczególne grupy systemu sterowania i jego dokumentacji. Realizacja ewentualnych poprawek.	4
15	Dysseminacja wyników pomiędzy wszystkimi uczestnikami kursu. Prezentacja przez poszczególne grupy osiągniętych wyników.	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>zajęcia projektowe</p> <p>konsultacje</p> <p>praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego</p> <p>praca własna - opracowanie projektów</p> <p>portal zdalnej edukacji PWr "http://eportal.pwr.edu.pl/"</p>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W04	egzamin pisemny
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U03	ewaluacja opisu wstępnego, procesu realizacji i rezultatu projektu
P = 0.5*F1 + 0.5*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

C.G. Cassandras, S. Lafortune, Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer Academic Publishers, 1999, selected chapters.

R. David, H. Alla, Petri Nets and Grafcet: tools for modeling discrete event systems, Prentice Hall, 1992, selected chapters.

.A. Reveliotis, Real-Time Management of Resource Allocation Systems: A Discrete-Event Systems Approach , Springer, NY, 2005, selected chapters.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

W. Reisig, Sieci Petriego, WNT 1988

J. Błażewicz, Złożoność obliczeniowa problemów kombinatorycznych, WNT, 1988

W.M. Wonham, Supervisory Control of Discrete Event Systems, <http://www.control.utoronto.ca/cgi-bin/dldes.cgi>

M.C. Zhou, M.P. Fanti (editors), Deadlock Resolution in Computer-Integrated Systems, Marcel Dekker, 2005

IEEE Transactions on Automatic Control

IEEE Transactions on Automation Science and Engineering

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

Elżbieta Roszkowska, [elzbieta.roszkowska@pwr.edu.pl](mailto:elzbieta.roszkowska@pwr.edu.pl)

## 8.6 AREA17002 Metody matematyczne automatyki i robotyki

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Metody matematyczne automatyki i robotyki</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Mathematical methods of automation and robotics</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA17002</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	80	100			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	6				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	4	2			

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Brak

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

- C1 Zdobycie wiedzy o wybranych metodach matematycznych współczesnej automatyki i robotyki
- C2 Zapoznanie się z paradygmatem transformacji i równoważności
- C3 Zdobycie wiedzy na temat własności i równoważności funkcji
- C4 Zdobycie wiedzy o własnościach i równoważności układów dynamicznych
- C5 Zdobycie wiedzy na temat własności i równoważności układów sterowania przez sprzężenie zwrotne
- C6 Zdobycie wiedzy na temat syntezy algorytmów sterowania układów linearyzowalnych, odsprzęgalnych i różniczkowo-płaskich
- C7 Zdobycie wiedzy na temat wykorzystania postaci normalnych do syntezy algorytmów sterowania

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 zna filary analizy nieliniowej: twierdzenie o funkcji odwrotnej, twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności trajektorii układu dynamicznego, twierdzenie Frobeniusa i twierdzenie o odwzorowaniach zwięzających
- PEU\_W02 zna pojęcie równoważności funkcji i postaci normalnych
- PEU\_W03 zna pojęcie i własności układu dynamicznego
- PEU\_W04 zna definicję równoważności układów dynamicznych i podstawowe twierdzenia o równoważności
- PEU\_W05 zna pojęcie i własności afinicznego układu sterowania
- PEU\_W06 zna pojęcie równoważności układów sterowania przez sprzężenie zwrotne
- PEU\_W07 zna metody syntezy algorytmów sterowania przy wykorzystaniu linearyzacji lub odsprzęgania przez statyczne sprzężenie zwrotne
- PEU\_W08 zna metody syntezy algorytmów sterowania przy wykorzystaniu linearyzacji przez dynamiczne sprzężenie zwrotne
- PEU\_W09 zna pojęcie układu różniczkowo-płaskiego i jego znaczenie dla syntezy algorytmów sterowania
- PEU\_W10 zna zastosowanie postaci normalnych do syntezy algorytmów sterowania

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 potrafi posługiwać się filarami analizy nieliniowej
- PEU\_U02 potrafi skorzystać z twierdzenia o funkcji uwikłanej w kontekście kinematyki manipulatorów
- PEU\_U03 potrafi skorzystać z twierdzeń o immersjach, submersjach i funkcjach Morse'a, rozumie pojęcie osobliwości kinematyki manipulatorów
- PEU\_U04 potrafi zbadać własności układów dynamicznych
- PEU\_U05 potrafi skorzystać z twierdzeń o równoważności układów dynamicznych, rozumie ich z I Metodą Lapunowa
- PEU\_U06 potrafi posługiwać się nawiasem Liego jako narzędziem analizy nieliniowych układów sterowania
- PEU\_U07 potrafi skorzystać z twierdzeń o linearyzacji i odsprzęganiu przez sprzężenie zwrotne, rozumie znaczenie tych metod dla sterowania manipulatorem
- PEU\_U08 potrafi wykorzystać własność różniczkowej płaskości przy sterowaniu robotem mobilnym
- PEU\_U09 potrafi wykorzystać postacie normalne do syntezy algorytmów sterowania robotów
- PEU\_U10 potrafi zastosować poznane metody matematyczne do syntezy algorytmów sterowania różnych układów automatyki i robotyki

Z zakresu kompetencji społecznych:

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Funkcje gładkie, twierdzenie o funkcji odwrotnej, dyfeomorfizm	2
2	Algorytm Newtona	2
3	Twierdzenie o funkcji uwikłanej	2
4	Równoważność funkcji, postaci normalne	2
5	Układ dynamiczny, twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności, twierdzenie o odwzorowaniach zwięzających	2
6	Stabilność układów dynamicznych	2
7	Równoważność układów dynamicznych, twierdzenia o linearyzacji układów dynamicznych	2
8	Afiniczny układ sterowania, nawias Liego, dystrybucje	2
9	Całkowalność dystrybucji: twierdzenie Frobeniusa	2
10	Równoważność przez sprzężenie zwrotne	2
11	Linearyzacja przez statyczne sprzężenie zwrotne	2
12	Odsprężanie we/wy, dynamika zerowa	2
13	Linearyzacja przez dynamiczne sprzężenie zwrotne	2
14	Różniczkowa płaskość	2
15	Nieliniowe postaci normalne	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Równoważność liniowych układów sterowania: postać kanoniczna Brunovsky'ego	2
2	Normy macierzowe	2
3	Twierdzenie o funkcji odwrotnej i funkcji uwikłanej	2
4	Immersje, submersje, funkcje Morse'a	2
5	Równoważność układów dynamicznych	2
6	Badanie stabilności układów	2
7	Układy gradientowe i hamiltonowskie	2
8	Układy sterowania: definicja i własności nawiasu	2
9	Równoważność przez sprzężenie zwrotne i linearyzacja	2
10	Badanie warunków linearyzacji, równania równoważności	2
11	Badanie warunków linearyzacji, równania równoważności	2
12	Stopień różniczkowy wyjścia, odsprężanie we/wy, dynamika zerowa	2
13	Badanie różniczkowej płaskości	2
14	Nieliniowe postaci normalne	2
15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**



wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
konsultacje  
praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego  
portal zdalnej edukacji PWr <http://eportal.pwr.edu.pl/>

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W10	Egzamin pisemny
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U10	Aktywność na ćwiczeniach, kolokwium
P = 0.4*F1 + 0.6*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- M. Golubitsky, V. Guillemin: „Stable Mappings and Their Singularities”, Springer-Verlag, New York, 1974.
- R. Abraham, J. E. Marsden, T. Ratiu: „Manifolds, Tensor Analysis, and Applications”, Springer-Verlag, New York, 1988.
- V. I. Arnold: „Geometrical Methods in the Theory of Ordinary Differential Equations”, Springer-Verlag, New York, 1983.
- S. S. Sastry: „Nonlinear Systems”, Springer-Verlag, New York, 1999.
- A. M. Bloch: „Nonholonomic Mechanics and Control”, Springer-Verlag, New York, 2003.
- H. Nijmeijer, A. J. van der Schaft: „Nonlinear Dynamical Control Systems”, Springer-Verlag, New York, 1990.
- H. Sira-Ramirez, S. K. Agrawal: „Differentially Flat Systems”, Marcel Dekker, New York, 2004.
- K. Tchoń: Lecture Notes available on the Internet

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- Ph. Hartman: „Ordinary Differential Equations”, J. Wiley, New York, 1964.
- H. K. Khalil: „Nonlinear Systems”, Prentice-Hall, New Jersey, 2000.
- R. Murray, Z. Li, S. S. Sastry: „A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation”, CRC Press, Boca Raton, 1994.
- A. Isidori: „Nonlinear Control Systems”, Springer-Verlag, New York, 1995.
- V. Jurdjevic: „Geometric Control Theory”, Cambridge Univ.Press, Cambridge, 1997.
- J. Levine: „Analysis and Control of Nonlinear Systems: A Flatness-based Approach”, Springer-Verlag, Berlin, 2009.

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

Krzysztof Tchoń, [krzysztof.tchon@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.tchon@pwr.edu.pl)

## 8.7 AREA15004 Modelowanie i identyfikacja

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Modelowanie i identyfikacja</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Modeling and identification</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>  Kod przedmiotu: <b>AREA15004</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Brak

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

C1	Zdobycie wiedzy o metodach generacji liczb pseudolosowych
C2	Zdobycie wiedzy o podstawach teorii estymacji i metodach oceny jakości estymatorów
C3	Poznanie nieparametrycznych metod estymacji funkcji gęstości prawdopodobieństwa i funkcji regresji
C4	Poznanie metod identyfikacji liniowych obiektów dynamicznych przy losowych pobudzeniach i zakłóceniach
C5	Poznanie metody najmniejszych kwadratów, jej własności, zakresu stosowalności i specjalizowanych metod obliczeniowych
C6	Poznanie metody zmiennych instrumentalnych i procedur generacji instrumentów
C7	Nauka wybranych metod identyfikacji systemów blokowych typu Hammersteina i Wienera
C8	Wprowadzenie do biblioteki 'System Identification Toolbox' programu Matlab

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>	
Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna metody komputerowego modelowania środowisk losowych
PEU_W02	zna parametryczne i nieparametryczne metody syntezy modeli liniowych obiektów dynamicznych na podstawie danych niepewnych
PEU_W03	zna komputerowe realizacje typowych metod identyfikacji systemów
PEU_W04	zna metody generacji liczb losowych
PEU_W05	zna wybrane metody identyfikacji systemów Hammersteina i Wienera
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	umie zbudować model obiektu nieliniowego i przetestować go
PEU_U02	umie skonstruować prognozę na podstawie danych pomiarowych
PEU_U03	potrafi dobrać odpowiedni typ modelu do danych
PEU_U04	umie przeprowadzić badania eksperymentalne przy użyciu dedykowanego oprogramowania
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	jest świadomy istotności zagadnień analizy i modelowania danych
PEU_K02	rozumie potrzebę samokształcenia się i rozwijania swoich umiejętności

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Generacja liczb losowych metodą inwersyjną	2
2	Generacja liczb losowych metodą odrzucania	2
3	Podstawy teorii estymacji, ocena estymatora, własności asymptotyczne, typy zbieżności	2
4	Nieparametryczna estymacja dystrybuanty	2
5	Nieparametryczna estymacja funkcji gęstości prawdopodobieństwa	2
6	Nieparametryczna estymacja funkcji regresji – metoda jądrowa	2
7	Nieparametryczna estymacja funkcji regresji – metoda ortogonalna	2
8	Identyfikacja liniowych obiektów dynamicznych metodą najmniejszych kwadratów, synteza metody	2
9	Metoda najmniejszych kwadratów – własności	2
10	Metoda najmniejszych kwadratów – wersja rekurencyjna	2

11	Analiza korelacyjna. Filtracja odwrotna. Estymator Gaussa-Markowa	2
12	Metoda zmiennych instrumentalnych	2
13	Metody obliczeniowe NK (rozkład spektralny, LU i SVD)	2
14	Identyfikacja systemów Hammersteina i Wienera	2
15	Podsumowanie	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Generacja liczb losowych - metoda inwersyjna	2
2	Generacja liczb losowych - metoda odrzucania	2
3	Podstawy estymacji, twierdzenia graniczne, błąd MSE	2
4	Nieparametryczna estymacja dystrybuanty	2
5	Nieparametryczna estymacja funkcji gęstości prawdopodobieństwa	2
6	Estymacja regresji. Metoda jądrowa	2
7	Estymacja regresji. Metoda rozwinięć ortogonalnych	2
8	Metoda NK	2
9	Rekurencyjna metoda NK	2
10	Analiza korelacyjna, filtracja odwrotna, estymator Gaussa-Markowa	2
11	Metoda zmiennych instrumentalnych	2
12	Algorytmy obliczeniowe NK (rozkład spektralny, LU i SVD)	2
13	System Hammersteina	2
14	System Wienera	2
15	Podsumowanie	2
	Suma godzin	30

#### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>zajęcia laboratoryjne</p> <p>konsultacje</p> <p>praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego</p> <p>praca własna - opracowanie do zajęć laboratoryjnych</p>
---

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W05	egzamin pisemny
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U04 PEU_K01 ÷ PEU_K02	Ocena wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych

$P = 0.8 \cdot F1 + 0.2 \cdot F2$  (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- Gajek, Kałuska — "Wnioskowanie statystyczne dla studentów"  
Greblicki, Pawlak — „Nonlinear system identification”, Cambridge 2008.  
Kiełbasiński, Schwetlick — "Numeryczna algebra liniowa — wprowadzenie do obliczeń zautomatyzowanych"  
Kincaid, Cheney — "Analiza numeryczna", WNT Warszawa, 2006.  
Ljung "System Identification - Theory For the User"  
Nahorski, Mańczak — "Komputerowa identyfikacja obiektów dynamicznych"  
Söderström, Stoica — "Identyfikacja systemów"  
Niederlinski — "Systemy komputerowe automatyki przemysłowej"  
<http://diuna.ict.pwr.wroc.pl>

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- Magiera — "Modele i metody statystyki matematycznej", wyd. GiS, Wrocław, 2002.  
Stanisz — "Przystępny kurs statystyki w oparciu o pakiet STATISTICA"  
Klonecki — "Statystyka matematyczna dla inżynierów"  
Krysicki, Włodarski — "Statystyka matematyczna"  
Jakubowski, Stencel — "Wstęp do teorii prawdopodobieństwa", wyd. Script, Warszawa, 2004.  
Trybuła — "Statystyka matematyczna z elementami teorii decyzji", Ofic. Wyd. PWr., 2002.  
Fisz — "Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna"  
Feller — "Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa"  
Chow, Teicher — "Probability theory"  
Strang — "Introduction to linear algebra"  
Hannan, Deistler — "The statistical theory of linear systems"  
Greblicki — "Podstawy automatyki"  
Łysakowska, Mzyk — "Komputerowa symulacja układów automatycznej regulacji w środowisku Matlab/Simulink"

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

Grzegorz Mzyk, grzegorz.mzyk@pwr.edu.pl

## 8.8 AREA00124 Zaawansowane sterowanie robotami

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Zaawansowane sterowanie robotami</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Advanced Robot Control</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREA00124</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Wiedza na temat pisania programów w języku C Wiedza na temat tworzenia skryptów w programie Matlab

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

- C1 Nabycie wiedzy na temat odsprzęgnięcia wejściowo-wyjściowego w sterowaniu robotami.
- C2 Nabycie wiedzy na temat mikrokontrolerów.
- C3 Nabycie wiedzy w zakresie peryferiów mikrokontrolera.
- C4 Nabycie wiedzy w zakresie oprogramowania dla systemów operacyjnych czasu rzeczywistego.
- C5 Nabycie wiedzy w zakresie projektowania systemów wbudowanych.
- C6 Nabycie wiedzy w zakresie implementacji sterowników robotów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 zna podstawy z zakresu wykorzystania odsprzęgnięcia wejściowo-wyjściowego do sterowania robotami
- PEU\_W02 zna podstawy tworzenia oprogramowania dla mikrokontrolerów
- PEU\_W03 zna peryferia mikrokontrolerów
- PEU\_W04 zna oprogramowanie dla systemów operacyjnych czasu rzeczywistego
- PEU\_W05 zna podstawy w zakresie projektowania systemów wbudowanych
- PEU\_W06 zna podstawy implementacji oprogramowania dla sterowników robotów

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm odsprzęgnięcia wejściowo-wyjściowego dla robotów
- PEU\_U02 potrafi wytwarzać oprogramowanie z uwzględnieniem ograniczonych zasobów mikrokontrolera
- PEU\_U03 potrafi skonfigurować i wykorzystać peryferia mikrokontrolera
- PEU\_U04 potrafi wykorzystać oprogramowanie do implementacji systemu operacyjnego czasu rzeczywistego
- PEU\_U05 potrafi zaprojektować architekturę dla systemu wbudowanego
- PEU\_U06 potrafi zaprojektować i zaimplementować sterownik dla robota

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 rozumie potrzeby samodoskonalenia i wykształcania umiejętności do samodzielnego wykorzystania wiedzy i umiejętności

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1	Wprowadzenia do zaawansowanego sterowania robotami	1
2	odsprzęgnięcie wejściowo-wyjściowe dla sztywnego manipulatora	3
3	Wprowadzenie do mikrokontrolerów	1
4	Wprowadzenie do podstawowych peryferiów mikrokontrolera	3
5	Wprowadzenie do RTOS jako oprogramowania dla systemu operacyjnego czasu rzeczywistego	3
6	Efektywne projektowanie systemów wbudowanych	1
7	Dekompozycja systemu w ramach projektowania sterownika robota	1
8	Implementacja sterownika robotycznego na mikrokontrolerze	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Wprowadzenie do laboratorium i zapoznanie z środowiskiem programistycznym	1
2	Symulacja odsprzęgania wejściowo-wyjściowego dla sztywnego manipulatora	2
3	Wprowadzenie do mikrokontrolerów – programowanie GPIO	2
4	Wprowadzenie do programowania układów liczących	2
5	Wprowadzenie do programowania przetworników analogowo-cyfrowych oraz cyfrowo-analogowych	2
6	Implementacja systemu operacyjnego czasu rzeczywistego z wykorzystaniem narzędzi RTOS	2
7	Implementacja regulatora PID	2
8	Strojenie regulatora PID	2
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>prezentacje on-line w trakcie wykładu</p> <p>konsultacje</p> <p>praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego</p> <p>praca własna - opracowanie do zajęć laboratoryjnych</p> <p>portal zdalnej edukacji PWr <a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a></p>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W06	Pisemne kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U06	Ocena wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
P = 0.5*F1 + 0.5*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <p>Siciliano, B. and Khatib, O., Handbook of Robotics, 2007, Springer,</p> <p>Ben-Ari, M. and Mondada, F., Elements of Robotics, 2018, Springer.</p> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <p>Åström, K. J. and Hägglund, T., PID Controllers: Theory, Design, and Tuning, 1995, Instrument Society of America,</p> <p>Real Time Engineers ltd., The FreeRTOS TM Reference Manual, 2016.</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Wojciech Domski, wojciech.domski@pwr.edu.pl





## 8.9 AREA00123 Robotyka mobilna 2

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Robotyka mobilna 2</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Mobile robotics 2</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREA00123</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			30		
Forma zaliczenia			Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
K2AIR_W01 K2AIR_W02 K2AIR_W05 K2AIR_W07 K2AIR_U06 K2AIR_U08

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Rozwijanie umiejętności nawigowania robotem mobilnym

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zbudować mapę otoczenia robota mobilnego

PEU\_U02 potrafi wykorzystać czujniki i mapy do nawigacji robota

Z zakresu kompetencji społecznych:

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
1	Tworzenie mapy otoczenia	6
2	Nawigacja robota	6
3	Integracja elementów, prezentacja i podsumowanie wyników	3
	Suma godzin	15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

zajęcia laboratoryjne

konsultacje

praca własna - opracowanie do zajęć laboratoryjnych

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 ÷ PEU_U02	Ocena wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
P = F1		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

R.Siegwart. Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press, 2011.

S.Thrun i in. Probabilistic robotics. MIT Press, 2006.

A.Kelly. Mobile Robotics: Mathematics, Models, and Methods. Cambridge University Press, 2013.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

Handbook of robotics. Springer, 2008.

H.Choset et al. Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations. A Bradford Book, 2005.

The DARPA Urban Challenge. Springer, 2010.

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

Janusz Jakubiak, Janusz.Jakubiak@pwr.edu.pl

## 8.10 AREA00122 Robotyka mobilna 1

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Robotyka mobilna 1</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Mobile robotics 1</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>AER</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00122</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)	30		30		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
K2AIR_W01 K2AIR_W02 K2AIR_W05 K2AIR_W07 K2AIR_U06 K2AIR_U08

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie wiedzy o aktualnych kierunkach rozwoju robotyki mobilnej
- C2 Uzyskanie wiedzy o modelowaniu robotów
- C3 Uzyskanie wiedzy o metodach lokalizacji robota
- C4 Uzyskanie wiedzy o metodach tworzenia mapy otoczenia przez robota mobilnego
- C5 Rozwijanie umiejętności lokalizacji robota mobilnego

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna i rozumie typowe problemy robotyki mobilnej

PEU\_W02 zna metody modelowania robotów mobilnych

PEU\_W03 zna metody lokalizacji robotów mobilnych

PEU\_W04 rozumie problemy tworzenia map i SLAM

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 umie rozwiązać problem lokalizacji robota mobilnego

Z zakresu kompetencji społecznych:

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Wprowadzenie. Zastosowania i zagadnienia robotyki mobilnej	2
2	Modele kinematyki robotów mobilnych	2
3	Zadanie lokalizacji robota: problem lokalny i globalny	2
4	Podstawy matematyczne robotyki probabilistycznej. Modele czujników, filtracja i fuzja danych sensorycznych	2
5	Metody probabilistyczne lokalizacji robota	2
6	Budowa mapy	2
7	SLAM: idea i metody	2
8	Perspektywy i otwarte problemy robotyki mobilnej	2
	Suma godzin	16

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Wprowadzenie. Podstawy obsługi stanowisk laboratoryjnych.	2
2	Odometria	2
3	Ekstrakcja cech z danych pomiarowych	2
4	Lokalizacja na podstawie znaczników	2
	Suma godzin	8

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
 zajęcia laboratoryjne  
 konsultacje  
 praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego  
 praca własna - opracowanie do zajęć laboratoryjnych

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W04	Pisemne kolokwium zaliczeniowe, opracowanie wybranych zagadnień
F2	PEU_U01	Ocena wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych oraz sprawozdań
P = 0.5*F1 + 0.5*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

R.Siegwart. Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press, 2011.  
 S.Thrun i in. Probabilistic robotics. MIT Press, 2006.  
 A.Kelly. Mobile Robotics: Mathematics, Models, and Methods. Cambridge University Press, 2013.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

Handbook of robotics. Springer, 2008.  
 H.Choset et al. Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations. A Bradford Book, 2005.  
 The DARPA Urban Challenge. Springer, 2010.

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

--

## 8.11 AREA00121 Teoria sterowania dla systemów wbudowanych

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Teoria sterowania dla systemów wbudowanych</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Control Theory for Embedded Systems</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREA00121</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		45		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1.5		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
K2AIR_W04 K2AIR_W05 K2AIR_W07 K2AIR_U04 K2AIR_U05 K2AIR_U06 K2AIR_U08



## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy o klasycznych metodach projektowania układów sterowania.
- C2 Nabycie wiedzy o projektowaniu i analizie adaptacyjnych układów sterowania.
- C3 Nabycie wiedzy o narzędziach i technikach komputerowych przeznaczonych do analizy, syntezy i wdrożenia odpornych, adaptacyjnych algorytmów sterowania w sterownikach wbudowanych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 na fundamentalne zagadnienia teorii sprzężenia zwrotnego, w szczególności: podstawowe konfiguracje sprzężenia zwrotnego i ich własności, stabilność, odporność stabilności, kształtowanie pętli sprzężenia zwrotnego, klasyczne cele sterowania i kryteria zachowania, klasyczne metody projektowania kompensatorów (takich jak kompensacja lead/lag, metoda linii pierwiastkowych, metoda Guillemina-Truxala);
- PEU\_W02 Zna schemat ogólny systemu adaptacyjnego i podstawowy aparat matematyczny stosowany do analizy systemów adaptacyjnych; metody projektowania i własności prostych odpornych praw adaptacji (np. algorytm gradientowy z martwą strefą), odpornego obserwatora Luenbergera, odpornego, adaptacyjnego sterownika rozmieszczającego bieguny.
- PEU\_W03 Zna wpływ własności oprogramowania na wdrożenie matematycznych praw sterowania na jednostce sprzętowej, podstawowe etapy implementacji i weryfikacji prawa sterowania (według modelu V), które są wspierane przez oprogramowanie Matlab/Simulink, w szczególności: symulacje, szybkie prototypowanie sterowników, szybkie prototypowanie z wykorzystaniem jednostki docelowej, Software-in-the-Loop, Processor-in-the-Loop, Hardware-in-the-Loop; jest zaznajomiony z następującymi modułami programowymi systemu Matlab/Simulink: Control System, Robust Control, System Identification, Real-Time Windows Target, Simulink Coder, Embedded Coder, SimMechanics, SimMechanicsLink.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Umie kształtować pętlę sprzężenia zwrotnego, wyznaczać zapas amplitudy i fazy, stosować kryterium odporności stabilności Doyle'a, posługiwać się kryterium Nyquista i kryterium wielomianowym do badania stabilności, zaprojektować kompensator metodami klasycznymi: lead/lag, linii pierwiastkowych, Guillemina-Truxala (wykonując obliczenia na kartce i z wykorzystaniem dedykowanych modułów Matlaba).
- PEU\_U02 Umie projektować adaptacyjne algorytmy sterowania na gruncie zasady równoważnej pewności, posługiwać się wybranymi lematami technicznymi przy analizie stabilności adaptacyjnego systemu sterowania; stosować odporne prawa adaptacji (np. rekurencyjny algorytm estymacji parametrów z martwą strefą, czy dostępne w Matlabie/Simulinku rekurencyjne algorytmy z System Identification Toolbox) przy projektowaniu adaptacyjnego układu sterowania; zaprojektować odporny, adaptacyjny układ sterowania z rozmieszczaniem biegunów dla obiektów SISO i przeprowadzić analizę symulacyjną takiego systemu w środowisku Matlab/Simulink.
- PEU\_U03 Umie użyć technologii szybkiego prototypowania sterowników przy projektowaniu algorytmów sterowania, użyć Matlab/Real-Time Windows Target Toolbox zintegrowany z wielofunkcyjną kartą pomiarową do sterowania obiektu fizycznego z poziomu Simulinka, oraz do zbierania danych na potrzeby identyfikacji w System Identification Toolbox, automatycznie generować kod w C pod dedykowany mikrokontroler na bazie diagramu w Simulinku reprezentującego algorytm sterowania w oparciu o Embedded Coder Toolbox, automatycznie przekształcać modele 3D CAD do postaci diagramu w SimMechanics w Simulinku na potrzeby projektowania i analizy algorytmu sterowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Schemat ogólny układu sterowania	2
2,3	Klasyczne projektowanie układów sterowania	3
4	Wdrażanie algorytmów sterowania do na platformy wbudowane w oparciu o automatyczną generację kodu w Matlabie/Simulinku	2
5	Schemat ogólny adaptacyjnych układów sterowania, stabilność	2
6	Odporne prawa adaptacji	2
7	Odporny obserwator adaptacyjny	2
8	Odporne adaptacyjne rozmieszczanie biegunów	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych	1
2	Wprowadzenie do Real-Time Workshop Embedded Coder i Real-Time Windows Target I	2
3	Wprowadzenie do Real-Time Workshop Embedded Coder i Real-Time Windows Target II	2
4	Modelowanie fizyczne	2
5	Silnik DC: modelowanie i identyfikacja	2
6	Silnik DC: sterowanie oparte na modelu	2
7	Wahadło na wózku: sterowanie oparte na modelu	2
8	termin odróbczy	2
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>konsultacje</p> <p>praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego</p> <p>praca własna - opracowanie do zajęć laboratoryjnych</p> <p>praca własna - studia literaturowe i przygotowanie prezentacji seminaryjnej</p> <p>portal zdalnej edukacji PWr <a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a></p>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	egzamin pisemny
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U03	ocena za sprawozdania z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
P = 0.5*F1 + 0.5*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

B. N. Datta, Numerical Methods for Linear Control Systems - Design and Analysis, 2004 Elsevier <a href="http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1920">http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1920</a>
---

T. Wescott, Applied Control Theory for Embedded Systems, Elsevier, 2006, <a href="http://www.knovel.com/web/portal/basic\_search/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1927">http://www.knovel.com/web/portal/basic\_search/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1927</a>
--

P. A. Ioannou, J. Sun, Robust Adaptive Control, Prentice-Hall, 1996 <a href="http://www-rcf.usc.edu/ioannou/RobustAdaptiveBook95.pdf">http://www-rcf.usc.edu/ioannou/RobustAdaptiveBook95.pdf</a>
---

K. Zhou, J. C. Doyle, K. Glover, Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1996
--

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

R. A. Freeman, P. A. Kokotović, Robust Nonlinear Control Design, State-Space and Lyapunov Techniques, Birkhäuser, 1996
--

I. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, Adaptive Control, Springer-Verlag London
--

G. Tao, Adaptive Control Design and Analysis, John Willey & Sons, 2003
--

Thomas Bräunl, Embedded Robotics. Mobile Robot Design and Application with Embedded Systems, Springer, 2008.
--

B. Shahian, M. Hassul, Control System Design Using Matlab, Englewood Cliffs, 1993
---

the Mathworks. Matlab/Simulink software documentation, <a href="http://www.mathworks.com">http://www.mathworks.com</a>
--

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

Krzysztof Arent, <a href="mailto:krzysztof.arent@pwr.edu.pl">krzysztof.arent@pwr.edu.pl</a>
---

## 8.12 AREA00120 Roboty społeczne

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Roboty społeczne</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Social Robots</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00120</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)	45		75		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.5		1.5		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Brak

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zdobycie umiejętności kreowania wspólnej przestrzeni społecznej ludzi i robotów
C2 Nabycie podstawowej wiedzy na temat technologii robotów społecznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Wiedza na temat fundamentalnych własności robota społecznego.

PEU\_W02 Wiedza o wybranych obliczeniowych modelach emocji oraz o potrzebie i aktualnych możliwościach wyposażenia robota społecznego w empatię.

PEU\_W03 Wiedza o koncepcji urzeczywistnienia oraz o konstrukcjach wybranych robotów humanoidalnych i platform badawczych z obszaru interakcji człowiek - robot, jak również o potrzebie i aktualnych możliwościach wbudowania w robota społecznego zdolności do komunikacji werbalnej i niewerbalnej z człowiekiem.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umiejętność programowania robota humanoidalnego NAO

PEU\_U02 Umiejętność projektowania i implementacji zachowań społecznie interaktywnych dla robota NAO.

Z zakresu kompetencji społecznych:

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Robot społecznie interaktywny	2
2	Obliczeniowe modele emocji, osobowość	2
3	Modele użytkownika, intencjonalność	2
4	Urzeczywistnienie robota społecznego	2
5	Komunikacja robota z człowiekiem	3
6	Interakcje robot - człowiek: przykłady zagadnień badawczych	2
7	Robot towarzysz życia	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych	1
2	Podstawy programowania graficznego NAO w środowisku Choregraphe	2
3	Percepcja człowieka i otoczenia przez NAO	2
4	Ruch, działanie, zachowania ekspresyjne	2
5	Komunikacja głosowa robot - człowiek, system dialogowy NAO	2
6	Zastosowanie języka Python do programowania zachowań interaktywnych NAO	2
7	Interakcje robot - człowiek, animowanie społecznych zachowań NAO	2
8	Obliczeniowy model umysłu, proksemika robot - człowiek	2
	Suma godzin	15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
 zajęcia laboratoryjne  
 konsultacje  
 praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	Końcowe kolokwium pisemne
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U02	Ocena pracy na ćwiczeniach oraz wykonanych zadań domowych
P = 0.5*F1 + 0.5*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

Terrence Fong, Illah Nourbakhsh, Kerstin Dautenhahn, A survey of socially interactive robots, Robotics and Autonomous Systems, Volume 42, Issues 3-4, pp.143-166

C. Breazeal, A. Takanishi, T. Kobayashi, Social Robots that Interact with People, chapter in: Springer Handbook of Robotics, pp. 1349-1369, Springer Berlin Heidelberg, 2008

Joscha Bach, Dietrich Dörner, Ronnie Vuine, Psi and MicroPsi A Novel Approach to Modeling Emotion and Cognition in a Cognitive Architecture, The 7th International Conference on Cognitive Modeling

Cynthia Breazeal, Emotion and sociable humanoid robots, International Journal of Human-Computer Studies, vol. 59, Issues 1-2, July 2003, pp.119-155

Brian Scassellati, Theory of Mind for a Humanoid Robot, Humanoids 2000

C. Breazeal, Designing Sociable Robots, MIT Press, Cambridge, MA, 2002

Zhihong Zeng, Maja Pantic, Glenn I. Roisman and Thomas S. Huang, A survey of affect recognition methods: audio, visual and spontaneous expressions, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 2009, vol.31, pp.39-58.

M. A. Anusuya, S. K. Katti, Speech recognition by machine: A review, International Journal of Computer Science and Information Security, 2009, vol.6 pp.181-205.

S. Mitra, T. Acharya, Gesture Recognition: A Survey, IEEE Trans. Systems, Man, Cybernet., —Part C: Applications and Reviews, vol. 37, no. 3, pp.311-324, 2007

Riek, L.D. Rabinowitch, T.-C. Bremner, P. Pipe, A.G. Fraser, M. Robinson, P.Cooperative gestures: Effective signaling for humanoid robots, Human-Robot Interaction (HRI), 2010 5th ACM/IEEE International Conference on, page(s): 61 – 68

K. Dautenhahn, Methodology & themes of human-robot interaction: A growing research field. International Journal of Advanced Robotic Systems, 2007, vol.4 (1), s. 103-108.

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

Joao Miguel de Sousa de Assis Dias, FearNot!: Creating Emotional Autonomous Synthetic Characters for Empathic Interactions, UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA, doctoral dissertation

A. Billard et al. Robot Programming by Demonstration, Handbook of Robotics, Ch 59, 2007.

Wickens, Gordon, and Liu, Chapter 2: Research Methods”, W: An Introduction to Human Factors Engineering, 1998.

Nao, ”<http://www.aldebaran-robotics.com/en>”

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Krzysztof Arent, krzysztof.arent@pwr.edu.pl

### 8.13 AREA00118 Teoria i metody optymalizacji

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Teoria i metody optymalizacji</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Theory and Methods of Optimization</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00118</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)	45	30			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Student posiada podstawowe umiejętności z zakresu algebry i analizy matematycznej.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------



- C1 Poznanie podstaw teorii optymalizacji.
- C2 Poznanie analitycznych metod optymalizacji oraz warunków optymalności.
- C3 Poznanie podstawowych metod programowania liniowego i nieliniowego bez i z ograniczeniami.
- C4 Nauczenie się , posługiwania dokładnymi i przybliżonymi algorytmami optymalizacji statycznej dla problemów bez i z ograniczeniami oraz dla ciągłych i dyskretnych zmiennych decyzyjnych.
- C5 Nabycie umiejętności stosowania nabytej wiedzy do rozwiązywania praktycznych problemów optymalizacyjnych.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Student zna metody analityczne oraz warunki optymalności dla wielowymiarowych zadań optymalizacyjnych.

PEU\_W02 Student zna algorytmy numeryczne służące do rozwiązywania podstawowych typów zadań optymalizacyjnych bez i z ograniczeniami.

PEU\_W03 Student zna podstawowe algorytmy heurystyczne służące do rozwiązywania zadań optymalizacji statycznej.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Student potrafi zastosować dokładne lub przybliżone algorytmy do rozwiązania zadań optymalizacji statycznej bez i z ograniczeniami.

PEU\_U02 Student potrafi dobrać algorytmy do rozwiązania zadań optymalizacji statycznej bez i z ograniczeniami ze zmiennymi ciągłymi i dyskretnymi.

PEU\_U03 Student zna podstawowe algorytmy optymalizacyjne i potrafi odpowiednio dobierać ich parametry.

PEU\_U04 Student potrafi zinterpretować uzyskane rezultaty dla praktycznych problemów optymalizacyjnych pojawiających się w sterowaniu i robotyce.

Z zakresu kompetencji społecznych:

#### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1	Optymalizacja - model matematyczny i klasyfikacja zadań optymalizacji. Przykłady zastosowań w sterowaniu i robotyce.	1
2	Programowanie liniowe. Interpretacja geometryczna. Algorytm Sympleks. Dualność w programowaniu liniowym.	4
3	Programowanie całkowitoliczbowe. Metoda podziału i ograniczeń. Mieszane problemy optymalizacji liniowej.	2
4	Optymalizacja sieciowa. Problem największego przesyłu. Problem najkrótszej ścieżki.	2
5	Metody iteracyjne lokalnej optymalizacji nieliniowej bez i z ograniczeniami. Metody gradientowe. Metoda rzutowania gradientu.	2
6	Przykłady algorytmów heurystycznych i ewolucyjnych w optymalizacji.	2
7	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
1	Formułowanie praktycznych problemów z zakresy sterowania i robotyki jako problemów optymalizacyjnych. Podstawowe kryteria optymalności.	2
2	Programowanie liniowe. Algorytm sympleks. Praktyczne zastosowania programowania liniowego.	4
3	Programowanie całkowitoliczbowe. Praktyczne zastosowania.	2
4	Optymalizacja sieciowa.	3
5	Iteracyjne metody optymalizacji nieliniowej. Wybór parametrów metod.	2
6	Dobieranie metod optymalizacji do praktycznych problemów.	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>Ćwiczenia</p> <p>konsultacje</p> <p>praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego</p> <p>praca własna - opracowanie zadań domowych</p>

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	końcowe kolokwium pisemne
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U04	Ocena pracy na ćwiczeniach oraz wykonanych zadań domowych
P = 0.5*F1 + 0.5*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <p>S.P. Bradley, A.C. Hax, T.L. Magnanti, Applied Mathematical Programming, Addison-Wesley Publishing Company, 1977</p> <p>M. Minoux, Mathematical programming - Theory and algorithms, J. Wiley &amp; Sons, 2008.</p> <p>F.S. Hillier and G.J. Lieberman, Introduction to Operations Research, McGraw-Hill, New York, 1995.</p> <p>H.P. Williams, Model Building in Mathematical Programming, J. Wiley &amp; Sons, Chichester, UK, 1990.</p> <p>R. Fletcher, Practical methods of optimization, J. Wiley &amp; Sons, 2000.</p> <p>G.L. Nemhauser and L.A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, J. Wiley &amp; Sons, New York, 1988.</p> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p>

A. Ruszczyński, Nonlinear optimization, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2006.  
S. Boyd, L. Vanderberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.  
D.P. Bertsekas, Nonlinear Programming, Athena Scientific, Belmont, MA, 1999.

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

Dr inż. Piotr Więcek (Piotr.wiecek@pwr.edu.pl)

## 8.14 AREA00117 Sensory i siłowniki

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sensory i siłowniki</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Sensor and Actuators</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00117</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)	15		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Nie są wymagane w odniesieniu do innych umiejętności nabytych w trakcie kursów na II stopniu

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

- C1 Zrozumienie fizycznych zasad działania podstawowych sensorów wykorzystywanych w robotyce.
- C2 Zdobycie wiedzy o budowie podstawowych sensorów stosowanych w robotyce.
- C3 Nauka konstrukcji podstawowych układów elektronicznych stosowanych w systemach pomiarowych.
- C4 Nauka przetwarzania danych otrzymywanych z wybranych sensorów.
- C5 Nauka o podstawowych elementach wykonawczych stosowanych w robotyce.
- C6 Przekazanie wiedzy o ograniczeniach dotyczących użycia sensorów.

#### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna potrzeby zastosowania sensorów dla wybranych zastosowań

PEU\_W02 zna podstawy fizyczne działania najważniejszych czujników stosowanych w robotyce

PEU\_W03 rozumie zasady konstrukcji podstawowych czujników stosowanych w robotyce

PEU\_W04 rozumie zasady działania podstawowych układów stosowanych w systemach pomiarowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 student potrafi zinterpretować dane otrzymywane z podstawowych sensorów stosowanych w robotyce

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę samokształcenia i rozwoju własnych umiejętności dla nieskrępowanego użycia swojej wiedzy i kompetencji.

#### **TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Wprowadzenie: program kursu, wymagania, literatura. Podstawowe koncepcje i zagadnienia, Przegląd sensorów stosowanych w robotyce	1
2	Siłowniki i czujniki proprioceptywne - przetworniki położenia i prędkości, enkodery, resolwery i inne	2
3	Sensory siły i momentu siły	2
4	Sensory inercyjne	2
5	Algorytmy fuzji danych i przetwarzania danych. Przykłady zastosowania metod dla sensorów inercyjnych	2
6	Zaawansowane systemy dalmierzy ultradźwiękowych	2
7	Dalmierze optyczne i laserowe	2
8	Systemy wizyjne i kamery 3D	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Wprowadzenie: program laboratorium, wymagania, literatura	1
2	Przetwornik liniowy różnicowo zmienny	2
3	Tensometr	2
4	Przetworniki temperaturowe	2

5	Pomiar poziomu cieczy	2
6	Czujniki bezwładnościowe	2
7	Dalmierze ultradźwiękowe	2
8	Skanywanie z wykorzystaniem światła strukturalnego	2
	Suma godzin	15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>zajęcia laboratoryjne</p> <p>Konsultacje</p> <p>praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego</p>
--

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W04	Pisemne kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01	Ocena wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
P = 0.6*F1 + 0.4*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

B. Siciliano, et. al., Robotics – Modelling, Planning and Control, Springer-Verlag London Limited, 2009

E. Gaura, R. Newman, Smart MEMS and Sensor Systems, Imperial College Press, 2006

J. Fraden, Handbook of Modern Sensors – Physics, Design, and Applications, Springer-Verlag, 2004

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

notatki z wykładu

materiały internetowe

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

Bogdan Kreczmer, bogdan.kreczmer@pwr.edu.pl
---

## 8.15 AREA00116 Systemy wbudowane

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Systemy wbudowane</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Embedded Systems</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00116</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1.5		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
brak

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

- C1 Zdobycie wiedzy na temat funkcjonalnych bloków w mikrokontrolerów
- C2 Zdobycie wiedzy na temat metod projektowania oprogramowania systemów wbudowanych
- C3 Zdobycie wiedzy na temat zasad funkcjonowania i struktury systemów wbudowanych
- C4 Zdobycie umiejętności w korzystaniu z narzędzi programistycznych dla systemów wbudowanych

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 zdolność do opisu modułów mikrokontrolera stosowanych w sterownikach wbudowanych
- PEU\_W02 zdolność do podsumowania metod programowania i debugowania systemów wbudowanych
- PEU\_W03 zdolność do wyjaśnienia zasady działania i struktury kontrolerów wbudowanych

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Umiejętność korzystania z narzędzi programistycznych dla mikrokontrolerów

Z zakresu kompetencji społecznych:

#### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1-2	Wprowadzenie do mikroprocesorów, mikrokontrolerów i systemów wbudowanych	4
3	Debugowanie systemów wbudowanych. Narzędzia, techniki.	2
4-5	Digital Signal Processing - obszary zastosowań, algorytmy, sprzęt	4
6-7	Interfejsy w systemach	4
8	Kolokwium	2
9-10	Internet przedmiotów - idea, protokoły, narzędzia	4
11	Protokoły przemysłowe: EtherCAT, PowerLink, Profinet, Sercos, CANopen	2
12-13	RTOS w systemach wbudowanych: FreeRTOS, Linux	4
14-15	FPGA - wprowadzenie	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
1	Wprowadzenie	2
2,3	Narzędzia do tworzenia oprogramowania dla systemów wbudowanych	4
4,5,6	Podstawowe techniki programowania systemów wbudowanych	6
7,8	Przetwarzanie sygnału cyfrowego	4
9,10	Implementacja stosu Ethernet	4
11,12	Przykłady realizacji RTOS	4
13,14	Przykłady programowania FPGA	4
15	Test końcowy	2
	Suma godzin	30



**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora  
konsultacje  
praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego  
praca własna - opracowanie do zajęć laboratoryjnych

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	zaliczenie
F2	PEU_U01	dyskusje, pisemne sprawozdania
P = 0.8*F1 + 0.2*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

Furber S., „ARM System On-Chip Architecture,” Pearsons Educated Limited, 2000  
Franklin M., „Network Processor Design: Issues and Practices,” Elsevier, 2003  
Yui J., „The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3,” Newnes, 2007  
Thomas Braunl, Embedded Robotics, Springer 2003, 2006  
Kirk Zurell, C Programming for Embedded Systems, Taylor & Francis 2000

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

Architecture and Programming of PSoC Microcontrollers, ”<http://www.easypsoc.com/book/>”  
Lane J., „DSP Filter Cookbook,” Prompt, 2008  
Webpages: [www.atmel.com](http://www.atmel.com), [www.ti.com](http://www.ti.com), [www.arm.com](http://www.arm.com), [www.analog.com](http://www.analog.com)

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

Grzegorz Budzyń, [Grzegorz.budzyn@pwr.edu.pl](mailto:Grzegorz.budzyn@pwr.edu.pl)

## 8.16 AREA00113 Planowanie zadań i ruchu

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Planowanie zadań i ruchu</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Task and Motion Planning</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00113</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				30
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2				0.5

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Brak

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

- C1 nabycie wiedzy o czynnikach wpływających na sformułowanie i rozwiązanie zadań planowania
- C2 nabycie umiejętności właściwego doboru metody do danego zadania
- C3 zdobycie wiedzy o wybranych metodach planowania ruchu dla różnych środowisk i modeli robotów
- C4 zdobycie zaawansowanej wiedzy, korzystając z literatury przedmiotu, dotyczącej zastosowań metod planowania zadań i ruchu

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 posiada wiedzę matematyczną wraz z terminologią robotyczną niezbędną do formułowania zadań planowania ruchu

PEU\_W02 zna elementy składowe zadań planowania ruchu

PEU\_W03 posiada wiedzę o technikach planowania ruchu manipulatorów

PEU\_W04 posiada wiedzę o nieklasycznych metodach planowania ruchu

PEU\_W05 posiada wiedzę o zastosowaniach klasycznych metod sterowania optymalnego w wybranych zadaniach planowania ruchu

PEU\_W06 zna wybrane metody planowania dla modeli wykazujących szczególne własności

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi umiejscowić zadania planowania wśród zadań robotyki

PEU\_U02 potrafi dobrać metodę dla zadanego problemu planowania korzystając z własności modelu i pożądanymi własnościami rozwiązania

PEU\_U03 potrafi zaproponować planer akcji dla zadania antagonistycznego i nieantagonistycznego

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 ma świadomość znaczenia wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1	Terminologia i klasyfikacja zadań planowania ruchu i akcji robotów.	2
2	Reprezentacja stanu, przestrzeni i przeszkód. Miary odległości między obiektami	2
3	Metody interpolacyjne i aproksymacyjne planowania ruchu	2
4	Planowanie bazujące na algorytmie Newtona.	2
5,6	Zastosowanie metod sterowania optymalnego w planowaniu ruchu.	4
7	Metody planowania bazujące na próbkowaniu przestrzeni	2
8	Kombinatoryczne metody planowania.	2
9,10	Wybrane metody analityczne planowania ruchu z ograniczeniami różniczkowymi.	4
11,12	Planowanie akcji w grze z przeciwnikiem lub naturą.	4
13	Metody planowania ruchu inspirowane biologicznie.	2
14	Planowanie ruchu układów wieloagentowych.	2
15	Podsumowanie wykładu.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - seminarium	Liczba godzin

1	Prezentacja proponowanych zagadnień seminaryjnych. Wybór przez studentów konkretnego zagadnienia	2
2-7	Referowanie i prezentowanie przygotowanych zagadnień dotyczących szeroko pojętych zadań planowania	12
8	Podsumowanie i ewaluacja prezentacji	1
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>konsultacje</p> <p>praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do seminarium</p> <p>dyskurs seminaryjny</p>	

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W06 PEU_U01 ÷ PEU_U06 PEU_K01	aktywność podczas wykładu
F2	PEU_W01 ÷ PEU_W06 PEU_U01 ÷ PEU_U06 PEU_K01	pisemne kolokwium zaliczeniowe
F3	PEU_W01 ÷ PEU_W06 PEU_U01 ÷ PEU_U06 PEU_K01	przygotowanie i wygłoszenie seminarium, dyskusje
$P = 0.1 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2 + 0.4 \cdot F3$ (do zaliczenia kursu zarówno F2 jak i F3 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <p>S. LaValle, Planning Algorithms, Cambridge Univ. Press., 2006.</p> <p>J.C. Latombe "Robot motion planning" Kluwer, Boston, 1993</p> <p><b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b></p> <p>materiały międzynarodowych konferencji poświęconych robotyce (MMAR, ICRA, IROS). artykuły z czasopism: Int. Journ. of Rob. Research, Trans. on Robotics, Robotica, i inne</p> <p>materiały internetowe</p>

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

Ignacy Duleba, ignacy.duleba@pwr.edu.pl
---

## 8.17 AREA00109 Seminarium dyplomowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium dyplomowe</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Diploma Seminar</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00109</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					3
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					3
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1.5

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
BRAK

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

C1 Nauczenie się korzystania z różnych źródeł wiedzy adekwatnych do podejmowanych przedsięwzięć badawczych
C2 Nauczenie się przygotowywania prezentacji przedstawiających w czytelny sposób idee, pojęcia i wyniki badań
C3 Zdobywanie umiejętności dyskusji i argumentacji naukowej
C4 Wykształcenie umiejętności przedstawiania własnych osiągnięć w formie pisanej

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>
Z zakresu wiedzy:
Z zakresu umiejętności:
PEU_U01 potrafi przygotować prezentację multimedialną własnych osiągnięć
PEU_U02 potrafi argumentować na rzecz swoich idei i rozwiązań
PEU_U03 potrafi krytycznie oceniać osiągnięcia własne i innych
Z zakresu kompetencji społecznych:

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Zasady przygotowania i redakcji pracy dyplomowej	2
2	Przegląd współczesnej literatury z dziedziny robotyki adekwatnej do pracy dyplomowej	8
3	Dyskusja na temat źródeł literaturowych do pracy dyplomowej ze szczególnym uwzględnieniem przyjętych założeń i proponowanych metod badawczych	6
4	Prezentacja i ocena wyników uzyskanych w pracy dyplomowej.	14
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
prezentacja multimedialna dyskusja naukowa praca własna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01	Prezentacja
F2	PEU_U02, PEU_U03	Dyskusja
$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$ (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

Springer Handbook of Robotics, Springer, wyd. I 2008, wyd. II 2016
--

Literatura zalecona do realizacji pracy dyplomowej
--

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

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

Krzysztof Tchoń, krzysztof.tchon@pwr.edu.pl
---



## 8.18 AREA00108 Seminarium specjalnościowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Seminarium specjalnościowe</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Specialization seminar</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00108</b>
Grupa kursów: <b>NIE</b>

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

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Brak

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

C1	Nabywanie wiedzy o najnowszych osiągnięciach w dziedzinach Systemów Wbudowanych, Inżynierii Sterowania i Robotyki
C2	Zdobycie umiejętności studiowania literatury naukowo-technicznej i dokonywania syntezy zebranej informacji.
C3	Zdobycie umiejętności przygotowania i wygłoszenia seminarium.
C4	Zdobycie umiejętności konstruktywnego uczestnictwa w dyskusji na tematy naukowe i techniczne.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>	
Z zakresu wiedzy: PEU_W01 Jest świadomy najnowszych osiągnięć w dziedzinie.	
Z zakresu umiejętności: PEU_U01 Potrafi przygotować i wygłosić naukowo-techniczne seminarium przy użyciu tradycyjnych i elektronicznych środków audiowizualnych. PEU_U02 Potrafi przewodniczyć i brać udział w dyskusji naukowo-technicznej.	
Z zakresu kompetencji społecznych:	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
1	Prezentacja zakresu tematycznego seminarium, źródeł materiałów i zasad przygotowania oraz wygłaszania seminarium	2
2	Dyskusja nad propozycjami tematów poszczególnych studentów, ich akceptacja i ustalenie harmonogramu.	2
3 ÷ 15	Indywidualne prezentacje i dyskusja nad ich tematyką	26
Suma godzin		30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
prezentacja multimedialna dyskusja praca własna -

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01	Prezentacja
F2	PEU_U02	Dyskusja
P = 0.7*F1 + 0.3*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
-------------------------------

IEEE Robotics & Automation Magazine
-------------------------------------

IEEE Transactions on Robotics
-------------------------------

IEEE Transactions on Robotics
-------------------------------

<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>
----------------------------------

Thomas Braunl, Embedded Robotics, .Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008
---

Książki i pisma z dziedziny dostępne w formie elektronicznej w CWiINT na P.Wr.
--

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

Elżbieta Roszkowska, elzbieta.roszkowska@pwr.edu.pl
---

## 8.19 AREA00106 Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<b>Wydział Elektroniki</b>
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Artificial Intelligence and Machine Learning</b>
Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>
Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu: <b>AREA00106</b>
Grupa kursów: <b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			90	
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)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2			3	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
wymagana podstawowa znajomość matematyki (algebra, logika) wymagana dobra umiejętność programowania

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
------------------------

- C1 Ogólne zrozumienie zagadnień reprezentacji wiedzy, wnioskowania i maszynowego uczenia.
- C2 Nabycie wiedzy o wykorzystaniu heurystyk w rozwiązywaniu problemów.
- C3 Nabycie wiedzy o wykorzystaniu języka logiki i dowodzenia twierdzeń we wnioskowaniu.
- C4 Nabycie wiedzy o wykorzystaniu rachunku prawdopodobieństwa, reguły Bayesa, oraz o procesach Markowa i metodach sekwencyjnego podejmowania decyzji.
- C5 Nabycie wiedzy o metodach uczenia się indukcyjnego i ze wzmocnieniem.
- C6 Nabycie praktycznej umiejętności tworzenia abstrakcyjnej reprezentacji problemów praktycznych, i wykorzystania jednego z istniejących paradygmatów formalnych do jego rozwiązania.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 rozumie pojęcie sztucznej inteligencji, reprezentacji wiedzy i wnioskowania

PEU\_W02 zna metody przeszukiwania i użycia heurystyk w rozwiązywaniu problemów

PEU\_W03 rozumie użycie języka logiki matematycznej do opisu problemów, i znacznie niepewności reprezentacji

PEU\_W04 rozumie użycie prawdopodobieństwa do opisu problemów, oraz procesy decyzyjne Markowa i podstawowe algorytmy ich rozwiązywania

PEU\_W05 zna podstawowe metody uczenia maszynowego indukcyjne i ze wzmocnieniem

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi tworzyć abstrakcyjne opisy trudnych problemów praktycznych i implementować ich rozwiązywania wykorzystując algorytmy sztucznej inteligencji i maszynowego uczenia

Z zakresu kompetencji społecznych:

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1	Wstęp: program, wymagania, literatura. Podstawowe pojęcia i zagadnienia. Pojęcie sztucznej inteligencji. Test Turinga. Mocna i słaba sztuczna inteligencja. Reprezentacja wiedzy. Uczenie maszynowe. Historia	2
2	Reprezentacja w przestrzeni stanów. Przeszukiwanie. Strategie zachłanne. Wykorzystanie informacji heurystycznej. Przeszukiwanie na grafach. Algorytm A*. Własności. Tworzenie heurystyk.	2
3	Zagadnienie spełniania więzów CSP. Spójność łukowa. Podstawowe algorytmy. Przeszukiwanie dla gier dwuosobowych. Algorytm minimax. Metoda odcięć alfa-beta. Uogólnienia minimaksu.	2
4	Reprezentacja oparta na logice. Dowodzenie twierdzeń i wnioskowanie.	2
5	Programowanie logiczne w Prologu. Wykorzystanie informacji niepewnej i niepełnej. Logiki niemonotoniczne.	2
6	Reprezentacja probabilistyczna. Prawdopodobieństwo warunkowe. Reguła Bayesa. Probabilistyczne sieci przekonań.	2
7	Podstawy podejmowania decyzji. Funkcje użyteczności. Sieci decyzyjne. Wartość informacji.	2
8	Sekwencyjne problemy decyzyjne. Procesy decyzyjne Markowa. Programowanie dynamiczne. Algorytmy iteracji wartości i iteracji polityki.	2

9	Uczenie ze wzmocnieniem. Podstawowe algorytmy. Eksploracja. Aproksymacja funkcji.	2
10	Wprowadzenie do uczenia indukcyjnego. Uczenie drzew decyzyjnych. Entropia i zysk informacji. Warunek stopu i przycinanie. Binarne drzewa decyzyjne.	2
11	Efektywność indukcyjnego uczenia maszyn. Testowanie i miary błędów. Walidacja krzyżowa. Wykrywanie niedouczenia i przeuczenia.	2
12	Metoda Naiwnego Klasyfikatora Bayesowskiego. NBC dla zmiennych ciągłych. Regresja logistyczna. Regularyzacja.	2
13	Metoda najbliższych sąsiadów. Główne zagadnienia automatycznej klasyfikacji: inżynieria cech, kłątwa wymiarowości, ensemble learning.	2
14	Sztuczne sieci neuronowe. Perceptron wielowarstwowy. Metoda wstecznej propagacji błędów. Modele uczenia głębokiego. Sieci konwolucyjne.	2
15	Uczenie nienadzorowane: algorytm k-means, algorytm EM, hierarchiczna analiza skupień. Redukcja wymiaru: algorytm PCA.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
1÷6	Seria sześciu miniprojektów indywidualnych związanych z zagadnieniami omawianymi w ramach wykładu: przeszukiwania heurystycznego, programowania logicznego, reprezentacji probabilistycznych, metod uczenia maszynowego indukcyjnego i ze wzmocnieniem.	30
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>prezentacje on-line w trakcie wykładu</p> <p>zajęcia projektowe</p> <p>konsultacje</p> <p>praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego</p> <p>praca własna - opracowanie projektów</p> <p>portal zdalnej edukacji PWr <a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a></p>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W05	końcowe kolokwium pisemne
F2	PEU_U01	ocena wykonanych ćwiczeń projektowych
P = 0.4*F1 + 0.6*F2 (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>

S.J.Russell, P.Norvig, Artificial Intelligence A Modern Approach (3rd Ed.), Prentice-Hall, 2010  
P.Cichosz, Systemy uczące się, WNT, Warszawa 2000

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

notatki z wykładu

materiały internetowe

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

Witold Paluszyński, witold.paluszynski@pwr.edu.pl

## 8.20 AREA00103 Robotyczne środowiska programistyczne

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Wydział Elektroniki</b></p> <p><b>KARTA PRZEDMIOTU</b></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Robotyczne środowiska programistyczne</b>  Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Robotic Programming Environments</b>  Kierunek studiów: <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specjalność: <b>Embedded Robotics</b>  Poziom i forma studiów: <b>II stopień, stacjonarna</b>  Rodzaj przedmiotu: <b>wybieralny</b>  Kod przedmiotu: <b>AREA00103</b>  Grupa kursów: <b>TAK</b></p>
---

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.5		1.5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
Brak

CELE PRZEDMIOTU
-----------------



- C1 Zdobyć wiedzę na temat metody projektowania zorientowanego na komponenty
- C2 Zdobyć wiedzę na temat rozproszonych systemów sterowania
- C3 Zdobyć wiedzę o protokołach komunikacji
- C4 Poznanie wybranych robotycznych środowisk programistycznych
- C5 Poznanie wybranych robotycznych środowisk symulacyjnych
- C6 Poznanie wybranych bibliotek programistycznych wspomagających tworzenie systemów sterowania

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 zna postawy metody projektowania zorientowanej na komponenty
- PEU\_W02 zna podstawy projektowania rozproszonych systemów sterowania
- PEU\_W03 zna podstawowe protokoły komunikacji stosowane w systemach rozproszonych
- PEU\_W04 zna wybrane robotyczne środowiska programistyczne  
zna wybrane robotyczne środowiska symulacyjne  
zna wybrane biblioteki programistyczne wspomagające

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 potrafi projektować i implementować rozproszone heterogeniczne systemy sterowania
- PEU\_U02 potrafi dekomponować złożone systemy, definiować komponenty i interfejsy
- PEU\_U03 potrafi tworzyć rozproszone, przenośne aplikacje, zdolne do działania na wielu platformach sprzętowych
- PEU\_U04 potrafi posługiwać się dostępnymi robotycznymi środowiskami programistycznymi w celu implementacji złożonych rozproszonych systemów sterowania dla robotów autonomicznych
- PEU\_U05 potrafi posługiwać się dostępnymi robotycznymi środowiskami symulacyjnymi - w celu modelowania robota i jego środowiska
- PEU\_U06 potrafi posługiwać się dostępnymi bibliotekami programistycznymi w celu rozwiązywania równań różniczkowych, optymalizacji, sterowania predykcyjnego, planowania ruchu

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 rozumie konieczność samokształcenia oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
1	Robotyczne środowiska programistyczne – wprowadzenie	1
2	Podjęcie zorientowane na komponenty w projektowaniu rozproszonych systemów sterowania	1
3	Protokoły komunikacji	1
4	Struktura ramowa OROCOS	3
5	Struktura ramowa ROS	4
6	Środowiska symulacyjne	2
7	Biblioteki matematyczne (algebra, ODE)	1
8	Biblioteki programistyczne do optymalizacji i sterowania predykcyjnego	1
9	Biblioteki programistyczne do planowania ruchu	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
1	Wprowadzenie, szkolenie BHP, przygotowanie środowiska pracy	2
2	Modelowanie zorientowane na komponenty	2
3	Komunikacja w systemach rozproszonych	2
4	Wprowadzanie do OROCOS	2
5	Projektowanie komponentu w OROCOS	2
6	Implementacja systemu rozproszonego w OROCOS	2
7	Wprowadzenie do ROS	2
8	Projektowanie komponentu w ROS	2
9	Implementacja systemu rozproszonego w ROS	2
10	Integracja ROS i OROCOS	2
11	Wprowadzenie do środowiska symulacyjnego	2
12	Integracja środowiska symulacyjnego z ROS/OROCOS	2
13	Rozwiązywanie układów równań: liniowych, nieliniowych, różniczkowych z wykorzystaniem bibliotek programistycznych	2
14	Wprowadzenie do optymalizacji i sterowania predykcyjnego	2
15	Wprowadzenie do <i>ROS Navigation Stack</i>	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>wykład tradycyjny z wykorzystaniem wideoprojektora</p> <p>zajęcia laboratoryjne</p> <p>konsultacje</p> <p>praca własna - przygotowanie do zajęć laboratoryjnych</p> <p>praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego</p> <p>praca własna - studia literaturowe</p>

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F - formująca (w trakcie semestru), P - podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W06 PEU_K01	Pisemne kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U06	ocena wykonanych ćwiczeń projektowych
$P = 0.4 \cdot F1 + 0.6 \cdot F2$ (do zaliczenia kursu zarówno F1 jak i F2 muszą być ocenami pozytywnymi)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>

R. Simmons, D. Kortencamp, D. Brugali. Robotics Systems Architectures and Programming, Handbook of Robotics IIed. , Springer 2013

R. Bischoff, T. Guhl, E. Prassler, W. Nowak, G. Kraetzschmar, H. Bruyninckx, P. Soetens, M. Haegele, A. Pott, P. Breedveld, J. Broenink, D. Brugali and N. Tomatis. BRICS Best practice in robotics. In Proc. of the IFR International Symposium on Robotics (ISR 2010), June 2010, Munich, Germany.

R. Patrick Goebel, „ROS By Example FUERTE - Volume 1”, 2012

R. Patrick Goebel, „ROS By Example GROOVY - Volume 1”, 2013

**LITERATURA UZUPELNIAJĄCA:**

Houska, B., Ferreau, H. J., Diehl, M.: ACADO Toolkit - An Open-Source Framework for Automatic Control and Dynamic Optimization. Optimal Control Methods and Application 32, 298-312 (2011)

D. Brugali and P. Scandurra. Component-based Robotic Engineering. Part I: Reusable building blocks. In IEEE Robotics and Automation Magazine, December 2009.

D. Brugali and A. Shakhimardanov. Component-based Robotic Engineering. Part II: Models and systems. In IEEE Robotics and Automation Magazine, March 2010.

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

Mariusz Janiak, mariusz.janiak@pwr.edu.pl

# **Karty przedmiotów kierunkowych i specjalnościowych**

## **Kierunek Automatyka i Robotyka Studia Stacjonarne II stopnia**

obowiązujące studentów rozpoczynających studia

w roku akademickim 2020/2021

# Spis treści

<b>1</b>	<b>KURSY KIERUNKOWE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Kursy specjalnościowe Embedded Robotics (AER)</b>	<b>4</b>
2.1	AREA00116 Systemy wbudowane . . . . .	5
2.2	AREA00006 Logika stosowana . . . . .	8
2.3	AREU00007 Control Theory . . . . .	11
2.4	AREA17107 Intermediate project . . . . .	16
2.5	AREA17105 . . . . .	19
2.6	AREA17002 Mathematical methods of automation and robotics . . . . .	23
2.7	AREA15004 Modeling and identification . . . . .	27
2.8	AREA119 Mobile robotics 1 . . . . .	31
2.9	AREA00124 Advanced Robot Control . . . . .	34
2.10	AREA00123 Mobile robotics 2 . . . . .	37
2.11	AREA00121 Control Theory for Embedded Systems . . . . .	40
2.12	AREA00120 Social Robots . . . . .	44
2.13	AREA00118 Theory and Methods of Optimization . . . . .	47
2.14	AREA00117 Sensor and Actuators . . . . .	51
2.15	AREA00116 Embedded Systems . . . . .	54
2.16	AREA00113 Task and Motion Planning . . . . .	57
2.17	AREA00109 Diploma Seminar . . . . .	61
2.18	AREA00108 Specialization seminar . . . . .	64
2.19	AREA00106 Artificial Intelligence and Machine Learning . . . . .	67
2.20	AREA00103 Robotic Programming Environments . . . . .	71

## **1 KURSY KIERUNKOWE**

# **KURSY KIERUNKOWE**

**2 Kursy specjalnościowe Embedded Robotics (AER)**

**KURSY**

**SPECJALNOŚCIOWE**

**Embedded Robotics (AER)**

## 2.1 AREA00116 Systemy wbudowane

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Systemy wbudowane</b>  Name of subject in English: <b>Embedded Systems</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>obligatory</b>  Subject code: <b>AREA00116</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
--

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		90		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical classes (P)			1.5		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
none

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



- C1 Gaining knowledge about functional blocks in microcontrollers
- C2 Gaining knowledge about the methods of software design embedded systems
- C3 Acquiring knowledge on the principles of functioning and structure of embedded systems
- C4 Acquiring skills in using programming tools for embedded systems

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 ability to describe microcontroller modules used in embedded controllers

PEU\_W02 ability to summarize the methods of programming and debugging embedded systems

PEU\_W03 ability to explain the principles of operation and structure of embedded controllers

relating to skills:

PEU\_U01 Ability to use programming tools for microcontrollers

relating to social competences:

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
1-2	Introduction to microprocessors, microcontrollers and embedded systems	4
3	Debugging embedded systems. Tools, techniques.	2
4-5	Digital Signal Processing - application areas, algorithms, equipment	4
6-7	Interfaces in embedded systems	4
8	Midsemester test	2
9-10	Internet of things - idea, protocols, tools	4
11	Industrial protocols: EtherCAT, PowerLink, Profinet, Sercos, CANopen	2
12-13	RTOS in embedded systems: FreeRTOS, Linux	4
14-15	FPGA - introduction	4
	Total hours	30

Laboratory		Number of hours
1	Introduction	2
2,3	Tools for embedded systems	4
4,5,6	Basic technics of programming embedded systems	6
7,8	Processing digital signals	4
9,10	Implementation of the Ethernet stack	4
11,12	Examples of RTOS implementation	4
13,14	Examples of FPGA programming	4
15	Final exam	2
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
traditional lecture using video projector office hours independent work - self study and preparation for the final exam independent work - preparation for the laboratory classes

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	The final written exam
F2	PEU_U01	evaluation of the project assignments
C = 0,8*F1 + 0,2*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b>            Furber S., „ARM System On-Chip Architecture,” Pearsons Educated Limited, 2000            Franklin M., „Network Processor Design: Issues and Practices,” Elsevier, 2003            Yui J., „The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3,” Newnes, 2007            Thomas Braunl, Embedded Robotics, Springer 2003, 2006            Kirk Zurell, C Programming for Embedded Systems, Taylor &amp; Francis 2000</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b>            Architecture and Programming of PSoC Microcontrollers,”<a href="http://www.easypsoc.com/book/">http://www.easypsoc.com/book/</a>”            Lane J., „DSP Filter Cookbook,” Prompt, 2008            Webpages: <a href="http://www.atmel.com">www.atmel.com</a>, <a href="http://www.ti.com">www.ti.com</a>, <a href="http://www.arm.com">www.arm.com</a>, <a href="http://www.analog.com">www.analog.com</a></p>

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
Grzegorz Budzyń, <a href="mailto:Grzegorz.budzyn@pwr.edu.pl">Grzegorz.budzyn@pwr.edu.pl</a>

## 2.2 AREA00006 Logika stosowana

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Logika stosowana</b>  Name of subject in English: <b>Applied logic</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>obligatory</b>  Subject code: <b>AREA00006</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
--

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	30	30			
Form of crediting	Crediting with grade	Crediting with grade			
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical classes (P)		1			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	3				

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
Basics of Propositional Calculus and Finite Automaton

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

- C1 Presenting the basics of modal logic, especially Linear Temporal Logic. Defining Büchi automata and showing their relationship with automatic verification.
- C2 Getting practical skills connected to basic methods of modal logic, LTL and Büchi automata.
- C3 Promela and Spin.

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 know the resolution method in propositional calculus

PEU\_W02 know basic notion and properties of LTL logic

PEU\_W03 know the notion of Buchi automaton and its connection with LTL formulas

PEU\_W04 can model properties of discrete systems in formal languages

relating to skills:

PEU\_U01 can prove basic tautologies of modal logic and LTL

PEU\_U02 can transform LTL-sentence into Büchi automaton

PEU\_U03 can model basic properties of protocols in LTL

PEU\_U04 can model simple protocols in Spin

relating to social competences:

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
1	Valuations, tautologies, consistency.	1
2	Deductive systems. Completeness of resolution.	1
3	Normal form of formulas and the P=NP problem.	1
4	Modal logics and Kripke models.	2
5	Linear Temporal Logic	1
6	Finite automata and regular languages.	1
7	Büchi automata.	1
8	$\omega$ -regular languages.	1
9	Modeling LTL formulas via Büchi automata.	1
10	Discrete systems	1
11	Automatic verification.	1
12	Promela language and SPIN.	1
	Total hours	13

Exercise		Number of hours
1	Propositional Calculus. Resolution.	2
2	Modal logics and Kripke models.	2
3	Linear Temporal Logic.	2

4	Büchi automaton.	2
5	$\omega$ -regular languages.	2
6	Modeling LTL formulas via Büchi automaton.	2
7	Promela and Spin.	3
	Total hours	15

**TEACHING TOOLS USED**

traditional lecture using video projector  
independent work - self study and preparation for the final exam  
Students self-work with dedicated software

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	final written exam
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U03	Evaluation of small tasks during the semester
C = 0,6*F1 + 0,4*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

W. Rautenberg, A Concise Introduction to Mathematical Logic, Springer, 2009  
M. Ben-Ari, Principles of the Spin Model Checker, Springer, 2008

**SECONDARY LITERATURE:**

<http://spinroot.com/>  
G. J. Holzmann, The SPIN Model Checker: Primer and Reference Manual

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

Szymon Żeberski, [szymon.zeberski@pwr.edu.pl](mailto:szymon.zeberski@pwr.edu.pl)

## 2.3 AREU00007 Control Theory

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

**Faculty of Electronics**

### SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: **Teoria sterowania**

Name of subject in English: **Control Theory**

Main field of study (if applicable): **Automatyka i Robotyka**

Specialization (if applicable): **AER**

Profile: **academic**

Level and form of studies: **II**

Kind of subject: **O**

Subject code: **AREU00007**

Group of courses: **T**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30	15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	60	60		
Form of crediting	E	Z	Z		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	6				
including number of ECTS points for practical classes (P)		3	2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2	2	1		

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

None

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Gaining knowledge on development and analysis of state space representations for linear dynamical systems.
- C2 Gaining knowledge on a pole placement state feedback control, observers and dynamic compensators.
- C3 Gaining knowledge on requirements for optimal control methods of dynamic systems and linear quadratic control. Gaining knowledge on uncertainty models and robust control systems.
- C4 Gaining knowledge on uncertainty models and robust control systems.
- C5 Gaining knowledge on  $H_\infty$  control.

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 He/She knows the principles of developing of state space representations for linear systems, techniques for obtaining their equivalent forms and fundamental concepts for their analysis, including: controllability, stabilizability, observability,

PEU\_W02 He/She knows the necessary and sufficient conditions for existence of a pole placement state feedback controller, an observer and a dynamic compensator, and methods of designing of the control subsystems mentioned above.

PEU\_W03 He/She knows optimal control methods for nonlinear systems and a synthesis method for a linear quadratic controller.

PEU\_W04 He/She knows the concept of the basic perturbation model, the Small Gain Theorem, and the concepts of stability and performance robustness for feedback systems.

PEU\_W05 He/She knows the problem and the solution of state feedback  $H_\infty$  control and the underlying mathematical

relating to skills:

PEU\_U01 He/She is able to model linear dynamical systems by means of state space equations and use various controllability/stabilizability/observability/detectability tests to investigate some of their fundamental properties

PEU\_U02 He/She is able to design a dynamic compensator consisting of a pole placement state feedback controller and an observer.

PEU\_U03 He/She is able to design a linear quadratic controller and some other optimal control algorithms.

PEU\_U04 He/She is able to model an uncertainty (structured and unstructured) and formulate sufficient conditions for stability robustness of a control system.

PEU\_U05 He/She is able to design a state feedback  $H_\infty$  controller.

PEU\_U06 He/She is able to use a numerical computing environment (such as Matlab or Octave) for synthesis and analysis of control systems.

relating to social competences:

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
1	Outline of the History of Control Theory	2
2	A State Space Representation of a Linear Dynamical System	2
3	Controllability and Stabilizability	2
4	Equivalent Representations	2

5	Pole Placement by State Feedback, Stabilization	2
6	Observability	2
7	Observer and Dynamic Compensator	2
8	The Kalman Decomposition	2
9	Linear Quadratic Control	2
10	Signal and System Spaces	2
11	Uncertainty Models and Stability Robustness	2
12	System Algebra	2
13	$H_\infty$ Control	2
14	Pontryagin Maximum Principle	2
15	Bellman Optimality Principle	2
	Total hours	30

<b>Exercise</b>		<b>Number of hours</b>
1	Selected Problems in Mathematical Methods of Control Engineering and Robotics	2
2	Development of State Space Models for Selected Linear Systems	2
3	Calculation of $e^{At}$	2
4	Testing of Controllability and Stabilizability	2
5	Derivation and Application of Equivalent Representations	2
6	Designing of Pole Placement State Feedback Controllers	2
7	Testing Observability and Detectability	2
8	Designing of an Observer and a Dynamic Compensator	2
9	Designing LQ Controllers, Solving of Selected Algebraic Ricatti Equations	2
10	Calculation of Norms of Signals and systems	2
11	Development of a Basic Perturbation Model, Application of the Small Gain Theorem for Characterization of Stability Robustness	2
12	Selected Problems of a System Algebra	2
13	$H_\infty$ Control: Simple Examples	2
14	Optimal Control	2
15	Final Test	2
	Total hours	30

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
1	Introduction to Programming in Matlab (Octave). Selected Properties of Linear Dynamical Systems	3
2	Controllability and Observability	2
3	Stabilization of MIMO Linear Systems (observers and compensators)	2
4	Stabilization of a Double Pendulum	2
5	LQ Control	2
6	Robust Control	2



7	$H_\infty$ Control	2
	Total hours	15

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
traditional lecture using video projector exercise and laboratory classes office hours independent work - preparation for the laboratory classes independent work - developing the project distant education portal of the WrUST <a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a>

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W05	final written exam
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U05	Evaluation of active participation in classes, the final test
F3	PEU_U06	Reports on the completed tasks
$C = 0.34 * F1 + 0.33 * F2 + 0.33 * F3$ where F1, F2, F3 at least 3.0, otherwise C=2.0. (in order to pass the course, all F1, F2, F3 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b></p> <p>B. N. Datta, Numerical Methods for Linear Control Systems - Design and Analysis, 2004 Elsevier <a href="http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1920">http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1920</a></p> <p>T. Wescott, Applied Control Theory for Embedded Systems, Elsevier, 2006, <a href="http://www.knovel.com/web/portal/basic\_search/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1927">http://www.knovel.com/web/portal/basic\_search/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1927</a></p> <p>J. W. Polderman, J. C. Willems, Introduction to Mathematical Systems Theory: A Behavioural Approach, Springer-Verlag New York, 1998, <a href="https://www.springer.com/gp/book/9781475729559">https://www.springer.com/gp/book/9781475729559</a></p> <p>F. W. Fairman, Linear Control Theory: The State Space Approach, John Wiley &amp; Sons, 1998</p> <p>K. Zhou, J. C. Doyle, K. Glover, Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1996</p> <p>T. L. Vincent, W. J. Grantham, Nonlinear and Optimal Control Systems, John Wiley &amp; Sons, 1997</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b></p> <p>H. K. Khalil, Nonlinear Systems, Pearson Education International, 2002</p> <p>R. A. Freeman, P. A. Kokotović, Robust Nonlinear Control Design, State-Space and Lyapunov Techniques, Birkhäuser, 1996</p> <p>B. Shahian, M. Hassul, Control System Design Using Matlab, Englewood Cliffs, 1993</p> <p>The Mathworks. Matlab/Simulink software documentation, <a href="http://www.mathworks.com">http://www.mathworks.com</a></p>

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
--

Krzysztof Arent, [krzysztof.arent@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.arent@pwr.edu.pl)

## 2.4 AREA17107 Intermediate project

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Projekt przejściowy</b>  Name of subject in English: <b>Intermediate project</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA17107</b>  Group of courses: <b>NO</b></p>
--

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)				30	
Number of hours of total student workload (CNPS)				60	
Form of crediting				Crediting with grade	
For group of courses mark (X) final course				X	
Number of ECTS points				3	
including number of ECTS points for practical classes (P)				3	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)				1.5	

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
K2AIR_W04 K2AIR_W07 K2AIR_U08

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

- C1 Developing skills for researching and constructively analyzing the available literature.
- C2 Developing skills for formulating the goals, scope, requirements, and time schedule of the project.
- C3 Developing skills for designing the abstract architecture of the system.
- C4 Developing skills for implementing the given system structure under the supervision of the instructor, and in cooperation with another student.
- C5 Developing skills for writing and presenting the project documentation.

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

relating to skills:

PEU\_U01 can research the technical literature for the given problem

PEU\_U02 can state the goals, scope, requirements and time schedule for a project

PEU\_U03 can creatively implement a project in the broad area of embedded robotics

PEU\_U04 can document and present project results

relating to social competences:

### PROGRAMME CONTENT

Project		Number of hours
1	Proposal of an individual project in the broad area of embedded robotics systems and applications	4
2	Development of the first milestone of the project	6
3	Development of the second milestone of the project	6
4	Development of the final version of the project	6
5	Preparation of the project report	4
6	Presentation of the project outcome	4
	Total hours	30

### TEACHING TOOLS USED

project classes

Office Hours

independent work - developing the project

distant education portal of the WrUST <http://eportal.pwr.edu.pl/>

### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
--	------------------------	---

F1	PEU_U01 ÷ PEU_U03	Evaluation of the project execution and outcome
F2	PEU_U04	Evaluation of the report and project presentation
C = 0.7*F1 + 0.3*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b>  Handbook of robotics, II ed., Springer, 20013  Siciliano, et.al., Robotics - Modeling, Planning and Control, Springer, 2009  Thrun et.al. Probabilistic robotics. MIT, 2006  Bradski, Kaehler: Learning OpenCV, O'Reilly, 2008  Duda, Hart, Stork: Pattern Classification, Second Edition, Wiley 2000  LaValle, Planning Algorithms, Cambridge, 2006  Latombe, Robot motion planning, Kluwer, 1993  Tchoń et.al. Manipulatory i roboty mobilne. OW PLJ, 2000</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b>  Internet resources</p>

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
Witold Paluszynski, witold.paluszynski@pwr.edu.pl

## 2.5 AREA17105

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Sterowanie zdarzeniowe</b>  Name of subject in English: <b>Event-based Control</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA17105</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			60	
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 classes (P)				2	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1			2	

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

<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>
<p>C1 Acquirement of the basic knowledge of the Discrete Event System (DES) theory and its applications, including the concepts of formal languages, finite state automata, and Petri nets.</p> <p>C2 Acquirement of the ability to apply the theory of DES in the modeling of robotics and automation systems as well as the design and development of the supervisory control.</p>

<b>SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS</b>	
relating to knowledge:	
PEU_W01	understands the concept of discrete event system (DES) and event-based control;
PEU_W02	knows the basic formalisms for modeling discrete event systems: formal languages, finite state automata and Petri nets
PEU_W03	understands the idea of hybrid representation and control of complex systems
PEU_W04	understands the RAS (Resource Allocation System) paradigm and the RAS-based approach to the correct-by-construction supervisory control synthesis
relating to skills:	
PEU_U01	can create DES models of complex systems and develop supervisory control for them
relating to social competences:	

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
1	Introduction to discrete event systems (DES). Event-based control: a new modeling and control paradigm.	2
2	Formal models of DES behavior: languages and finite state automata.	2
3	Net models of DES: place/transition Petri net systems.	2
4	Algebraic representation of Petri nets.	2
5	High level Petri nets	2
6	Timed and stochastic Petri nets.	2
7	Resource Allocation Systems (RAS). RAS taxonomy.	2
8	Liveness enforcement. Automatic synthesis of formally correct supervisory control for RAS.	2
9	Liveness enforcement. Automatic synthesis of formally correct supervisory control for RAS.	2
10	Continuous and hybrid DES models. Hybrid control of complex systems	2
11	Job flow control in flexible manufacturing cells.	2
12	Supervisory control in AGV systems.	2
13	Traffic control in multiagent mobile systems.	2
14	Traffic control in multiagent mobile systems.	2
15	Control synthesis in health care systems: MRS scanner and patient flow system.	2
Total hours		30

<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
1	Presentation of the content and organization of the project class: team work, model construction and computer implementation of supervisory control for a	2
2	Partition of the class into project groups, discussion with each group their project assignment and presentation of the requested form of the initial form of the project description (problem, task list, schedule, responsible persons, project management, milestones, deliverables). Sign-in of students to e-portal.	2

3	Discussion with each particular group of their initial project description. Possible modification of the envisioned work.	2
4-6	Development of the DES model and control algorithms. Documentation in the form of intermediate reports associated with the assumed milestones. Evaluation of the reports by the teacher, discussion with the students, possible modification of further work.	6
7-12	Computer implementation of the control system. Documentation in the form of intermediate reports associated with the assumed milestones. Evaluation of the reports by the teacher, discussion with the students, possible modification of further work.	12
13-14	Preparation of the final report. Evaluation of the control system and its documentation developed by each particular group. Realization of possible corrections.	4
15	Dissemination of the results among all the participants of the course. Presentation of the results achieved by each particular group.	2
	Total hours	30

#### TEACHING TOOLS USED

<p>traditional lecture using video projector</p> <p>project classes</p> <p>office hours</p> <p>independent work - self study and preparation for the final exam</p> <p>independent work - developing the project</p> <p>distant education portal of the WrUST "<a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a>"</p>
---

#### EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W04	final written exam
F2	PEU_W01 ÷ PEU_U03	Evaluation of the project proposal (initial description of the project), of the project development process, and of the project result
C = 0.5*F1 + 0.5*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

#### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

##### PRIMARY LITERATURE:

C.G. Cassandras, S. Lafortune, Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer Academic Publishers, 1999, selected chapters.

R. David, H. Alla, Petri Nets and Grafset: tools for modeling discrete event systems, Prentice Hall, 1992, selected chapters.

.A. Reveliotis, Real-Time Management of Resource Allocation Systems: A Discrete-Event Systems Approach, Springer, NY, 2005, selected chapters.

##### SECONDARY LITERATURE:



W. Reisig, Sieci Petriego, WNT 1988

J. Błażewicz, Złożoność obliczeniowa problemów kombinatorycznych, WNT, 1988

W.M. Wonham, Supervisory Control of Discrete Event Systems, <http://www.control.utoronto.ca/cgi-bin/dldes.cgi>

M.C. Zhou, M.P. Fanti (editors), Deadlock Resolution in Computer-Integrated Systems, Marcel Dekker, 2005

IEEE Transactions on Automatic Control

IEEE Transactions on Automation Science and Engineering

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
--

Elżbieta Roszkowska, <a href="mailto:elzbieta.roszkowska@pwr.edu.pl">elzbieta.roszkowska@pwr.edu.pl</a>
---

## 2.6 AREA17002 Mathematical methods of automation and robotics

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Metody matematyczne automatyki i robotyki</b>  Name of subject in English: <b>Mathematical methods of automation and robotics</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>obligatory</b>  Subject code: <b>AREA17002</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	80	100			
Form of crediting	Exam	Crediting with grade			
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	6				
including number of ECTS points for practical classes (P)		3			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	4	2			

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
none

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

- C1 Gain knowledge of mathematical methods of modern automation and robotics
- C2 Peruse the paradigm of transformation and equivalence
- C3 Learn of properties and equivalence of functions
- C4 Learn of properties and equivalence of dynamical systems
- C5 Learn of properties and feedback equivalence of control systems
- C6 Learn of synthesis of control algorithms for linearizable, decouplable, and differentially flat systems
- C7 Learn of using normal forms in the synthesis of control algorithms

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

- PEU\_W01 knows pillars of nonlinear analysis: inverse function theorem, theorem of existence and uniqueness of trajectory of dynamic system, Frobenius theorem, and contraction function theorem
- PEU\_W02 knows the concept of equivalence of functions and their normal forms
- PEU\_W03 knows the concept and properties of dynamic system
- PEU\_W04 knows the definition of equivalence of dynamic systems and basic theorems on the equivalence
- PEU\_W05 knows the concept and properties of control affine system
- PEU\_W06 knows the concept of feedback equivalence of control systems
- PEU\_W07 knows methods of synthesis of control algorithms based upon linearization or decoupling by static feedback
- PEU\_W08 knows methods of synthesis of control algorithms based upon dynamic feedback linearization
- PEU\_W09 knows the concept of differentially flat system and its applicability in synthesis of control algorithms
- PEU\_W10 knows applicability of normal forms in synthesis of control algorithms

relating to skills:

- PEU\_U01 can use the pillar theorems of nonlinear analysis
- PEU\_U02 can use the implicit function theorem in the context of robot manipulator kinematics
- PEU\_U03 can make use of theorems of immersions, submersions, and Morse functions, understands the concept of kinematic singularities of robotic manipulators
- PEU\_U04 can analyze properties of dynamic systems
- PEU\_U05 can make use of theorems on equivalence of dynamic systems, understands their connection to Lyapunov theorems
- PEU\_U06 can make use of Lie brackets as a tool of analysis of nonlinear control systems
- PEU\_U07 can use theorems on feedback linearization and decoupling of control systems, understands the role of these methods in synthesis of control algorithms
- PEU\_U08 can make use of differential flatness in control of mobile robots
- PEU\_U09 can make use of normal forms in synthesis of robot control algorithms
- PEU\_U10 can apply mathematical methods in synthesis of control algorithms of diverse systems of automation and robotics

relating to social competences:

### PROGRAMME CONTENT

<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
1	Smooth functions, inverse function theorem, diffeomorphism	2
2	Newton algorithm	2
3	Implicit function theorem	2
4	Equivalence of functions, normal forms	2
5	Dynamic system, existence and uniqueness theorem, contraction function theorem	2
6	Stability of dynamic systems	2
7	Equivalence of dynamic systems, theorems on linearization	2
8	Equivalence of dynamic systems, theorems on linearization	2
9	Control affine systems, controllability	2
10	Feedback equivalence	2
11	Linearization by static feedback	2
12	Input/output decoupling, zero dynamics	2
13	Linearization by dynamic feedback	2
14	Differential flatness	2
15	Nonlinear normal forms	2
	Total hours	30

<b>Exercise</b>		<b>Number of hours</b>
1	Feedback equivalence of linear control systems: Brunovsky canonical form	2
2	Matrix norms	2
3	Inverse and implicit function theorems	2
4	Immersion, submersions, Morse functions	2
5	Equivalence of dynamic systems	2
6	Stability analysis of dynamic systems	2
7	Gradient and Hamiltonian systems	2
8	Control systems: definition and properties of Lie brackets	2
9	Feedback equivalence and linearization	2
10	Analysis of linearization conditions, equations of equivalence	2
11	Analysis of linearization conditions, equations of equivalence	2
12	Differential degree, input/output decoupling, zero dynamics	2
13	Analysis of differential flatness	2
14	Nonlinear normal forms	2
15	Test	2
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
----------------------------

traditional lecture using video projector  
 consultations  
 independent work - self study and preparation for the final exam  
 distant education portal of the WrUST <http://eportal.pwr.edu.pl/>

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W10	Final written exam
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U10	Active participation in classes, test
C = 0,4*F1 + 0,6*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

- M. Golubitsky, V. Guillemin: „Stable Mappings and Their Singularities”, Springer-Verlag, New York, 1974.
- R. Abraham, J. E. Marsden, T. Ratiu: „Manifolds, Tensor Analysis, and Applications”, Springer-Verlag, New York, 1988.
- V. I. Arnold: „Geometrical Methods in the Theory of Ordinary Differential Equations”, Springer-Verlag, New York, 1983.
- S. S. Sastry: „Nonlinear Systems”, Springer-Verlag, New York, 1999.
- A. M. Bloch: „Nonholonomic Mechanics and Control”, Springer-Verlag, New York, 2003.
- H. Nijmeijer, A. J. van der Schaft: „Nonlinear Dynamical Control Systems”, Springer-Verlag, New York, 1990.
- H. Sira-Ramirez, S. K. Agrawal: „Differentially Flat Systems”, Marcel Dekker, New York, 2004.
- K. Tchoń: Lecture Notes available on the Internet

**SECONDARY LITERATURE:**

- Ph. Hartman: „Ordinary Differential Equations”, J. Wiley, New York, 1964.
- H. K. Khalil: „Nonlinear Systems”, Prentice-Hall, New Jersey, 2000.
- R. Murray, Z. Li, S. S. Sastry: „A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation”, CRC Press, Boca Raton, 1994.
- A. Isidori: „Nonlinear Control Systems”, Springer-Verlag, New York, 1995.
- V. Jurdjevic: „Geometric Control Theory”, Cambridge Univ.Press, Cambridge, 1997.
- J. Levine: „Analysis and Control of Nonlinear Systems: A Flatness-based Approach”, Springer-Verlag, Berlin, 2009.

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

Krzysztof Tchoń, [krzysztof.tchon@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.tchon@pwr.edu.pl)

## 2.7 AREA15004 Modeling and identification

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Modelowanie i identyfikacja</b>  Name of subject in English: <b>Modeling and identification</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>obligatory</b>  Subject code: <b>AREA15004</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
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	5				
including number of ECTS points for practical classes (P)			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		2		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
None

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

C1	Gaining the knowledge about generation of pseudo-random numbers
C2	Gaining the knowledge about foundations of estimation theory and assessment of estimation quality
C3	Learning parametric and nonparametric methods of estimation of the probability density function and the regression function
C4	Learning identification methods of linear dynamic systems excited and disturbed by random signals
C5	Learning the least squares method, its properties, scope of applicability and numerical procedures
C6	Learning the instrumental variables method, and procedures of generation of instruments
C7	Learning selected method of identification of block-oriented (Hammerstein and Wiener) systems
C8	Introduction to ‘System Identification Toolbox’ of Matlab

<b>SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS</b>	
relating to knowledge:	
PEU_W01	knows the methods of computer modeling of random environment
PEU_W02	knows parametric and nonparametric algorithms of synthesis of linear and nonlinear systems on the basis of uncertain data
PEU_W03	knows computer realizations of typical methods of system identification
PEU_W04	knows the methods of generation of random numbers
PEU_W05	knows selected methods of identification of block-oriented (Hammerstein and Wiener) systems
relating to skills:	
PEU_U01	can use measurement data for building and testing models of linear and nonlinear plants under various prior knowledge
PEU_U02	can forecast time series on the basis of collected data
PEU_U03	can select suitable model for data
PEU_U04	can conduct experimental analyses using dedicated software
relating to social competences:	
PEU_K01	is aware of the importance of the ability of data searching and analysis
PEU_K02	understand the necessity of further self-education and broadening knowledge and skills

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
	<b>Lecture</b>	<b>Number of hours</b>
1	Random number generation by the inversion method	2
2	Random number generation by the rejection method	2
3	Estimation theory, quality of the estimate, limit theorems, types of probabilistic convergence. Parametric and nonparametric approach	2
4	Nonparametric estimation of the distribution function	2
5	Nonparametric estimation of the probability density function	2
6	Regression function estimation – kernel method	2
7	Regression function estimation – orthogonal expansion method	2
8	Identification of linear dynamic systems. Least squares method - synthesis.	2

9	Least squares method – properties	2
10	Least squares method – recursive version	2
11	Linear system excited by random signal. Cross-correlation analysis. Inverse filtering. Gauss-Markov estimate.	2
12	Instrumental variables method	2
13	Computational algorithms of the least square s method (spectral analysis, LU and SVD decomposition)	2
14	Hammerstein and Wiener systems	2
15	Summary	2
	Total hours	30

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
1	Generation of random numbers – inverse method	2
2	Generation of random numbers – rejection method	2
3	Estimation, limit theorems, mean and sample median and their properties	2
4	Nonparametric identification of distribution function	2
5	Nonparametric identification of probability density function	2
6	Regression function estimation. Kernel method	2
7	Regression function estimation. Orthogonal expansion method	2
8	Identification of linear systems by the least squares method	2
9	Recursive least squares method	2
10	Cross-correlation analysis, inverse filtering. Gauss-Markov estimate	2
11	Instrumental variables method	2
12	Computational algorithms of the least squares method (spectral analysis, LU and SVD decomposition)	2
13	Hammerstein system	2
14	Wiener system	2
15	Summary	2
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
traditional lecture using video projector laboratory classes Consultations independent work - self study and preparation for the final exam independent work - preparation for the laboratory classes

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement



F1	PEU_W01 ÷ PEU_W05	final written exam
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U04 PEU_K01 ÷ PEU_K02	Written tests, Observation on the laboratory, Written reports
C = 0.8*F2 + 0.2*F1 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE:

Gajek, Kahuska — "Wnioskowanie statystyczne dla studentów"  
 Greblicki, Pawlak — „Nonlinear system identification”, Cambridge 2008.  
 Kiełbasiński, Schwetlick — "Numeryczna algebra liniowa — wprowadzenie do obliczeń zautomatyzowanych"  
 Kincaid, Cheney — "Analiza numeryczna", WNT Warszawa, 2006.  
 Ljung "System Identification - Theory For the User"  
 Nahorski, Mańczak — "Komputerowa identyfikacja obiektów dynamicznych"  
 Söderström, Stoica — "Identyfikacja systemów"  
 Niederlinski — "Systemy komputerowe automatyki przemysłowej"  
<http://diuna.ict.pwr.wroc.pl>

#### SECONDARY LITERATURE:

Magiera — "Modele i metody statystyki matematycznej", wyd. GiS, Wrocław, 2002.  
 Stanisz — "Przystępny kurs statystyki w oparciu o pakiet STATISTICA"  
 Klonecki — "Statystyka matematyczna dla inżynierów"  
 Krysicki, Włodarski — "Statystyka matematyczna"  
 Jakubowski, Stencel — "Wstęp do teorii prawdopodobieństwa", wyd. Script, Warszawa, 2004.  
 Trybuła — "Statystyka matematyczna z elementami teorii decyzji", Ofic. Wyd. PWr., 2002.  
 Fisz — "Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna"  
 Feller — "Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa"  
 Chow, Teicher — "Probabiliteny theory"  
 Strang — "Introduction to linear algebra"  
 Hannan, Deistler — "The statistical theory of linear systems"  
 Greblicki — "Podstawy automatyki"  
 Lysakowska, Mzyk — "Komputerowa symulacja układów automatycznej regulacji w środowisku Matlab/Simulink"

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

Grzegorz Mzyk, grzegorz.mzyk@pwr.edu.pl

## 2.8 AREA119 Mobile robotics 1

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Robotyka mobilna 1</b>  Name of subject in English: <b>Mobile robotics 1</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>II</b>  Kind of subject: <b>O</b>  Subject code: <b>AREA119</b>  Group of courses: <b>T</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		30		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical classes (P)			1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
K2AIR_W01 K2AIR_W02 K2AIR_W05 K2AIR_W07 K2AIR_U06 K2AIR_U08

<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>
C1 Attaining knowledge on current problems and development in mobile robotics
C2 Attaining knowledge on mathematical models of mobile robots
C3 Attaining knowledge on robot localization methods
C4 Attaining knowledge on methods of robot environment mapping
C5 Developing skills of mobile robot localization

<b>SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS</b>
relating to knowledge:
PEU_W01 knows and understands standard problems in mobile robotics
PEU_W02 knows modeling methods of mobile robots
PEU_W03 knows methods of mobile robot localization
PEU_W04 understands problems of environment mapping and SLAM
relating to skills:
PEU_U01 can solve localization problem of mobile robot
relating to social competences:

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
1	Introduction: applications and problems in mobile robotics	2
2	Kinematic models of mobile robots	2
3	Robot localization: local and global problem	2
4	Mathematical foundations of probabilistic robotics. Sensor models, data filtering and fusion	2
5	Probabilistic approach to robot localization	2
6	Mapping	2
7	SLAM: basic idea, methods	2
8	Mobile robots: perspectives and open problems	2
	Total hours	16

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
1	Introduction. Fundamentals of laboratory sites operation	2
2	Odometry	2
3	Feature extraction	2
4	Feature based localization	2
	Total hours	8

**TEACHING TOOLS USED**

traditional lecture using video projector  
laboratory classes  
Consultations  
independent work - self study and preparation for the final exam  
independent work - preparation for the laboratory classes

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_U01 ÷ PEU_W04	Written test, written assignment on selected subjects (optional)
F2	PEU_U01	Discussion, evaluation of laboratory tasks realization, written reports.
C = 0.5*(F1 +F2) (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE****PRIMARY LITERATURE:****SECONDARY LITERATURE:****SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)**

Janusz Jakubiak, Janusz.Jakubiak@pwr.edu.pl

## 2.9 AREA00124 Advanced Robot Control

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Zaawansowane sterowanie robotami</b>  Name of subject in English: <b>Advanced Robot Control</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00124</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
--

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		30		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical classes (P)			1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
<p>Knowledge about writing computer programs in C language  Knowledge about writing MATLAB scripts</p>

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

- C1 General understanding of robot control using input–output decoupling.
- C2 General knowledge about microcontrollers.
- C3 Learn about common microcontroller peripherals.
- C4 Learn about middleware for real-time operating systems.
- C5 Learn about embedded system design
- C6 Learn about robot controller implementation.

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

- PEU\_W01 knows the basics of robot control using input–output decoupling
- PEU\_W02 knows the basics about software development for microcontrollers
- PEU\_W03 knows the common microcontroller peripherals
- PEU\_W04 knows the middleware for real-time operating systems
- PEU\_W05 knows the basics about embedded system design
- PEU\_W06 knows the basics of robot controller implementation

relating to skills:

- PEU\_U01 can design and implement input-output decoupling algorithm for robot
- PEU\_U02 can develop software specific for low–resources system such as a microcontroller
- PEU\_U03 can configure and use basic common microcontroller peripherals
- PEU\_U04 can use middleware for implementing real-time operating system
- PEU\_U05 can design architecture for an embedded system
- PEU\_U06 can design and implement a controller for a robot

relating to social competences:

- PEU\_K01 understands the need for self-study and develop own skills for independently applying the knowledge and abilities

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
1	Introduction to advanced robot control	1
2	Input–output decoupling for a rigid manipulator	3
3	Introduction to microcontrollers	1
4	Introduction to basic microcontroller peripherals	3
5	Introduction to RTOS as a middleware for real-time operating system	3
6	Efficient embedded system design	1
7	System decomposition for robot controller design	1
8	Implementation of robot controller on a microcontroller	2
	Total hours	15

Laboratory		Number of hours
1	Introduction to laboratory classes, programming environment setup	1

2	Simulating input-output decoupling for a rigid manipulator	2
3	Introduction to microcontroller GPIO programming	2
4	Introduction to counters programming	2
5	Introduction to analog-digital and digital-analog converters programming	2
6	Real-time operating system implementation using RTOS middleware	2
7	Implementation of PID controller	2
8	PID tuning	2
	Total hours	15

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
traditional lecture using video projector on-line demonstrations during lecture office hours independent work - self study and preparation for the final exam independent work - preparation for the laboratory classes distant education portal of the WrUST <a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a>

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W06	Final written exam
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U06	evaluation of the laboratory assignments
$C = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$ (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b>            Siciliano, B. and Khatib, O., Handbook of Robotics, 2007, Springer,            Ben-Ari, M. and Mondada, F., Elements of Robotics, 2018, Springer.</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b>            Åström, K. J. and Hägglund, T., PID Controllers: Theory, Design, and Tuning, 1995, Instrument Society of America,            Real Time Engineers ltd., The FreeRTOS TM Reference Manual, 2016.</p>

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
Wojciech Domski, wojciech.domski@pwr.edu.pl

## 2.10 AREA00123 Mobile robotics 2

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Robotyka mobilna 2</b>  Name of subject in English: <b>Mobile robotics 2</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00123</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)			15		
Number of hours of total student workload (CNPS)			30		
Form of crediting			Crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points			1		
including number of ECTS points for practical classes (P)			1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)			1		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
K2AIR_W01 K2AIR_W02 K2AIR_W05 K2AIR_W07 K2AIR_U06 K2AIR_U08

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



C1 Developing skills of mobile robot navigation

**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

relating to skills:

PEU\_U01 is able to map environment of a mobile robot

PEU\_U02 is able to use sensory data and maps to navigate mobile robot

relating to social competences:

**PROGRAMME CONTENT**

Laboratory		Number of hours
1	Map building	6
2	Navigation	6
3	Integration of subsystems, summary of results	3
	Total hours	15

**TEACHING TOOLS USED**

laboratory classes

Consultations

independent work - preparation for the laboratory classes

**EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT**

Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_U01 ÷ PEU_U02	Discussion, evaluation of laboratory tasks realization, written reports.
C = F1		

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

R.Siegwart. Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press, 2011.

S.Thrun i in. Probabilistic robotics. MIT Press, 2006.

A.Kelly. Mobile Robotics: Mathematics, Models, and Methods. Cambridge University Press, 2013.

**SECONDARY LITERATURE:**

Handbook of robotics. Springer, 2008.

H.Choset et al. Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations. A Bradford Book, 2005.

The DARPA Urban Challenge. Springer, 2010.

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

Janusz Jakubiak, Janusz.Jakubiak@pwr.edu.pl

## 2.11 AREA00121 Control Theory for Embedded Systems

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Teoria sterowania dla systemów wbudowanych</b>  Name of subject in English: <b>Control Theory for Embedded Systems</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00121</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		45		
Form of crediting	Exam		Crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical classes (P)			1.5		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
K2AIR_W04 K2AIR_W05 K2AIR_W07 K2AIR_U04 K2AIR_U05 K2AIR_U06 K2AIR_U08

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Gaining knowledge on classical methods for control systems design.
- C2 Gaining knowledge on design and analysis of adaptive control systems.
- C3 Gaining knowledge on computer techniques for analysis, synthesis and deploying to embedded controllers of robust and adaptive control systems.

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 He/She knows the fundamentals of the feedback theory: basic feedback configurations and properties, stability, stability robustness, loop shaping; the classical control objectives and performance criteria, classical compensator design methods: lead and lag compensation, root-locus, Guillemin-Truxal design procedure;

PEU\_W02 He/She knows a general structure of adaptive control systems and the mathematical apparatus used for analysis of adaptive systems; design and properties of a simple adaptive law (a gradient estimation algorithm with dead zone), a robust adaptive Luenberger observer, a robust adaptive pole placement controller.

PEU\_W03 He/She knows implications induced by real software on deployment of mathematical control laws on a physical hardware, basic stages of deployment of a mathematical control law (according to the V-model) that are supported by the Matlab/Simulink software, in particular: Simulation, Rapid Prototyping, On-Target Rapid Prototyping, Software-in-the-Loop, Processor-in-the-Loop, Hardware-in-the- Loop, is familiar with the following toolboxes of a numerical computing system MATLAB/Simulink: Control System, Robust Control, System Identification, Real-Time Windows Target, Simulink Coder, Embedded Coder, SimMechanics, SimMechanicsLink.

relating to skills:

PEU\_U01 He/She is able to loop shaping, determine amplitude and phase margins and use the Doyle's stability robustness criterion, use the Nyquist criterion and a polynomial criterion to investigate stability, design a compensator using classical methods: lead and lag compensation, root-locus, Guillemin-Truxal design procedure (calculations using paper with support dedicated software systems as Matlab).

PEU\_U02 He/She is able to design adaptive control algorithm based on the certainty equivalence principle, knows how to use selected technical lemmas when analyzing stability of adaptive control systems, apply a robust adaptive law (e.g. recursive estimation algorithm with dead zone or adapt one of available recursive identification algorithms available in Matlab / System Identification Toolbox) when designing adaptive feedback control system, design a robust adaptive pole placement controller for a SISO plant and carry out simulation analysis of such a control system in Matlab/Simulink.

PEU\_U03 He/She knows how to use rapid control prototyping technology when designing a control algorithm, how to employ Matlab/Real-Time Windows Target Toolbox integrated with a data acquisition card to control a physical plant from a Simulink level, and for collecting data to carry out identification using Matlab/System Identification Toolbox, automatically generate C code for a specific microcontroller using Simulink / Embedded Coder Toolbox from a block diagram in Simulink that represents a control algorithm, transform 3D CAD model into a Simulink diagram that consists of blocks from SimMechanics Toolbox and employ such a Simulink model for designing and analysis of a control algorithm.

relating to social competences:

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
1	General Structure of Control Systems	2
2,3	Classical Control System Design	3
4	Deploying Designs to Embedded Controllers Through Automatic Code Generation in Matlab/Simulink	2
5	General Structure of Adaptive Control Systems, Stability	2
6	Robust Adaptive Laws	2
7	Robust Adaptive Observer	2
8	Robust Adaptive Pole Assignment	2
	Total hours	15

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
1	Introduction to Laboratory Classe	1
2	Introduction to Real-Time Workshop Embedded Coder and Real-Time Windows Target I	2
3	Introduction to Real-Time Workshop Embedded Coder and Real-Time Windows Target II	2
4	Physical Modeling	2
5	DC Motor: Modeling and Identification	2
6	DC Motor: Model-Based Control	2
7	Inverted Pendulum on a Cart: Model-Based Control	2
8	Term for Carrying Out an Overdue Exercise	2
	Total hours	15

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
<p>traditional lecture using video projector</p> <p>consultations</p> <p>independent work - self study and preparation for the final exam</p> <p>independent work - preparation for the laboratory classes</p> <p>individual work solving selected problems using a software environment for numerical computation, as Matlab/Simulink or Octave</p> <p>individual work - solving some tasks in the form of programs in C/C++</p>

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	final written exam

F2	PEU_U01 ÷ PEU_U03	reports on the completed tasks
C = 0,5*F1 + 0,5*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

**PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**

**PRIMARY LITERATURE:**

B. N. Datta, Numerical Methods for Linear Control Systems - Design and Analysis, 2004 Elsevier  
[http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\\\_EXT\\\_KNOVEL\\\_DISPLAY\\\_bookid=1920](http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1920)

T. Wescott, Applied Control Theory for Embedded Systems, Elsevier, 2006, [http://www.knovel.com/web/portal/basic\\\_search/display?\\\_EXT\\\_KNOVEL\\\_DISPLAY\\\_bookid=1927](http://www.knovel.com/web/portal/basic\_search/display?\_EXT\_KNOVEL\_DISPLAY\_bookid=1927)

P. A. Ioannou, J. Sun, Robust Adaptive Control, Prentice-Hall, 1996 <http://www-rcf.usc.edu/ioannou/RobustAdaptiveBook95.pdf>

K. Zhou, J. C. Doyle, K. Glover, Robust and Optimal Control, Prentice Hall, 1996

**SECONDARY LITERATURE:**

R. A. Freeman, P. A. Kokotović, Robust Nonlinear Control Design, State-Space and Lyapunov Techniques, Birkhäuser, 1996

I. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, Adaptive Control, Springer-Verlag London

G. Tao, Adaptive Control Design and Analysis, John Willey & Sons, 2003

Thomas Bräunl, Embedded Robotics. Mobile Robot Design and Application with Embedded Systems, Springer, 2008.

B. Shahian, M. Hassul, Control System Design Using Matlab, Englewood Cliffs, 1993

the Mathworks. Matlab/Simulink software documentation, <http://www.mathworks.com>

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

Krzysztof Arent, [krzysztof.arent@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.arent@pwr.edu.pl)

## 2.12 AREA00120 Social Robots

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Roboty społeczne</b>  Name of subject in English: <b>Social Robots</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00120</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	45		75		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	4				
including number of ECTS points for practical classes (P)			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	0.5		1.5		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
None

<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>
<p>C1 Gaining ability to create a common social space of robots and humans.</p> <p>C2 Gaining basic knowledge on technology of social robots.</p>

<b>SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS</b>	
relating to knowledge:	
PEU_W01 Knowledge of the fundamental features of a social robot.	
PEU_W02 Knowledge about selected computational models of emotions and about the need of endowing a robot with empathy, current possibilities in this matter	
PEU_W03 Knowledge about the concept of an embodiment, constructions of selected humanoid robots and research platforms being used in the field of human - robot interactions as well as about the need of endowing a social robot with the ability to communicate verbally and nonverbally with a man; current possibilities in this matter.	
relating to skills:	
PEU_U01 The ability of programming of a humanoid robot Nao.	
PEU_U02 The ability of design and programming of socially interactive behaviours for Nao robot as well as implementation of short-term scenarios of multimodal human-robot interactions involving Nao.	
relating to social competences:	

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
1	Socially Interactive Robot	2
2	Computational Models of Emotion, Personality	2
3	User Models, Intentionality	2
4	Embodiment	2
5	Human - Robot Communication	3
6	Human – Robot Interactions: examples of research problems	2
7	Robotic Companion	2
	Total hours	15

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
1	Introduction to Laboratory Classes	1
2	Basics of Graphical Programming of Nao in Choreographe	2
3	Perception of Human and Environment by Nao.	2
4	Motion, Action, Expressive Behavior	2
5	Voice Communication Between Human and Robot, Dialog System in Nao	2
6	Programming of Interactive Behaviour of Nao with use of Python	2
7	Human – Robot Interactions, Animation of Social Behaviours of a Robot	2
8	Computational Model of Mind, Human – Robot Proxemics	2
	Total hours	15

<b>TEACHING TOOLS USED</b>



traditional lecture using video projector laboratory classes office hours independent work - self study and preparation for the final exam
---

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	The final written test
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U02	reports on the completed tasks (laboratory)
C = 0,5*F1 + 0,5*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b></p> <p>M. A. Anusuya, S. K. Katti, Speech recognition by machine: A review, International Journal of Computer Science and Information Security, 2009, vol.6 pp.181–205.</p> <p>S. Mitra, T. Acharya, Gesture Recognition: A Survey, IEEE Trans. Systems, Man, Cybernet., —Part C: Applications and Reviews, vol. 37, no. 3, pp.311-324, 2007</p> <p>Riek, L.D. Rabinowitch, T.-C. Bremner, P. Pipe, A.G. Fraser, M. Robinson, P.Cooperative gestures: Effective signaling for humanoid robots, Human-Robot Interaction (HRI), 2010 5th ACM/IEEE International Conference on, page(s): 61 – 68</p> <p>K. Dautenhahn, Methodology &amp; themes of human-robot interaction: A growing research field. International Journal of Advanced Robotic Systems, 2007, vol.4 (1), s. 103–108.</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b></p> <p>Joao Miguel de Sousa de Assis Dias, FearNot!: Creating Emotional Autonomous Synthetic Characters for Empathic Interactions, UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA, doctoral dissertation</p> <p>A. Billard et al. Robot Programming by Demonstration, Handbook of Robotics, Ch 59, 2007.</p> <p>Wickens, Gordon, and Liu, Chapter 2: Research Methods”, W: An Introduction to Human Factors Engineering, 1998.</p> <p>Nao, ”<a href="http://www.aldebaran-robotics.com/en">http://www.aldebaran-robotics.com/en</a>”</p>

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)
Krzysztof Arent, krzysztof.arent@pwr.edu.pl

## 2.13 AREA00118 Theory and Methods of Optimization

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Teoria i metody optymalizacji</b>  Name of subject in English: <b>Theory and Methods of Optimization</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>obligatory</b>  Subject code: <b>AREA00118</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
--

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	45	30			
Form of crediting	Crediting with grade	Crediting with grade			
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical classes (P)		1			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
The student has basic knowledge of calculus and algebra.

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

- 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 with and without constraints for continuous and discrete decision variables.
- C5 Getting the skills of using standard procedures to solve practical optimization problems

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 the student has the knowledge about analytic methods of multi-variable and knows the conditions of optimality

PEU\_W02 the student knows numerical procedures of local optimization dedicated for specific static optimization problems with and without constraints

PEU\_W03 the student has the knowledge of heuristic algorithms, dedicated for specific problems of static optimization

relating to skills:

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

PEU\_U02 the student is able to apply accurate and approximate algorithms to solve continuous and discrete optimization problems

PEU\_U03 the student can use standard procedures and select suitable parameters for the selected methods

PEU\_U04 the student can interpret the meaning of the obtained solution for the specific problems of control theory and robotics

relating to social competences:

### PROGRAMME CONTENT

	Lecture	Number of hours
1	Optimization – mathematical models, classification of problems. Examples of optimization problems is control theory and robotics.	1
2	Linear programming. Geometric interpretation. Two-phase simplex algorithm. Duality theory for linear programming problem.	4
3	Integer programming. Branch and bound method. Mixed optimization problems.	2
4	Network optimization models. Maximum flow problem. Shortest path problem.	2
5	Approximate methods of local optimization with and without constraints. Gradient methods. Gradient projection method	2
6	Heuristic and evolutionary algorithms for selected optimization problems.	2
7	Test.	2
	Total hours	15

Exercise		Number of hours
1	Formulating practical problems from control theory and robotics as optimization problems. Basic optimality conditions.	2
2	Linear programming. Simplex method. Practical applications of linear programming.	4
3	Integer optimization. Practical applications.	2
4	Network optimization.	3
5	Approximate optimization methods. Selection of method parameters.	2
6	Selection of an appropriate optimization method for a given practical problem.	2
Total hours		15

TEACHING TOOLS USED
traditional lecture using video projector Exercises office hours independent work - self study and preparation for the final exam independent work - homework

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	final written test
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U04	activity on classes, grades for homeworks.
C = 0,5*F1 + 0,5*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b></p> <p>S.P. Bradley, A.C. Hax, T.L. Magnanti, Applied Mathematical Programming, Addison-Wesley Publishing Company, 1977</p> <p>M. Minoux, Mathematical programming - Theory and algorithms, J. Wiley &amp; Sons, 2008.</p> <p>F.S. Hillier and G.J. Lieberman, Introduction to Operations Research, McGraw-Hill, New York, 1995.</p> <p>H.P. Williams, Model Building in Mathematical Programming, J. Wiley &amp; Sons, Chichester, UK, 1990.</p> <p>R. Fletcher, Practical methods of optimization, J. Wiley &amp; Sons, 2000.</p> <p>G.L. Nemhauser and L.A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, J. Wiley &amp; Sons, New York, 1988.</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b></p>

A. Ruszczyński, Nonlinear optimization, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2006.  
S. Boyd, L. Vanderberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.  
D.P. Bertsekas, Nonlinear Programming, Athena Scientific, Belmont, MA, 1999.

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

Dr inż. Piotr Więcek (Piotr.wiecek@pwr.edu.pl)

## 2.14 AREA00117 Sensor and Actuators

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Sensory i siłowniki</b>  Name of subject in English: <b>Sensor and Actuators</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00117</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	15		30		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	1				
including number of ECTS points for practical classes (P)			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		2		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
No requirements concerning the second level.

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

C1	Understanding of physical principles of basic sensors used in robots
C2	Gain a knowledge of construction of basic sensors used in robots.
C3	Learn about a construction of basic circuits used in measurements systems.
C4	Learn about data processing obtained from specific sensors.
C5	Learn about basic actuators used in robots
C6	Gain a knowledge of limitation of sensors application.

<b>SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS</b>	
relating to knowledge:	
PEU_W01	knows purposes of usage of sensors in specific applications
PEU_W02	knows physical principles of basic sensors used in robots
PEU_W03	understands a construction of basic sensors used in robots
PEU_W04	understands basic circuits used in measurements systems
relating to skills:	
PEU_U01	a student can interpret data obtained from basic sensors used in robots
relating to social competences:	
PEU_K01	understands the need for self-study and develop own skills for independently applying the knowledge and abilities

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
1	Introduction: program, requirements, literature. Basic concepts and issues. Survey of sensor used in robots	1
2	Actuators and proprioceptive sensors – position and velocity transducers, encoder, resolvers and others	2
3	Force and torque sensors	2
4	Inertial sensors	2
5	Algorithms of data fusion and processing. Examples of methods application for inertial sensors	2
6	Advanced ultrasonic range-finders systems	2
7	Optical and laser range-finders	2
8	Vision systems and 3D cameras	2
	Total hours	15

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
1	Introduction: program, requirements, literature	1
2	Linear variable differential transformer	2
3	Strain gauge	2
4	Temperature transducers	2

5	Water level measurements	2
6	Inertial sensors	2
7	Ultrasonic range finders	2
8	Structured light scanning	2
	Total hours	15

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
traditional lecture using video projector Implementation of laboratory tasks (instructions) on a laboratory office hours independent work - self study and preparation for the final exam

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W05	The final written test
F2	PEU_U01	Activity in the classroom laboratory, evaluation reports of laboratory tasks
C = 0,6*F1 + 0,4*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<b>PRIMARY LITERATURE:</b> B. Siciliano, et. al., Robotics – Modelling, Planning and Control, Springer-Verlag London Limited, 2009 E. Gaura, R. Newman, Smart MEMS and Sensor Systems, Imperial College Press, 2006 J. Fraden, Handbook of Modern Sensors – Physics, Design, and Applications, Springer-Verlag, 2004 <b>SECONDARY LITERATURE:</b> Lecture notes Internet resources

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
Bogdan Kreczmer, bogdan.kreczmer@pwr.edu.pl



## 2.15 AREA00116 Embedded Systems

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Systemy wbudowane</b>  Name of subject in English: <b>Embedded Systems</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>obligatory</b>  Subject code: <b>AREA00116</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
--

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		90		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical classes (P)			1.5		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
none

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

- C1 Gaining knowledge about functional blocks in microcontrollers
- C2 Gaining knowledge about the methods of software design embedded systems
- C3 Acquiring knowledge on the principles of functioning and structure of embedded systems
- C4 Acquiring skills in using programming tools for embedded systems

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU\_W01 ability to describe microcontroller modules used in embedded controllers

PEU\_W02 ability to summarize the methods of programming and debugging embedded systems

PEU\_W03 ability to explain the principles of operation and structure of embedded controllers

relating to skills:

PEU\_U01 Ability to use programming tools for microcontrollers

relating to social competences:

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
1-2	Introduction to microprocessors, microcontrollers and embedded systems	4
3	Debugging embedded systems. Tools, techniques.	2
4-5	Digital Signal Processing - application areas, algorithms, equipment	4
6-7	Interfaces in embedded systems	4
8	Midsemester test	2
9-10	Internet of things - idea, protocols, tools	4
11	Industrial protocols: EtherCAT, PowerLink, Profinet, Sercos, CANopen	2
12-13	RTOS in embedded systems: FreeRTOS, Linux	4
14-15	FPGA - introduction	4
	Total hours	30

Laboratory		Number of hours
1	Introduction	2
2,3	Tools for embedded systems	4
4,5,6	Basic technics of programming embedded systems	6
7,8	Processing digital signals	4
9,10	Implementation of the Ethernet stack	4
11,12	Examples of RTOS implementation	4
13,14	Examples of FPGA programming	4
15	Final exam	2
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
traditional lecture using video projector office hours independent work - self study and preparation for the final exam independent work - preparation for the laboratory classes

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W03	The final written exam
F2	PEU_U01	evaluation of the project assignments
C = 0,8*F1 + 0,2*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

<b>PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE</b>
<b>PRIMARY LITERATURE:</b> Furber S., „ARM System On-Chip Architecture,” Pearsons Educated Limited, 2000 Franklin M., „Network Processor Design: Issues and Practices,” Elsevier, 2003 Yui J., „The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3,” Newnes, 2007 Thomas Braunl, Embedded Robotics, Springer 2003, 2006 Kirk Zurell, C Programming for Embedded Systems, Taylor & Francis 2000 <b>SECONDARY LITERATURE:</b> Architecture and Programming of PSoC Microcontrollers,” <a href="http://www.easypsoc.com/book/">http://www.easypsoc.com/book/</a> ” Lane J., „DSP Filter Cookbook,” Prompt, 2008 Webpages: <a href="http://www.atmel.com">www.atmel.com</a> , <a href="http://www.ti.com">www.ti.com</a> , <a href="http://www.arm.com">www.arm.com</a> , <a href="http://www.analog.com">www.analog.com</a>

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
Grzegorz Budzyń, <a href="mailto:Grzegorz.budzyn@pwr.edu.pl">Grzegorz.budzyn@pwr.edu.pl</a>

## 2.16 AREA00113 Task and Motion Planning

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Planowanie zadań i ruchu</b>  Name of subject in English: <b>Task and Motion Planning</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00113</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
--

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				15
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				30
Form of crediting	Crediting with grade				Crediting with grade
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical classes (P)					1
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2				0.5

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
None

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

C1 to acquire knowledge on factors influencing formulation and solution of motion planning tasks
C2 to learn how to select properly a method to a given task
C3 to acquire knowledge on selected methods of motion planning for varied environments and types of models
C4 to gain advanced knowledge, from a technical literature, on applications of action and motion planning methods

<b>SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS</b>
relating to knowledge: PEU_W01 Students acquire a knowledge of terminology and mathematical backgrounds of motion planning PEU_W02 Students know all ingredients important while defining motion planning tasks. PEU_W03 Students are familiar with techniques of motion planning for manipulators. PEU_W04 Students know non-classical motion planning methods. PEU_W05 Students can apply methods of optimal control to some motion planning tasks. PEU_W06 Students know selected methods of motion planning for models with a special structure
relating to skills: PEU_U01 Students are able to locate motion planning among tasks of robotics. PEU_U02 Students can propose a motion planning method to a given task exploiting some knowledge of its model and desired properties. PEU_U03 Students can propose an action planner for antagonistic and non-antagonistic cases. relating to social competences:
relating to social competences: PEU_K01 Students are aware of necessity to search and collect information permanently and to analyze it critically.

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Lecture</b>		<b>Number of hours</b>
1	Terminology and classification of action and motion planning tasks.	2
2	Representations of a state, a space and obstacles. Distance measures between objects.	2
3	Interpolation and approximation methods	2
4	Path planning based on the Newton algorithm.	2
5,6	Applications of the optimal control theory in motion planning.	4
7	Sampling-based methods.	2
8	Combinatorial motion planning	2
9,10	Selected analytical methods of motion planning under differential constraints.	4
11,12	Action planning while playing either with a nature or an opponent.	4
13	Biologically inspired motion planning methods.	2
14	Motion planning for multi-agent systems.	2
15	Summary of lectures.	2
	Total hours	30

Seminar		Number of hours
1	Presentation of possible subjects of seminars. Students select one among presented subjects or propose their own subject concerning planning issues.	2
2-7	Seminar presentations on motion planning methods and algorithms or related topics.	12
8	Evaluation of seminar presentations. Seminar summary.	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED
traditional lecture using video projector office hours independent work - self study and preparation for the seminar Seminar discussions.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W06 PEU_U01 ÷ PEU_U06 PEU_K01	Activity during lecture
F2	PEU_W01 ÷ PEU_W06 PEU_U01 ÷ PEU_U06 PEU_K01	The final written exam
F3	PEU_W01 ÷ PEU_W06 PEU_U01 ÷ PEU_U06 PEU_K01	seminar preparation and presentation, seminar discussion
$C = 0.1 * F1 + 0.5 * F2 + 0.4 * F3$ (in order to pass the course, both F3 and F2 must be positive)		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><b>PRIMARY LITERATURE:</b>            S. LaValle, Planning Algorithms, Cambridge Univ. Press., 2006.            J.C. Latombe "Robot motion planning" Kluwer, Boston, 1993</p> <p><b>SECONDARY LITERATURE:</b>            conference and journal papers on motion and action planning            Internet resources</p>

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
--

Ignacy Duleba, ignacy.duleba@pwr.edu.pl
---

## 2.17 AREA00109 Diploma Seminar

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Seminarium dyplomowe</b>  Name of subject in English: <b>Diploma Seminar</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00109</b>  Group of courses: <b>NO</b></p>
--

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					30
Number of hours of total student workload (CNPS)					90
Form of crediting					Crediting with grade
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					3
including number of ECTS points for practical classes (P)					3
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)					1.5

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
none

<b>SUBJECT OBJECTIVES</b>
<p>C1 learn to acquire multi-source knowledge useful and appropriate to propose original contributions</p> <p>C2 learn to prepare a presentation in a clear manner presenting own ideas, concepts and solutions</p> <p>C3 acquire knowledge how to discuss and argue for and against, using substantial arguments</p> <p>C4 gain ability to present own achievements in a written form.</p>



<b>SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS</b>	
relating to knowledge:	
relating to skills:	
PEU_U01 Students are able to prepare a multi-media presentation illustrating their achievements.	
PEU_U02 Students are able to argument own ideas.	
PEU_U03 Students are able to prepare a multi-media presentation illustrating their achievements.	
relating to social competences:	

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
<b>Seminar</b>		<b>Number of hours</b>
1	Principles of preparing and writing diploma work	2
2	Presentation of contemporary robotic literature related to diploma work pointing out original contributions.	8
3	Discussions on a literature specific to subject of diploma work scope. Assumptions taken and solutions proposed.	6
4	Presentations of diploma work pointing out original contributions. Discussions on the diploma achievements.	14
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>	
multimedia presentation	
discussions	
individual study	

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_U01	Presentation
F2	PEU_U02, PEU_U03	discussion
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>	
Springer Handbook of Robotics, Springer, wyd. I 2008, wyd. II 2016	
Literature specific to diploma work	
<b>SECONDARY LITERATURE:</b>	

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

Krzysztof Tchoń, krzysztof.tchon@pwr.edu.pl

## 2.18 AREA00108 Specialization seminar

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Seminarium specjalnościowe</b>  Name of subject in English: <b>Specialization seminar</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00108</b>  Group of courses: <b>NO</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					30
Number of hours of total student workload (CNPS)					60
Form of crediting					Crediting with grade
For group of courses mark (X) final course					X
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical classes (P)					2
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)					1

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
None

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

- C1 Acquire the knowledge on recent developments in the specific area of Embedded Robotics as well as in the broader area of Control Engineering and Robotics
- C2 Acquire the skills to study technical literature, make a synthesis of collected information, and prepare and deliver a comprehensible seminar in the field
- C3 Acquire the skills to prepare and present seminar.
- C4 Acquire the skills to participate constructively in a scientific/technical discussion

<b>SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS</b>	
relating to knowledge: PEU_W01 Is aware of the newest achievements	
relating to skills: PEU_U01 is able to prepare and present a scientific/technical seminar using traditional and electronic resources. PEU_U02 is able to lead and participate in a scientific/technical discussion.	
relating to social competences:	

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
Seminar		Number of hours
1	Presentation of the thematic scope of the seminar, main sources of the material, and principles of preparing and delivering the seminar	2
2	Discussion on the propositions of individual students, acceptance of the seminar topics, and setting the schedule.	2
$3 \div 15$	Individual presentations and class discussions on the delivered material	26
Total hours		30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>	
multimedia presentation class discussion independent work	

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_U01	Presentation
F2	PEU_U02	discussion
C = 0,7*F1 + 0,3*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		

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

<b>PRIMARY LITERATURE:</b>
----------------------------

IEEE Robotics & Automation Magazine
-------------------------------------

IEEE Transactions on Robotics
-------------------------------

IEEE Transactions on Robotics
-------------------------------

<b>SECONDARY LITERATURE:</b>
------------------------------

Thomas Braunl, Embedded Robotics, .Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008
---

e-books and e-journals in the field accessible through CWiINT at P.Wr.
--

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
--

Elżbieta Roszkowska, elzbieta.roszkowska@pwr.edu.pl
---

## 2.19 AREA00106 Artificial Intelligence and Machine Learning

Zał. nr 5 do ZW 8/2020  
Zał. nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe</b>  Name of subject in English: <b>Artificial Intelligence and Machine Learning</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00106</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			90	
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 classes (P)				3	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2			3	

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
<p>knowledge of elementary mathematics (algebra, logics)  good programming skills required</p>

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

C1	General understanding of the knowledge representation, reasoning, and machine learning issues
C2	Learn about using heuristics and their use in problem solving.
C3	Learn about using logic and theorem proving in reasoning.
C4	Learn about using probability, the Bayes rule, utilities, and Markov processes algorithms for single and sequential decision making.
C5	Learn about the induction and reinforcement learning methods.
C6	Gain a practical ability to use one of the existing formal paradigms to build abstract representation of practical problems, and solve them.

<b>SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS</b>	
relating to knowledge:	
PEU_W01	understands the concept of artificial intelligence, knowledge representation, and reasoning
PEU_W02	knows the search methods for different classes of problems, and the use of heuristics in problem solving
PEU_W03	understands the application of mathematical logic to problem representation, and the importance of uncertainty
PEU_W04	understands the application of probability to problem description, the bayesian networks, the Markov decision processes, and the basic algorithms for solving them
PEU_W05	knows the basic induction and reinforcement machine learning methods
relating to skills:	
PEU_U01	can create abstract descriptions of hard practical problems and implement algorithms to solve them
relating to social competences:	

<b>PROGRAMME CONTENT</b>		
	<b>Lecture</b>	<b>Number of hours</b>
1	Introduction: program, requirements, literature. Basic concepts and issues. Definition of artificial intelligence. The Turing test. Strong and weak artificial intelligence. Knowledge representation. Machine learning. History of AI.	2
2	State space representation. Searching. Hill-climbing strategies. Utilizing heuristic information. Graph searching. The A* algorithm. Properties. Constructing heuristics.	2
3	Constraint satisfaction problems. Arc consistency. Basic algorithms. Searching for games. The Minimax algorithm. Alpha-beta cuts. Generalizations of the minimax.	2
4	Representation in first order logic. Theorem proving. Refutation reasoning.	2
5	Logic programming in Prolog. Utilizing incomplete and uncertain information. Nonmonotonic logic.	2
6	Probabilistic representation. Conditional probability. Bayes' rule. Probabilistic belief networks.	2
7	Simple decision making. Utility functions. Influence diagrams. Value of information.	2

8	Sequential decision problems. Markov decision processes. Dynamic programming. Value and policy iteration.	2
9	Reinforcement learning. Basic algorithms. Exploration. Function approximation.	2
10	Introduction to induction machine learning. Decision tree learning. Entropy and information gain. Stopping condition and pruning. Binary decision trees.	2
11	Efficiency of induction machine learning. Testing and error measures. Cross validation. Detecting overfitting and underfitting.	2
12	The Naïve Bayes classification method. Naïve Bayes for continuous inputs. The logistic regression. Regularization.	2
13	The Nearest Neighbors method. Key issues in classification machine learning: feature engineering, the curse of dimensionality, ensemble learning.	2
14	Artificial neural networks. Multilayer perceptron. Backpropagation. Deep learning models. Convolution networks.	2
15	Unsupervised learning: the k-means algorithm, the expectation maximization algorithm, hierarchical clustering. Dimension reduction: the PCA algorithm.	2
	Total hours	30

<b>Project</b>		<b>Number of hours</b>
1÷6	A series of six individual projects concerning the topics covered in lectures: heuristic searching, programming in logic, probabilistic knowledge representation and decision making, induction and reinforcement machine learning.	30
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
traditional lecture using video projector on-line demonstrations during lecture project classes office hours independent work - self study and preparation for the final exam independent work - developing the project distant education portal of the WrUST <a href="http://eportal.pwr.edu.pl/">http://eportal.pwr.edu.pl/</a>

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W05	final written test
F2	PEU_U01	evaluation of the project assignments
C = 0,4*F1 + 0,6*F2 (in order to pass the course, both F1 and F2 must be positive)		



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

<b>PRIMARY LITERATURE:</b>
----------------------------

S.J.Russell, P.Norvig, Artificial Intelligence A Modern Approach (3rd Ed.), Prentice-Hall, 2010
---

T.Mitchell, Machine Learning, McGraw Hill, 1997
---

<b>SECONDARY LITERATURE:</b>
------------------------------

Lecture notes
---------------

Internet resources
--------------------

<b>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</b>
--

Witold Paluszyński, witold.paluszynski@pwr.edu.pl
---

## 2.20 AREA00103 Robotic Programming Environments

Załącznik nr 5 do ZW 8/2020  
Załącznik nr 3 do Programu studiów

<p><b>Faculty of Electronics</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBJECT CARD</b></p> <p>Name of subject in Polish: <b>Robotyczne środowiska programistyczne</b>  Name of subject in English: <b>Robotic Programming Environments</b>  Main field of study (if applicable): <b>Automatyka i Robotyka</b>  Specialization (if applicable): <b>Embedded Robotics</b>  Profile: <b>academic</b>  Level and form of studies: <b>2nd level, full-time</b>  Kind of subject: <b>facultative</b>  Subject code: <b>AREA00103</b>  Group of courses: <b>YES</b></p>
---

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		60		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	4				
including number of ECTS points for practical classes (P)			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	0.5		1.5		

<b>PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES</b>
None

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

- C1 General understanding of the component oriented programming.
- C2 General understanding of the distributed control systems.
- C3 General understanding of the communication protocols.
- C4 Learn about robotic middleware frameworks.
- C5 Learn about robotic simulation frameworks.
- C6 Learn about programming libraries and tools supporting implementation of the control system.

### SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

- PEU\_W01 knows the basic of component oriented programming
- PEU\_W02 knows the basic of distributed control system development
- PEU\_W03 knows the basic of communication protocols for distributed systems
- PEU\_W04 knows the robotic programming frameworks
  - knows the robotic simulation frameworks
  - knows the programming libraries and tools supporting control system development

relating to skills:

- PEU\_U01 can design and implement distributed control system
- PEU\_U02 can decompose complex system into set of generic components with well defined interfaces and functionalities.
- PEU\_U03 can develop distributed, portable application that operates on more than one physical platform
- PEU\_U04 can use well known robotic programming framework to implements complex distributed control system for autonomous robot
- PEU\_U05 can use well known robotic simulation framework to model robot and its environment
- PEU\_U06 can use well known programming libraries to solve ordinary differential equation, nonlinear optimization problems, nonlinear model predictive control problems and motion planning problems.

relating to social competences:

- PEU\_K01 understands the need for self-study and knowledge sharing

### PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
1	Introduction to robotic programming environments	1
2	Component/agent based approach for distributed control system	1
3	Communication protocols	1
4	OROCOS framework	3
5	ROS framework	4
6	Simulation environments	2
7	Mathematical libraries (algebra, ODE)	1
8	Optimization and model predictive control libraries	1
9	Motion planning libraries	1
	Total hours	15

<b>Laboratory</b>		<b>Number of hours</b>
1	Introduction to laboratory classes, setup programming environment	2
2	Component/agent based modeling	2
3	Distributed communication	2
4	Introduction to OROCOS framework	2
5	OROCOS component design	2
6	Developing distributed system with OROCOS	2
7	Introduction to ROS framework	2
8	ROS node design	2
9	Developing distributed system with ROS	2
10	Integration ROS with OROCOS	2
11	Introduction to simulation environment	2
12	Integration simulation environment with ROS/OROCOS	2
13	Solving system of linear, nonlinear and ordinary differential equation using mathematical libraries	2
14	Introduction to optimization and model predictive control frameworks	2
15	Introduction to ROS navigation stack	2
	Total hours	30

<b>TEACHING TOOLS USED</b>
traditional lecture using video projector laboratory classes office hours independent work - preparation for the laboratory classes independent work - self study and preparation for the final exam independent work - literature study

<b>EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT</b>		
Evaluation (F - forming during semester), P - concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W06 PEU_K01	The Final written test
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U06	evaluation of the project assignments
C = 0.4*F1 + 0.6*F2 a mark at least 3.0 (passed) within F2 is prerequisites of admission to the test F1		

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

**SECONDARY LITERATURE:**

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

Mariusz Janiak, mariusz.janiak@pwr.edu.pl