

# **PROGRAM STUDIÓW**

**WYDZIAŁ: Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów**

**KIERUNEK STUDIÓW: Elektroniczne systemy mechatroniki**

Przyporządkowany do dyscypliny: **D1 Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne**

**POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia**

**FORMA STUDIÓW: stacjonarna**

**PROFIL: ogólnoakademicki**

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: język polski**

**OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023**

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – zał. nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – zał. nr 2 do programu studiów
3. Plan studiów – zał. nr 3 do programu studiów

\*niepotrzebne skreślić

## ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

**Wydział:** Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

**Kierunek studiów:** Elektroniczne systemy mechatroniki

**Poziom studiów:** studia drugiego stopnia

**Profil:** ogólnoakademicki

### Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: nauki inżyniersko-techniczne

Dyscyplina: Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne

### Objaśnienie oznaczeń:

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

P7S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia – 7 poziom PRK

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K2ESM\_W1 – efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K2ESM\_U1 – efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K2ESM\_K1 – efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

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

**Kierunkowe efekty uczenia się**

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Elektroniczne systemy mechatroniki</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 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
K2ESM_W1	opisuje i wyjaśnia zagadnienia związane z rachunkiem prawdopodobieństwa, statystyką matematyczną oraz rozkładami probabilistycznymi (zmiennie losowe, szeregi, histogramy, dystrybuanty, kwantyle, estymatory, regresja liniowa, testowanie hipotez)	P7U_W	P7S_WG	
K2ESM_W2	opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące wybranych działów fizyki (dualizm korpuskularno-falowy, mechanika kwantowa, równania Schrödingera, opis kwantowy materii, struktura pasmowa kryształów, statystyka kwantowa) oraz zjawisk fizycznych związanych z elektroniką, mechatroniką, mikrosystemami, techniką światłowodową, systemami telekomunikacji optycznej oraz informatyką kwantową	P7U_W	P7S_WG	
K2ESM_W3	opisuje budowę, wyjaśnia zasadę działania oraz zagadnienia eksploatacyjne dotyczące urządzeń elektronicznych, aparatury elektronicznej oraz systemów (elektronicznych, mikrosystemów, sterowania, bezbateryjnych, bezprzewodowych)	P7U_W	P7S_WG P7S_WK	P7S_WG_inż
K2ESM_W4	wymienia i opisuje działanie metod/algoritmów akwizycji i przetwarzania sygnałów elektrycznych, cyfrowych oraz danych pomiarowych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ESM_W5	opisuje metody i narzędzia numeryczne, w tym związane z nimi zagadnienia teoretyczne, wykorzystywane przy komputerowym wspomaganie działań projektowych, w szczególności przy projektowaniu układów elektronicznych, modelowaniu 2D/3D, modelowaniu działania układów oraz systemów elektronicznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Elektroniczne systemy mechatroniki</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 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającą uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2ESM_W6	opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące programowania graficznego, w tym projektowania, dokumentowania, testowania wirtualnej aparatury kontrolno-sterującej oraz ich praktycznego wykorzystania w systemach mechatronicznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ESM_W7	klasyfikuje i opisuje główne tendencje rozwojowe systemów elektronicznych, mechatroniki, techniki mikrosystemów, informatyki kwantowej oraz charakteryzuje, wyjaśnia i interpretuje dylematy z nimi związane (w tym uwarunkowania etyczne, prawne i ekonomiczne)	P7U_W	P7S_WG P7S_WK	
K2ESM_W8	klasyfikuje popularne cyfrowe interfejsy komunikacyjne stosowane w systemach elektronicznych i mechatronice oraz opisuje i wyjaśnia ich zasadę działania/parametry	P7U_W	P7S_WG	
K2ESM_W9	opisuje metodykę projektowania i oprogramowania elektronicznych systemów wbudowanych do zastosowań w mechatronice	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ESM_W10	opisuje techniki druku 3D, w tym ich obszary zastosowania, zalety, wady oraz ograniczenia	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ESM_W11	opisuje zagadnienia związane z teorią niezawodności w mechatronice, w tym: metody testowania i diagnostyki systemów mechatronicznych, charakterystyki rozkładów niezawodności, estymacji parametrów niezawodności, modeli uszkodzeń	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ESM_W12	omawia, interpretuje i analizuje zagadnienia dotyczące aplikacji układów cyfrowych, programowalnych układów logicznych, mikroprocesorów oraz mikrokontrolerów, ich architektury, właściwości oraz programowania	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Elektroniczne systemy mechatroniki</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 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającą uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2ESM_W13	opisuje i wyjaśnia konstrukcję, budowę, zasadę działania, właściwości oraz obszary zastosowań czujników chemicznych i światłowodowych oraz kierunki rozwoju nowoczesnych systemów czujnikowych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2ESM_W14	charakteryzuje złożone i kompleksowe problemy merytoryczne powiązane z elektroniką, mechatroniką, mikrosystemami oraz techniką światłowodową, wyjaśniając współzależności między nimi oraz wskazując dylematy z nimi związane	P7U_W	P7S_WG P7S_WK	P7S_WG_inż
K2ESM_W15	opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące zarządzania przedsięwzięciami, małymi przedsiębiorstwami, zespołami interdyscyplinarnymi realizującymi projekty mechatroniczne oraz pojęcia teorii i techniki systemów, zarządzania procesami operacyjnymi, innowacyjnego rozwiązywania problemów, projektowania koncepcyjnego, reguł selekcji rozwiązań	P7U_W	P7S_WG P7S_WK	P7S_WK_inż
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
K2ESM_U1	potrafi stosować w praktyce mechatronicznej pojęcia rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej	P7U_U	P7S_UW	
K2ESM_U2	wykonując prace laboratoryjne, projektowe i badawcze, pracując samodzielnie lub zespołowo, biegle posługuje się dokumentacją techniczną, kartami charakterystyk, przestrzega zasad BHP, norm i standardów technicznych, dobiera i projektuje odpowiedni plan eksperymentu pomiarowego bądź badawczego, formuje hipotezy oraz dokonuje oszacowania ekonomicznego/czasowego	P7U_U	P7S_UW P7S_UO	P7S_UW_inż
K2ESM_U3	podczas realizacji zajęć kieruje pracą zespołu oraz aktywnie współpracuje z innymi osobami w celu skutecznej realizacji zadań i projektów zespołowych	P7U_U	P7S_UU P7S_UO	

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Elektroniczne systemy mechatroniki</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 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2ESM_U4	potrafi projektować, uruchamiać i testować elektroniczne układy analogowe, cyfrowe i analogowo-cyfrowe, w tym systemy elektroniczne, sterowania, bezbateryjne i bezprzewodowe	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U5	ocenia i porównuje ze względu na parametry opisujące układy scalone analogowe i cyfrowe oraz dokonuje analizy ich pracy w różnych zastosowaniach; ocenia przydatność i możliwość wykorzystania nowych rozwiązań dotyczących układów i metod przetwarzania sygnałów	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U6	właściwie dobiera i stosuje specjalistyczne metody i narzędzia numeryczne komputerowego wspomaganie działań projektowych, w szczególności przy projektowaniu układów elektronicznych, modelowaniu 2D/3D, projektowaniu aplikacji sterujących, modelowaniu działania układów oraz systemów elektronicznych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U7	projektuje, programuje i korzysta z wirtualnej aparatury kontrolno-pomiarowej oraz zestawia i konfiguruje odpowiednie wirtualne systemy kontrolno-pomiarowe stosowane w mechatronice	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U8	umiejętnie wykorzystuje wiedzę z zakresu fizycznej realizacji komputerów kwantowych w nawiązaniu do dzisiejszych możliwości technologicznych i ich próbami rozwiązania, przeprowadza eksperymenty myślowe oraz obliczeniowe z zakresu mechaniki i informatyki kwantowej	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U9	wybiera i konfiguruje cyfrowy interfejs komunikacyjny zgodnie z wymaganiami projektu mechatronicznego	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U10	obsługuje specjalistyczną aparaturę pomiarową i montuje systemy pomiarowe w zakresie techniki światłowodowej	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Elektroniczne systemy mechatroniki</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 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2ESM_U11	dobiera odpowiednie mikromaszyny (w tym MOEMS) i mikronapędy do zastosowań praktycznych oraz potrafi je zastosować w praktyce	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U12	posługuje się specjalistycznym językiem obcym co najmniej na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz zna więcej niż jeden język obcy	P7U_U	P7S_UK	
K2ESM_U13	projektuje, oprogramowuje i wykonuje układy cyfrowe, mikrokontrolerowe oraz systemy wbudowane będące integralną częścią systemu mechatronicznego	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U14	potrafi obsługiwać drukarki 3D, dobiera, adaptuje oraz wdraża technologię druku 3D w procesie/systemie wytwarzania w celu polepszenia parametrów technicznych bądź ekonomicznych końcowego wyrobu/produktu	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U15	rozwiązuje zagadnienia dotyczące niezawodności systemów mechatronicznych, w tym: oblicza charakterystyki i parametry niezawodnościowe z wykorzystaniem danych pomiarowych, planuje sposoby testowania i diagnostyki	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U16	projektuje czujniki chemiczne i światłowodowe oraz opracowuje założenia dotyczące ich konstrukcji oraz parametrów użytkowych oraz potrafi zastosować odpowiednie konstrukcje w projektowanych systemach czujnikowych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ESM_U17	formułuje i wyczerpująco uzasadnia opinie, bierze udział w dyskusji/debacie oraz wygłasza prezentacje, w tym z zakresu nauk inżyniersko-technicznych na tematy związane z dyscypliną Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, dostosowując wypowiedź do odbiorcy (w tym do odbiorcy spoza środowiska specjalistów)	P7U_U	P7S_UW P7S_UK	

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Elektroniczne systemy mechatroniki</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 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2ESM_U18	samodzielnie wyszukuje źródła literaturowe, uzupełnia własną wiedzę oraz potrafi przygotować opracowanie naukowe, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych oraz przedstawia opisy zagadnień szczegółowych z zakresu nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne	P7U_U	P7S_UW P7S_UK P7S_UU	P7S_UW_inż
K2ESM_U19	planuje i realizuje proces samokształcenia, określa możliwe kierunki dalszego poszerzania wiedzy, umiejętności i kompetencji, a także ukierunkowuje innych w tym zakresie	P7U_U	P7S_UU	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
K2ESM_K1	wykazuje gotowość do tworzenia i rozwijania norm oraz standardów postępowania w życiu i środowisku pracy (w szczególności związanym z systemami elektronicznymi oraz mechatroniką)	P7U_K		
K2ESM_K2	jest świadomy konieczności samodzielnej, krytycznej oceny zakresu/poziomu swojej wiedzy i umiejętności zawodowych zarówno w zakresie nauk inżynieryjno-technicznych, jak i w wymiarze interdyscyplinarnym	P7U_K	P7S_KK	
K2ESM_K3	wykazuje gotowość do samodzielnego uzupełniania własnej wiedzy, doskonalenia swoich umiejętności, inspirowania innych do samokształcenia oraz organizowania procesu uczenia się innych osób	P7U_K	P7S_KO P7S_KK	
K2ESM_K4	jest przygotowany do samodzielnego organizowania pracy zespołu, kierowania jego pracą oraz współpracy z innymi osobami, przyjmując różne role w zespole	P7U_K	P7S_KO	



Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Elektroniczne systemy mechatroniki</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 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającą uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2ESM_K5	wykazuje gotowość do identyfikowania, krytycznej analizy i rozstrzygnięcia problemów pojawiających się w miejscu pracy, samodzielnie poszukuje oraz dobiera metody i narzędzia rozwiązywania problemów, przewiduje skutki podejmowanych decyzji, jest świadomy odpowiedzialności za własne przygotowanie do pracy i prowadzone działania oraz zasięga opinii ekspertów w sytuacjach problematycznych	P7U_K	P7S_KO P7S_KK P7S_KR	
K2ESM_K6	inicjuje zmiany w miejscu pracy, uczestnicząc w ich planowaniu i wdrażaniu, przewidując skutki wprowadzonych zmian, myśli i działa w sposób przedsiębiorczy bądź na rzecz interesu publicznego	P7U_K	P7S_KO P7S_KK	
K2ESM_K7	przestrzega zasad etyki zawodowej, zachowuje się w sposób profesjonalny, identyfikuje i koryguje nieprawidłowości, występujące we własnym zachowaniu bądź środowisku pracy	P7U_K	P7S_KR	

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

<b>Kierunek studiów:</b> Elektroniczne systemy mechatroniki	<b>Profil:</b> ogólnoakademicki
<b>Poziom studiów:</b> studia II stopnia	<b>Forma studiów:</b> stacjonarna

## 1. Opis ogólny

<i>1.1 Liczba semestrów: 3</i>	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 90</i>
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1005</i>	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia) Procedura, tryb i wymagania rekrutacyjne są corocznie określone przez Senat PWr. Informacje dotyczące rekrutacji na studia znajdują się na stronie internetowej Działu Rekrutacji PWr. Dodatkowym wymogiem rekrutacji na studia II stopnia jest ukończenie przez kandydata kierunku studiów z listy kierunków pokrewnych. Lista ta jest publikowana na stronie internetowej Działu Rekrutacji PWr.</i>
<i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów: <b>magister inżynier</b></i>	<i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia Absolwent studiów II stopnia kierunku Elektroniczne systemy mechatroniki posiada wiedzę i umiejętności z zakresu projektowania, konstruowania i wdrażania systemów elektronicznych stosowanych w nowoczesnej mechatronice. Zdobywając specjalistyczną wiedzę z zakresu elektroniki, optoelektroniki, programowania oraz techniki cyfrowej i pomiarowej, ze szczególnym uwzględnieniem zaawansowanych technik mechatronicznych (m.in. druk 3D, modelowanie numeryczne, mikrosystemy elektromechaniczne), potrafi zintegrować lub stworzyć praktyczne systemy użytkowe. Absolwent kierunku zna specjalnościowy język obcy na poziomie średniozaawansowanym. Zdobyte kompleksowe kompetencje techniczne oraz miękkie przygotowują absolwenta zarówno do pracy</i>

	<p>w przedsiębiorstwach produkcyjnych o szerokim profilu (m.in. motoryzacja, przemysł lotniczy, produkcja aparatury medycznej i diagnostycznej oraz sprzętów gospodarstwa domowego), jak również dają możliwość rozwinięcia własnej działalności gospodarczej. Jednocześnie, zdobywanie wiedzy i umiejętności w nowoczesnych laboratoriach dydaktycznych i naukowo-dydaktycznych pod okiem profesjonalnej kadry pozwala na kontynuowanie kształcenia na studiach III stopnia oraz prowadzenie badań w działach R&amp;D przedsiębiorstw przemysłowych.</p>
<p>1.7 <i>Możliwość kontynuacji studiów</i>  <i>Możliwość ubiegania się o przyjęcie do szkoły doktorskiej, studia podyplomowe</i></p>	<p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju</i>  <i>Zgodnie z misją Politechniki Wrocławskiej „prowadzenia interdyscyplinarnych badań i kształcenia na miarę oczekiwań społeczeństwa i gospodarki” kierunek studiów pozostaje w związku ze sformułowanymi celami strategicznymi Uczelni w następujący sposób:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Zwiększenie skorelowania działalności uczelni z potrzebami rynku - absolwenci kierunku są jednymi z najbardziej poszukiwanych specjalistów na rynku pracy.</i></li> <li>2. <i>Podniesienie poziomu jakości kształcenia poprzez interdyscyplinarność dydaktyczną – kierunek studiów jest wysoce interdyscyplinarny, związany z różnymi dziedzinami elektroniki, sensoryki, techniki cyfrowej i mikroprocesorowej, programowania oraz mechaniki.</i></li> <li>3. <i>Podniesienie poziomu przedsiębiorczości oraz zaangażowania w procesy badawcze studentów i doktorantów – przedmioty specjalistyczne, aktywna praca w laboratoriach badawczych i realizacja pracy dyplomowej łączy się z włączeniem studentów w prace badawcze kadry Wydziału.</i></li> <li>4. <i>Koncentracja na współpracy z regionem – absolwenci kierunku otrzymują wykształcenie zgodne z profilem działalności najbardziej rozwijających się branż przemysłowych Dolnego Śląska. Kompetencje przekazywane są przez wykładowców ściśle współpracujących z przemysłem oraz realizujących projekty wdrożeniowe.</i></li> <li>5. <i>Budowanie zasad współpracy opartej na partnerstwie i wzajemnym zaufaniu – w procesie dydaktycznym są realizowane wytyczne władz Wydziału dotyczące wzajemnego partnerstwa w relacjach student-student oraz student-nauczyciel akademicki. Podczas zajęć o charakterze projektowym studenci są mobilizowani do samodzielnej, kreatywnej i zespołowej pracy, gdzie konieczne jest rozwiązywanie złożonych problemów technicznych.</i></li> </ol>

## 2. Opis szczegółowy

- 2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 15, U (umiejętności) = 19, K (kompetencje) = 7,  
 $W + U + K = 41$
- 2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:  
D1 Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne – 41
- 2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:  
D1 Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne – 100% punktów ECTS
- 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 - DN (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2):  
64 punktów ECTS
- 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. 1.2)  
nie dotyczy
- 2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy  
*Zawód mechatronik znajduje się na liście 30 zawodów z prognozowanym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego największym zapotrzebowaniem na rynku pracy w najbliższych latach. Równocześnie w 2021 roku 2/3 polskich firm traktowało cyfryzację jako jeden ze swoich kluczowych celów strategicznych (raport „Brother Digital Transformation”, 2021). Natomiast wśród najbardziej cenionych kompetencji miękkich inżyniera mają znajdować się: kompleksowe rozwiązywanie problemów, krytyczne myślenie, kreatywność oraz koordynacja działań [źródło: Future of skills. Employment in 2030]. Stąd też zakładane efekty uczenia się związane z kompetencjami technicznymi w zakresie nowoczesnych technologii mechatronicznych, systemów elektronicznych, cyfrowych układów programowalnych oraz modelowania komputerowego są zbieżne z potrzebami obecnego i przyszłego rynku pracy. Osiąganie efektów uczenia związanych z kompetencjami miękkimi wymaganymi przez rynek pracy realizowane jest na dwa sposoby. Pierwszy to uczestnictwo w odpowiednio dobranych ogólnouczelnianych przedmiotach humanistycznych i menadżerskich. Drugi to realizacja samodzielnych lub grupowych zajęć projektowych, w których duży nacisk kładziony jest na interdyscyplinarność realizowanych projektów, umiejętność podjęcia współpracy, koordynacji prac i samodzielnego poszukiwania rozwiązań problemów.*
- 2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU<sup>1</sup>, przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)  
50 punktów 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	31
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	29
Łączna liczba punktów ECTS	60

**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) 9 punktów ECTS**

**2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 35 punktów ECTS**

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

*W zestawie przedmiotów tworzących program studiów wykorzystane są następujące formy prowadzenia zajęć:*

*wykłady prowadzone z wykorzystaniem nowoczesnych technik i zasobów infrastrukturalnych Uczelni,*

- zajęcia laboratoryjne realizowane indywidualnie lub zespołowo w nowoczesnych laboratoriach dydaktycznych oraz technologiczno-badawczych Wydziału,*
- zajęcia projektowe prowadzone w większości zgodnie z koncepcją „learning by doing”,*
- seminaria, na których studenci prezentują rezultaty związane z samodzielnym rozwiązywaniem problemów i zdobywaniem wiedzy wykraczającej poza materiał wykładowy,*
- zajęcia ćwiczeniowe do praktycznej nauki języka obcego.*

*Efekty uczenia się przypisane do kategorii „wiedza”, w tym treści programowe z nimi związane, przekazywane są podczas wykładów oraz zajęć audytoryjno-seminaryjnych. Efekty obejmujące umiejętności, kompetencje społeczne oraz inżynierskie osiągnane są na zajęciach o charakterze praktycznym, przy bezpośrednim kontakcie z nauczycielami akademickimi, prowadzonych w formie ćwiczeń, laboratoriów bądź zajęć projektowych.*

*Osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się przez studentów jest weryfikowane na bieżąco poprzez systematyczną ocenę prowadzoną w postaci: kartkówki, odpowiedzi ustnych, sprawozdań, protokołów laboratoryjnych, projektów bądź prezentacji multimedialnych. Na wykładach osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się, obejmujących szerszy zakres treści programowe, weryfikowane jest przez kolokwia/egzaminy cząstkowe bądź końcowe.*

*Specjalnym przedmiotem, umożliwiającym studentowi utrwalenie osiągniętych efektów uczenia się, jest praca dyplomowa, obejmująca złożone problemy praktyczne oraz zagadnienia pomiarowo-badawcze.*

*Studenci mają możliwość korzystania z dodatkowych, nieobowiązkowych form kształcenia, które sprzyjają osiągnięciu efektów uczenia się poprzez uczestnictwo w konsultacjach merytorycznych, konsultacjach laboratoryjnych oraz dodatkowych zajęciach współorganizowanych przez Wydział z branżowymi firmami zewnętrznymi (np. w ramach programu IQRF Smart School), jak również poprzez angażowanie się w działalność Kół Naukowych Studentów, w których realizowane są różne projekty, seminaria i szkoły naukowe.*

## 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):

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.	W10ESM-SM0026W	Zarządzanie małą firmą	2					K2ESM_W15 K2ESM_K6	30	90	3	0	1	T/Z	Z				KO
2.	W08W12-SM0001S	Komunikacja społeczna					1	K2ESM_U17 K2ESM_K4 K2ESM_K6	15	60	2	0	1	T/Z	Z	O			KO
Razem			2	0	0	0	1		45	150	5	0	2						

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Łączna 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					
2	0	0	0	1	45	150	5	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/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

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

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	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.	W13ESM-SM1454W	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa	1					K2ESM_W1	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z	O			PD
2.	W13ESM-SM1454L	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa			1			K2ESM_U1	15	60	2	0	0,6	T	Z	O		P	PD
Razem			1	0	1	0	0		30	90	3	0	1,1						

### 4.1.2.2 Blok *Fizyka*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	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.	W11W12-SM4901W	Fizyka	1					K2ESM_W2	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z	O			PD
Razem			1	0	0	0	0		15	30	1	0	0,5						

### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna 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					
2	0	1	0	0	45	120	4	0	1,6

<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 w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych 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*

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.	W12ESM-SM0001W	Systemy elektroniczne w mechatronice	1					K2ESM_W3 K2ESM_W7	15	30	1	1	1	T/Z	E		DN		K
2.	W12ESM-SM0001P	Systemy elektroniczne w mechatronice				1		K2ESM_U2 K2ESM_U3 K2ESM_U4 K2ESM_K1	15	60	2	2	0,7	T	Z		DN	P	K
3.	W12ESM-SM0002W	Konstrukcja aparatury elektronicznej	1					K2ESM_W3 K2ESM_W7	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
4.	W12ESM-SM0003W	Modelowanie 2D/3D	1					K2ESM_W5	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
5.	W12ESM-SM0003L	Modelowanie 2D/3D			1			K2ESM_U6 K2ESM_K3	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P	K
6.	W12ESM-SM0004L	Programowanie graficzne w mechatronice			1			K2ESM_W6 K2ESM_U6	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P	K
7.	W12ESM-SM0005W	Informatyka kwantowa	2					K2ESM_W2 K2ESM_W7	30	60	2	0	1,5	T/Z	E				K
8.	W12ESM-SM0005L	Informatyka kwantowa			1			K2ESM_U8 K2ESM_K3	15	30	1	0	0,6	T	Z			P	K
9.	W12ESM-SM0005S	Informatyka kwantowa					2	K2ESM_W7 K2ESM_U8	30	60	2	0	1,2	T/Z	Z			P	K
10.	W12ESM-SM0006W	Technika światłowodowa	1					K2ESM_W2	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
11.	W12ESM-SM0006L	Technika światłowodowa			1			K2ESM_U2 K2ESM_U10 K2ESM_K1 K2ESM_K3	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P	K
12.	W12ESM-SM0007W	Mikromechanizmy i mikronapędy	2					K2ESM_W2 K2ESM_W7	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
13.	W12ESM-SM0007L	Mikromechanizmy i mikronapędy			1			K2ESM_U2 K2ESM_U11	15	60	2	2	0,7	T	Z		DN	P	K

<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 w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

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

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>
14.	W12ESM-SM0012P	Laboratorium otwarte - projekt zespołowy				2		K2ESM_W3 K2ESM_U2 K2ESM_U3 K2ESM_U4 K2ESM_K4 K2ESM_K5 K2ESM_K7	30	60	2	2	2	T	Z		DN	P	K
15.	W12ESM-SM0013W	Programowanie systemów wbudowanych w mechatronice	2					K2ESM_W9	30	60	2	0	1,5	T/Z	E				K
16.	W12ESM-SM0013P	Programowanie systemów wbudowanych w mechatronice				2		K2ESM_U13 K2ESM_K3 K2ESM_K4	30	60	2	0	1,2	T	Z			P	K
17.	W12ESM-SM0014W	Techniki druku 3D	1					K2ESM_W10	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
18.	W12ESM-SM0014L	Techniki druku 3D			2			K2ESM_U2 K2ESM_U14 K2ESM_K1 K2ESM_K3	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
19.	W12ESM-SM0015W	Niezawodność w mechatronice	1					K2ESM_W11	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z				K
20.	W12ESM-SM0015L	Niezawodność w mechatronice			1			K2ESM_U15 K2ESM_K1 K2ESM_K6	15	30	1	0	0,6	T	Z			P	K
21.	W12ESM-SM0016W	Czujniki chemiczne i światłowodowe	1					K2ESM_W13	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
22.	W12ESM-SM0016L	Czujniki chemiczne i światłowodowe			2			K2ESM_U2 K2ESM_U16 K2ESM_K3	30	90	3	3	1,2	T	Z		DN	P	K
23.	W12ESM-SM0017W	MOEMSy	1					K2ESM_W2 K2ESM_W7	15	60	2	2	1	T/Z	E		DN		K
24.	W12ESM-SM0017L	MOEMSy			2			K2ESM_U2 K2ESM_U11 K2ESM_K3	30	90	3	3	1,2	T	Z		DN	P	K
25.	W12ESM-SM0022W	Systemy bezbateryjne i bezprzewodowe	1					K2ESM_W3	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
26.	W12ESM-SM0022P	Systemy bezbateryjne i bezprzewodowe				2		K2ESM_U4 K2ESM_K4	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K

<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 w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

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

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>
27.	W12ESM-SM0023W	Systemy sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej	1					K2ESM_W3	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
28.	W12ESM-SM0023S	Systemy sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej					1	K2ESM_U4 K2ESM_U6 K2ESM_K1	15	60	2	2	0,6	T/Z	Z		DN	P	K
29.	W12ESM-SM0027S	Seminarium dyplomowe					2	K2ESM_W14 K2ESM_U17 K2ESM_U19 K2ESM_K2 K2ESM_K3 K2ESM_K6	30	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN	P	K
Razem			16	0	12	7	5		600	1380	46	35	25,4						

**Razem (dla bloków kierunkowych):**

Łączna 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	12	7	5	600	1380	46	35	25,4

<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 w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych 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):

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.		Język obcy I		1				K2ESM_U12	15	30	1	0	0,5	T	Z	O		P	KO
2.		Język obcy II		3				K2ESM_U12	45	60	2	0	1,5	T	Z	O		P	KO
Razem			0	4	0	0	0		60	90	3	0	2						

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Łączna 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

## 4.2.2 Lista bloków kierunkowych

#### 4.2.2.1 Blok wybieralne kierunkowe (min. 16 pkt ECTS):

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.	ESM-SM00101BK	Przetwarzanie sygnałów	1	0	2	0	0		45	120	4	4	1,7						
	W12ESM-SM0008W	Projektowanie układów przetwarzania sygnałów	1					K2ESM_W4	15	60	2	2	0,5	T/Z	Z		DN		K
	W12ESM-SM0008L	Projektowanie układów przetwarzania sygnałów			2			K2ESM_U2 K2ESM_U5	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
	W12ESM-SM0009W	Elementy układów przetwarzania sygnałów	1					K2ESM_W4	15	60	2	2	0,5	T/Z	Z		DN		K
	W12ESM-SM0009L	Elementy układów przetwarzania sygnałów			2			K2ESM_U2 K2ESM_U5	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K

<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 w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

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

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>
2.	<b>ESM-SM00102BK</b>	<b>Cyfrowe interfejsy komunikacyjne</b>	1	0	0	2	0		45	90	3	0	1,7						
	W12ESM-SM0010W	Cyfrowa wymiana danych	1					K2ESM_W8	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z				K
	W12ESM-SM0010P	Cyfrowa wymiana danych				2		K2ESM_U2 K2ESM_U9	30	60	2	0	1,2	T	Z			P	K
	W12ESM-SM0011W	Interfejsy cyfrowe	1					K2ESM_W8	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z				K
	W12ESM-SM0011P	Interfejsy cyfrowe				2		K2ESM_U2 K2ESM_U9	30	60	2	0	1,2	T	Z			P	K
3.	<b>ESM-SM00201BK</b>	<b>Układy cyfrowe i mikroprocesorowe</b>	1	0	2	0	0		45	90	3	3	1,7						
	W12ESM-SM0018W	Programowalne układy logiczne	1					K2ESM_W12	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
	W12ESM-SM0018L	Programowalne układy logiczne			2			K2ESM_U2 K2ESM_U13	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
	W12ESM-SM0019W	Programowanie mikrokontrolerów	1					K2ESM_W12	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
	W12ESM-SM0019L	Programowanie mikrokontrolerów			2			K2ESM_U2 K2ESM_U13	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
4.	<b>ESM-SM00202BK</b>	<b>Wirtualna aparatura kontrolna i sterująca</b>	1	0	2	0	0		45	90	3	3	1,7						
	W12ESM-SM0020W	Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych	1					K2ESM_W6	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
	W12ESM-SM0020L	Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych			2			K2ESM_U2 K2ESM_U7	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
	W12ESM-SM0021W	Wirtualne przyrządy pomiarowe	1					K2ESM_W6	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
	W12ESM-SM0021L	Wirtualne przyrządy pomiarowe			2			K2ESM_U2 K2ESM_U7	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
5.	<b>ESM-SM00301BK</b>	<b>Metody modelowania numerycznego</b>	1	0	2	0	0		45	90	3	3	1,7						
	W12ESM-SM0024W	Modelowanie mikrosystemów	1					K2ESM_W5	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
	W12ESM-SM0024L	Modelowanie mikrosystemów			2			K2ESM_U6 K2ESM_K3	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
	W12ESM-SM0025W	Modelowanie nanosystemów	1					K2ESM_W5	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K

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

12

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

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

<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 o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

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

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>
	W12ESM-SM0025L	Modelowanie nanosystemów			2			K2ESM_U6 K2ESM_K3	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
6.	W12ESM-SM0028D	Praca dyplomowa magisterska				2		K2ESM_W14 K2ESM_U2 K2ESM_U18 K2ESM_U19 K2ESM_K2 K2ESM_K5 K2ESM_K7	30	480	16	16	10,5	T	Z		DN	P	K
Razem			5	0	8	4	0		255	960	32	29	19						

#### Razem dla bloków kierunkowych:

Łączna 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	8	4	0	255	960	32	29	19

#### 4.3 Blok „praca dyplomowa”

Typ pracy dyplomowej	magisterska	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	16	W12ESM-SM0028D
Charakter pracy dyplomowej		
Studenci Wydziału w zbiorze przygotowanych do wyboru tematów prac dyplomowych mają do wyboru prace dyplomowe o charakterze: analitycznym, technologicznym, projektowym, konstrukcyjnym, użytkowym, aplikacyjnym, badawczym, przeglądowym		
Liczba punktów ECTS BU <sup>1</sup>	10,5	
Liczba punktów ECTS DN <sup>5</sup>	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 w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

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

## 5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	egzamin, kolokwium
ćwiczenia	odpowiedź ustna, test, kolokwium
laboratorium	odpowiedź ustna, „wejściówka”, wykonywanie ćwiczenia, sprawozdanie (protokół) z laboratorium
projekt	oceny częściowe, obrona projektu
seminarium	udział w dyskusji, prezentacja multimedialna tematu
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa, opinia o pracy dyplomowej jako dzieła, ocena stopnia zaawansowania i osiągnięcia celów badawczych

## 6. Zakres egzaminu dyplomowego

Zakres egzaminu dyplomowego obejmuje treści kształcenia przekazywane w ramach studiów. Lista obowiązujących zagadnień dyplomowych w danym roku akademickim jest corocznie aktualizowana w konsultacji z nauczycielami akademickimi prowadzącymi poszczególne kursy oraz zatwierdzana przez Komisję Programową i publikowana na stronie internetowej Wydziału.

## 7. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach Brak wymagań

<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 w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów częściowych o charakterze praktycznym

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

## 8. Plan studiów (załącznik nr 4)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....  
Data

.....  
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

\*niepotrzebne skreślić

<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 w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

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

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

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

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



## **PLAN STUDIÓW**

**WYDZIAŁ:** Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

**KIERUNEK STUDIÓW:** Elektroniczne systemy mechatroniki

**POZIOM KSZTAŁCENIA:** studia drugiego stopnia

**FORMA STUDIÓW:** stacjonarna

**PROFIL:** ogólnoakademicki

**SPECJALNOŚĆ:** n/d

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:** język polski

**OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:** 2022/2023

## **Struktura planu studiów (opcjonalnie)**

1) w układzie punktowym

*(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)*

2) w układzie godzinowym

*(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)*

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

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 22

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zali- czenia	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.	W12ESM-SM0001W	Systemy elektroniczne w mechatronice	1					K2ESM_W3 K2ESM_W7	15	30	1	1	1	T/Z	E		DN		K
2.	W12ESM-SM0001P	Systemy elektroniczne w mechatronice				1		K2ESM_U2 K2ESM_U3 K2ESM_U4 K2ESM_K1	15	60	2	2	0,7	T	Z		DN	P	K
3.	W12ESM-SM0002W	Konstrukcja aparatury elektronicznej	1					K2ESM_W3 K2ESM_W7	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
4.	W12ESM-SM0003W	Modelowanie 2D/3D	1					K2ESM_W5	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
5.	W12ESM-SM0003L	Modelowanie 2D/3D			1			K2ESM_U6 K2ESM_K3	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P	K
6.	W12ESM-SM0004L	Programowanie graficzne w mechatronice			1			K2ESM_W6 K2ESM_U6	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P	K
7.	W12ESM-SM0005W	Informatyka kwantowa	2					K2ESM_W2 K2ESM_W7	30	60	2	0	1,5	T/Z	E				K
8.	W12ESM-SM0005L	Informatyka kwantowa			1			K2ESM_U8 K2ESM_K3	15	30	1	0	0,6	T	Z			P	K
9.	W12ESM-SM0005S	Informatyka kwantowa					2	K2ESM_W7 K2ESM_U8	30	60	2	0	1,2	T/Z	Z			P	K
10.	W12ESM-SM0006W	Technika światłowodowa	1					K2ESM_W2	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
11.	W12ESM-SM0006L	Technika światłowodowa			1			K2ESM_U2 K2ESM_U10 K2ESM_K1 K2ESM_K3	15	30	1	1	0,6	T	Z		DN	P	K
12.	W12ESM-SM0007W	Mikromechanizmy i mikronapędy	2					K2ESM_W2 K2ESM_W7	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
13.	W12ESM-SM0007L	Mikromechanizmy i mikronapędy			1			K2ESM_U2 K2ESM_U11	15	60	2	2	0,7	T	Z		DN	P	K
14.	W13ESM-SM1454W	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa	1					K2ESM_W1	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z	O			PD
15.	W13ESM-SM1454L	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa			1			K2ESM_U1	15	60	2	0	0,6	T	Z	O		P	PD

<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, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – 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

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	łąćzna	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>
16.	W11W12-SM4901W	Fizyka	1					K2ESM_W2	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z	O			PD
		Razem	10	0	6	1	2		285	660	22	13	11,6						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (Przetwarzanie sygnałów) (minimum 45 godzin w semestrze, 4 punkty ECTS)

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	łąćzna	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.	W12ESM-SM0008W	Projektowanie układów przetwarzania sygnałów	1					K2ESM_W4	15	60	2	2	0,5	T/Z	Z		DN		K
2.	W12ESM-SM0008L	Projektowanie układów przetwarzania sygnałów			2			K2ESM_U2 K2ESM_U5	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
3.	W12ESM-SM0009W	Elementy układów przetwarzania sygnałów	1					K2ESM_W4	15	60	2	2	0,5	T/Z	Z		DN		K
4.	W12ESM-SM0009L	Elementy układów przetwarzania sygnałów			2			K2ESM_U2 K2ESM_U5	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
		Razem	1	0	2	0	0		45	120	4	4	1,7						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (Cyfrowe interfejsy komunikacyjne) (minimum 45 godzin w semestrze, 3 punkty ECTS)

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	łąćzna	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.	W12ESM-SM0010W	Cyfrowa wymiana danych	1					K2ESM_W8	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z				K
2.	W12ESM-SM0010P	Cyfrowa wymiana danych				2		K2ESM_U2 K2ESM_U9	30	60	2	0	1,2	T	Z			P	K
3.	W12ESM-SM0011W	Interfejsy cyfrowe	1					K2ESM_W8	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z				K
4.	W12ESM-SM0011P	Interfejsy cyfrowe				2		K2ESM_U2 K2ESM_U9	30	60	2	0	1,2	T	Z			P	K
		Razem	1	0	0	2	0		45	90	3	0	1,7						

<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, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

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

### Kursy/grupy kursów wybieralne (Język obcy B2+) (minimum 15 godzin w semestrze, 1 punkt ECTS)

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 I		1				K2ESM_U12	15	30	1	0	0,5	T	Z	O		P	KO
		Razem	0	1	0	0	0		15	30	1	0	0,5						

### Razem w semestrze

Łączna 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					
12	1	8	3	2	390	900	30	17	15,5

## Semestr 2

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 22

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.	W12ESM-SM0012P	Laboratorium otwarte - projekt zespołowy					2	K2ESM_W3 K2ESM_U2 K2ESM_U3 K2ESM_U4 K2ESM_K4 K2ESM_K5 K2ESM_K7	30	60	2	2	2	T	Z		DN	P	K
2.	W12ESM-SM0013W	Programowanie systemów wbudowanych w mechatronice	2					K2ESM_W9	30	60	2	0	1,5	T/Z	E				K
3.	W12ESM-SM0013P	Programowanie systemów wbudowanych w mechatronice					2	K2ESM_U13 K2ESM_K3 K2ESM_K4	30	60	2	0	1,2	T	Z			P	K
4.	W12ESM-SM0014W	Techniki druku 3D	1					K2ESM_W10	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K

<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, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – 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

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>
5.	W12ESM-SM0014L	Techniki druku 3D			2			K2ESM_U2 K2ESM_U14 K2ESM_K1 K2ESM_K3	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
6.	W12ESM-SM0015W	Niezawodność w mechatronice	1					K2ESM_W11	15	30	1	0	0,5	T/Z	Z				K
7.	W12ESM-SM0015L	Niezawodność w mechatronice			1			K2ESM_U15 K2ESM_K1 K2ESM_K6	15	30	1	0	0,6	T	Z			P	K
8.	W12ESM-SM0016W	Czujniki chemiczne i światłowodowe	1					K2ESM_W13	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
9.	W12ESM-SM0016L	Czujniki chemiczne i światłowodowe			2			K2ESM_U2 K2ESM_U16 K2ESM_K3	30	90	3	3	1,2	T	Z		DN	P	K
10.	W12ESM-SM0017W	MOEMSy	1					K2ESM_W2 K2ESM_W7	15	60	2	2	1	T/Z	E		DN		K
11.	W12ESM-SM0017L	MOEMSy			2			K2ESM_U2 K2ESM_U11 K2ESM_K3	30	90	3	3	1,2	T	Z		DN	P	K
12.	W08W12-SM0001S	Komunikacja społeczna					1	K2ESM_U17 K2ESM_K4 K2ESM_K6	15	60	2	0	1	T/Z	Z	O			KO
Razem			6	0	7	4	1		270	660	22	14	12,4						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (Układy cyfrowe i mikroprocesorowe) (minimum 45 godzin w semestrze, 3 punkty ECTS)

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.	W12ESM-SM0018W	Programowalne układy logiczne	1					K2ESM_W12	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
2.	W12ESM-SM0018L	Programowalne układy logiczne			2			K2ESM_U2 K2ESM_U13	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
3.	W12ESM-SM0019W	Programowanie mikrokontrolerów	1					K2ESM_W12	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
4.	W12ESM-SM0019L	Programowanie mikrokontrolerów			2			K2ESM_U2 K2ESM_U13	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
Razem			1	0	2	0	0		45	90	3	3	1,7						

<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, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – 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

### Kursy/grupy kursów wybieralne (Wirtualna aparatura kontrolna i sterująca) (minimum 45 godzin w semestrze, 3 punkty ECTS)

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.	W12ESM-SM0020W	Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych	1					K2ESM_W6	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
2.	W12ESM-SM0020L	Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych			2			K2ESM_U2 K2ESM_U7	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
3.	W12ESM-SM0021W	Wirtualne przyrządy pomiarowe	1					K2ESM_W6	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
4.	W12ESM-SM0021L	Wirtualne przyrządy pomiarowe			2			K2ESM_U2 K2ESM_U7	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
Razem			1	0	2	0	0		45	90	3	3	1,7						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (Język obcy A1/A2) (minimum 45 godzin w semestrze, 2 punkty ECTS)

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>
		Język obcy II		3				K2ESM_U12	45	60	2		1,5	T	Z	O		P	KO
Razem			0	3	0	0	0		45	60	2		1,5						

### Razem w semestrze:

Łączna 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	3	11	4	1	405	900	30	20	17,3

<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, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – 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

## Semestr 3

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS 11

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.	W12ESM-SM0022W	Systemy bezbateryjne i bezprzewodowe	1					K2ESM_W3	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
2.	W12ESM-SM0022P	Systemy bezbateryjne i bezprzewodowe				2		K2ESM_U4 K2ESM_K4	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
3.	W12ESM-SM0023W	Systemy sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej	1					K2ESM_W3	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
4.	W12ESM-SM0023S	Systemy sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej					1	K2ESM_U4 K2ESM_U6 K2ESM_K1	15	60	2	2	0,6	T	Z		DN	P	K
5.	W10ESM-SM0026W	Zarządzanie małą firmą	2					K2ESM_W15 K2ESM_K6	30	90	3	0	1	T/Z	Z				KO
6.	W12ESM-SM0027S	Seminarium dyplomowe					2	K2ESM_W14 K2ESM_U17 K2ESM_U19 K2ESM_K2 K2ESM_K3 K2ESM_K6	30	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN	P	K
Razem			4	0	0	2	3		135	330	11	8	5						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (Metody modelowania numerycznego) (minimum 45 godzin w semestrze, 3 punkty ECTS)

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.	W12ESM-SM0024W	Modelowanie mikrosystemów	1					K2ESM_W5	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
2.	W12ESM-SM0024L	Modelowanie mikrosystemów			2			K2ESM_U6 K2ESM_K3	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
3.	W12ESM-SM0025W	Modelowanie nanosystemów	1					K2ESM_W5	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
4.	W12ESM-SM0025L	Modelowanie nanosystemów			2			K2ESM_U6 K2ESM_K3	30	60	2	2	1,2	T	Z		DN	P	K
Razem			1	0	2	0	0		45	90	3	3	1,7						

<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, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – 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



### Kursy/grupy kursów wybieralne (Praca dyplomowa magisterska) (minimum 30 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

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.	W12ESM-SM0028D	Praca dyplomowa magisterska				2		K2ESM_W14 K2ESM_U2 K2ESM_U18 K2ESM_U19 K2ESM_K2 K2ESM_K5 K2ESM_K7	30	480	16	16	10,5	T	Z		DN	P	K
Razem			0	0	0	2	0		30	480	16	16	10,5						

### Razem w semestrze:

Łączna 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	4	3	210	900	30	27	17,2

<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, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – 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

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
W12ESM-SM0001W W12ESM-SM0005W	1. Systemy elektroniczne w mechatronice 2. Informatyka kwantowa	1
W12ESM-SM0013W W12ESM-SM0017W	1. Programowanie systemów wbudowanych w mechatronice 2. MOEMSy	2

## 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	12
2	6

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....  
Data

.....  
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

<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, p, s)

<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 o charakterze praktycznym – 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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Zarządzanie małą firmą  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Small Enterprise Management  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d  
**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy  
**Kod przedmiotu:** W10ESM-SM0026W  
**Grupa kursów:** NIE

	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)	0				
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**

1. Posiada ogólną wiedzę o systemach społecznych i gospodarczych
2. Umiejętność krytycznej oceny schematów organizacyjnych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie zasad rozpoczynania działalności gospodarczej, podstaw zarządzania i marketingu  
 C2 Zdobywanie umiejętności zaplanowania działalności gospodarczej  
 C3 Uzyskanie przeświadczenia o sensowności podejmowania działalności gospodarczej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje pojęcia prawne, rachunkowe, organizacyjne konieczne do prowadzenia działalności gospodarczej

PEU\_W02 opisuje zasady kierowania organizacją

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 jest przygotowany do podejmowania inicjatyw oraz działań związanych z zakładaniem przedsiębiorstwa

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Małe i średnie przedsiębiorstwo w gospodarce rynkowej	2
Wy2	Zasady prawne i rachunkowe prowadzenia działalności gospodarczej	2
Wy3	Zasady kierowania organizacją	2
Wy4	Problemy przywództwa i jego oddziaływanie na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	2
Wy5	Zasady sporządzania umów	2

Wy6	Organizacja firmy - wymiar ludzki i globalny	2
Wy7	Zarządzania ludźmi	2
Wy8	Zarządzanie majątkiem	2
Wy9	Wskaźniki finansowe i ekonomiczne kondycji firmy	2
Wy10	Źródła finansowania działalności gospodarczej	2
Wy11	Zasady sporządzania biznesplanu	2
Wy12	Znaczenie marketingu	2
Wy13	Zasady prowadzenia negocjacji-techniki negocjacyjne	2
Wy14	Zagadnienia komunikacji i perswazji	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład problemowy  
N2. Prezentacja multimedialna

### 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(Wy)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Niezbędnik przedsiębiorcy. Praca zbiorowa; Agora 2009

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] W. Sasin; Zarządzanie małą firmą; AW InterFart Łódź 1994

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

dr inż. Leszek Nakoneczny, e-mail: leszek.nakoneczny@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Systemy elektroniczne w mechatronice**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Electronic systems in mechatronics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Systemy elektroniczne mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0001**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	egzamin			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			0,7	

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

1. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie podstaw konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem implementacji rozwiązań mechatronicznych
- C2 Nabycie umiejętności samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów elektronicznych dla mechatroniki, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C3 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do projektowania i analizy układów elektronicznych, w szczególności w aplikacjach mechatronicznych
- C4 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych układów elektronicznych
- C5 Udział studentów w prowadzonych badaniach z zakresu wykorzystania konstrukcji mechatronicznych w badaniach w mili-, mikro- i nanoskali.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 wyjaśnia zagadnienia dotyczące obszarów zastosowań i charakterystyk układów mechatronicznych oraz podstawowych pojęć z zakresu konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów mechatronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi dobrać techniki i potrzebne dane do wykonania zadania projektowego

PEU\_U02 potrafi samodzielnie wykonać projekt układów mechatronicznych

PEU\_U03 potrafi współpracować z innymi osobami oraz konsultować problemy podczas wykonywania projektu układu mechatronicznego

Z zakresu kompetencji społecznych:  
 PEU\_K01 wykazuje gotowość do uzupełniania wiedzy z zakresu układów mechatronicznych

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Część organizacyjna wykładu: ustalenie zakresu kursu i wymagań do zaliczenia, omówienie materiałów do wykładu, podanie wykazu literatury. Wykład: Zasady ustalania założeń technicznych i konstrukcyjnych.	2
Wy2	Elementy sensorowe i sterujące w układach mechatronicznych.	2
Wy3	Aktuatory, przetworniki energii, łączenie elementów – zasady implementacji układów elektronicznych w obwodach sterowania.	2
Wy4	Wybrane napędy mechatroniczne w budowie maszyn – piezoelektryczne, skokowe, serwonapędy – układy kontroli i sterowania.	2
Wy5	Napędy elektryczne – zasada działania oraz układy elektroniczne kontroli i sterowania. Metody odzyskiwania energii.	2
Wy6	Pomocnicze układy wykonawcze w układach mechatronicznych – podziały, zastosowania i metody sterowania.	2
Wy7	Zasady projektowania w układach mechatronicznych o podwyższonym poziomie bezpieczeństwa.	2
Wy8	Podsumowanie wykładu.	1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>Forma zajęć – projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Ustalenie podstawowych założeń techniczno-projektowych dla poszczególnych projektów studenckich. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr2	Analiza funkcji realizowanych przez projektowany układ mechatroniczny. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr3	Analiza danych katalogowych i przystosowanie zdobytych informacji do potrzeb projektu. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr4	Projekt układu mechatronicznego spełniającego założenia techniczno-projektowe na podstawie dotychczasowej wiedzy i umiejętności. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr5	Projekt układu elektromechanicznego dla przygotowywanego projektu. Symulacja działania podzespołów. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr6	Projekt obwodu drukowanego dla przygotowywanego projektu. Projekt konstrukcji mechanicznej i układów sensorycznych. Ocena parametrów. Dyskusja wyników.	2
Pr7	Opracowanie kodów sterujących opracowanymi systemami mechatronicznymi. Przygotowanie dokumentacji projektowej.	2
Pr8	Prezentacje i obrony projektów. Otwarta dyskusja na ich temat.	1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z multimedialnymi prezentacjami N2. Pokazy oprogramowania służącego do projektowania i analizy układów elektronicznych N3. Przykładowe analizy kart katalogowych układów optoelektronicznych N4. Materiały do wykładu i projektu on-line N5. Zadania projektowe do samodzielnego wykonania N6. Wspólne dyskusje otwarte na zajęciach na różnych etapach nauki N7. Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną N8. Praca własna studenta – przygotowanie do projektu studenckiego

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		

F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U2 PEU_U3 PEU_K1	udział merytoryczny w dyskusjach otwartych i aktywność na zajęciach
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U2 PEU_U3 PEU_K1	wykonanie i prezentacja zadania projektowego
$P(\text{Pr}) = 0,3 \cdot F1(\text{Pr}) + 0,7 \cdot F2(\text{Pr})$		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Godfrey Onwubolu, Mechatronics Principles and Applications, Elsevier Science, 2005
- [2] David Bradley & David W. Russell, Mechatronics in Action: Case Studies in Mechatronics - Applications and Education, Springer 2010
- [3] David G. Alciatore, Michael B. Histand, Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, Fourth edition, McGrawHill, 2011
- [4] A. Milella, D.Di Paola, G. Cicirelli, Mechatronic Systems Applications, InTech2010
- [5] MartínezAlfaro H. (ed.) Advances in Mechatronics, InTech 2011
- [6] Devdas Shetty, Richard A.Kolk, Mechatronics System Design, SI Version, Cengage Learning 2010
- [7] Christoph Schenk, Ulrich Tietze, Układy półprzewodnikowe, Wydawnictwa Naukowo Techniczne WNT, 1997
- [8] Sztuka elektroniki, Horowitz Paul, Hill Winfield, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, 2018
- [9] Andrzej Dębowski, Automatyka. Napęd elektryczny, WNT Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2017

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Ryszard Jabłoński & Mateusz Turkowski & Roman Szewczyk, Recent Advances in Mechatronics, Springer 2007
- [2] Klaus Janschek, Mechatronic Systems Design: Methods, Models, Concepts, Springer 2012
- [3] Ganesh R. Naik (ed.), Intelligent Mechatronics, InTech 2011
- [4] Czasopisma: Elektronika praktyczna, Elektronizacja, Przegląd Telekomunikacyjny itp. oraz katalogi branżowe

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

dr hab. inż. Andrzej Sikora, prof. uczelni, e-mail: andrzej.sikora@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Konstrukcja aparatury elektronicznej**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim:

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Elektroniczne systemy mechatroniki**

Specjalność (jeśli dotyczy): **n/d**

Poziom i forma studiów: **II stopień / stacjonarna**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **W12ESM-SM0002**

Grupa kursów: **NIE**

	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)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5				

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

1. Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Opanowanie wiedzy teoretycznej w zakresie konstruowania i wytwarzania aparatury elektronicznej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 wyjaśnia zagadnienia ogólne w zakresie konstruowania i wytwarzania aparatury elektronicznej

PEU\_W02 opisuje problemy dotyczące wpływu materiałów i środków stosowanych w montażu aparatury elektronicznej na środowisko naturalne

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp; podstawowe typy aparatury elektronicznej	1
Wy2	Ogólne zasady konstruowania aparatury elektronicznej	2
Wy3	Komputerowe wspomaganie procesu konstruowania	1
Wy4	Materiały stosowane w konstrukcjach aparatury elektronicznej	1
Wy5	Moduły i standardy w aparaturze elektronicznej	1
Wy6	Ergonomia, odbiór informacji, sterowanie	1
Wy7	Narażenia środowiskowe oddziałujące na aparaturę	2
Wy8	Odprowadzanie ciepła	1
Wy9	Kompatybilność elektromagnetyczna aparatury elektronicznej	2
Wy10	Projektowanie proekologiczne, recycling	2
Wy11	Kolokwium zaliczeniowe przedmiotu	1



Suma godzin	<b>15</b>
-------------	-----------

### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi i dyskusja  
 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(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Felba, R. Kisiel, Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2015

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. Felba, Montaż w elektronice, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010  
 [2] R. Kisiel, Podstawy technologii dla elektroników, Wydawnictwo BTC Korporacja, 2012  
 [3] Z. Krakowski, M. Wozniak, Zasady konstrukcji elektronicznej aparatury pomiarowej, Wrocław, 1976  
 [4] J. Kijak, Konstruowanie urządzeń elektronicznych, WNT, 1975  
 [5] T. Więckowski, Badania kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych, Oficyna Wydawnicza PWr, 2001

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

dr inż. Wojciech Macherzyński, e-mail: wojciech.macherzynski@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Modelowanie 2D/3D**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** 2D/3D modelling**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0003**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,6		

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

1. Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przygotowanie do projektowania mikrosystemów
- C2 Poznanie oprogramowania komputerowego wykorzystywanego do projektowania mikrosystemów
- C3 Poznanie oprogramowania komputerowego wykorzystywanego do prowadzenia symulacji pracy mikrosystemów
- C4 Przygotowanie do realizacji projektów mikrosystemów wykorzystujących druk 3D

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje i wyjaśnia zagadnienia na temat możliwych do wykorzystania narzędzi do modelowania pracy mikrosystemów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi odpowiednio dobrać narzędzia oraz metody analityczne i symulacje do rozwiązywania zagadnień inżynierskich; potrafi modelować właściwości i pracę mikrosystemów

PEU\_U02 potrafi interpretować wyniki otrzymanych symulacji komputerowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 jest przygotowany do samodzielnego uzupełniania wiedzy w zakresie narzędzi modelowania 2D/3D

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Symulacje numeryczne - wprowadzenie	2
Wy2	Modelowanie mikrosystemów	2

Wy3	Przepływ cieczy w mikroskali	2
Wy4	Zagadnienia termiczne w mikrosystemach	2
Wy5	Analiza rodzajów aktuacji w mikroskali	2
Wy6	Materiały wykorzystywane w mikrosystemach	2
Wy7	Optymalizacja w modelowaniu mikrosystemów	2
Wy8	Zaliczenie	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Platforma do symulacji komputerowych COMSOL (moduł MEMS), oprogramowanie z rodziny AutoCad - wprowadzenie	1
La2	Modelowanie aktuacji mikrobilki – porównanie dwóch środowisk symulacyjnych	6
La3	MEMS Energy harvester – modelowanie pracy elementów drukowanych 3D	3
La4	Wielostrumieniowy mikromieszalnik cieczy	3
La5	Zajęcia podsumowujące i zaliczenie	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Zajęcia laboratoryjne z wykorzystaniem komputerów  
 N2. Konsultacje  
 N3. Praca własna, przygotowanie do kartkówek i zaliczenia

### 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(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – pozytywna ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	sprawozdania z laboratorium
P(La) – średnia arytmetyczna ocen F1(La)		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Przykłady dostępne z pakietem COMSOL  
 [2] Przykłady dostępne z pakietem AutoCad – Inventor  
 [3] Instrukcje laboratoryjne

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Czasopisma naukowe dostępne w bazie czasopism Politechniki Wrocławskiej

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

dr inż. Patrycja Śniadek, e-mail: patrycja.sniadek@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Programowanie graficzne w mechatronice**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Graphical programming in mechatronics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0004**Grupa kursów:** NIE

	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)			0,6		

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu programowania, elektroniki i mechatroniki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobyć umiejętności z zakresu graficznego programowania prostych układów lub systemów kontrolno-pomiarowych stosowanych w mechatronice
- C2 Zdobyć wiedzy i umiejętności w zakresie zastosowania wirtualnych instrumentów w opracowaniu wybranych układów lub systemów mechatronicznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zasady budowania i testowania wirtualnych instrumentów

PEU\_W02 wyjaśnia zastosowanie wirtualnych instrumentów do programowania wybranych systemów kontrolno-pomiarowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi przeanalizować funkcje i zastosowanie wirtualnego instrumentu

PEU\_U02 potrafi zbudować i testować wirtualny instrument do obsługi wybranego systemu kontrolno-pomiarowego

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zastosowanie LabVIEW w aplikacjach kontrolno-pomiarowych	3
La2	Projektowanie wirtualnych instrumentów z obsługą kart DAQ	3
La3	Projekt indywidualny	3

La4	Projekt indywidualny	3
La5	Ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Zajęcia laboratoryjne z przykładami i zadaniami praktycznymi  
 N2. Praca własna – przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i sprawdzianów wiedzy  
 N3. Praca własna – opracowanie i prezentacja projektu indywidualnego  
 N4. Praca własna – platforma e-learningowa  
 N5. 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(La)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01	oceny ze sprawdzianów wiedzy
F2(La)	PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02	oceny z realizacji zadań laboratoryjnych i projektów
$P(La) = 0,5 \cdot (F1(La) + F2(La))$ średnia arytmetyczna ocen ze sprawdzianów wiedzy i realizacji zadań laboratoryjnych i projektów		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Instrukcje laboratoryjne  
 [2] Platforma e-learningowa (www.ni.com)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. Essik, Hands-on instruction to LabVIEW for scientist and engineers, Oxford University Press, 2012  
 [2] W. Tłaczała, Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo, WNT, Warszawa, 2014  
 [3] M. Chruściel, LabVIEW w praktyce, BTC, Legionowo, 2008

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

dr inż. Wojciech Kubicki, e-mail: wojciech.kubicki@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Informatyka kwantowa**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Quantum Computing**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** nie dotyczy**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0005**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		60
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5		0,6		1,2

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

1. Znajomość fizyki, a w szczególności mechaniki kwantowej.
2. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego.
3. Znajomość podstaw fizyki metali, półprzewodników, dielektryków i nadprzewodników.
4. Znajomość podstaw informatyki klasycznej.
5. Znajomość elementów analizy i algebry matematycznej.
6. Znajomość liczb zespolonych.
7. Ukończenie całego bloku kursów Fizyki.
8. Ukończenie kursu Kwantowe przetwarzanie danych.
9. Zdolność samodzielnego wykorzystania nabytej wiedzy i zastosowania posiadanych umiejętności w celu realizacji powierzonych zadań wynikających z treści przedmiotu.
10. Zdolność realizacji powierzonych zadań samodzielnie, bądź w grupie.
11. Zdolność komunikatywnego zwerbalizowania odpowiedzi, jak i pytań.
12. Zdolność pracy pod presją czasu.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie praktycznej i teoretycznej wiedzy z zakresu mechaniki kwantowej do zastosowań związanych z rozwojem komputerów kwantowych i informatyki kwantowej.
- C2 Zapoznanie się formalizmami matematycznymi i fizycznymi stosowanymi w opisie zagadnień związanych z informatyką kwantową.
- C3 Zapoznanie się z fizycznymi realizacjami komputera kwantowego.
- C4 Przeprowadzanie doświadczeń umożliwiających zobrazowanie idei działania komputera kwantowego.
- C5 Przedstawienie (omówienie) wybranego aspektu związanego z mechaniką, bądź informatyką kwantową w formie samodzielnego wystąpienia.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zagadnienia teoretyczne i praktyczne z zakresu mechaniki kwantowej

PEU\_W02 opisuje przykładowe fizyczne realizacje komputerów kwantowych w nawiązaniu do dzisiejszych możliwości technologicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi rozwiązywać zadania oraz przeprowadzić eksperymenty myślowe i obliczeniowe związane z mechaniką oraz informatyką kwantową

PEU\_U02 potrafi przeprowadzić doświadczenia laboratoryjne zmierzające do unaocznienia czym jest informatyka kwantowa

PEU\_U03 potrafi samodzielnie prezentować zagadnienia dotyczące mechaniki i informatyki kwantowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 wykazuje gotowość do pogłębiania wiedzy w zakresie zagadnień informatyki kwantowej

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Formalizmy matematyczne i fizyczne w mechanice kwantowej	2
Wy2	Bity, a QuBity. Multi-qubity. Sfera Bloch-a. Pozyskiwanie odpowiedzi z komputera kwantowego.	2
Wy3	Logiczne bramki kwantowe. Bramki jedno- i wielo-qubitowe.	2
Wy4	Obwody kwantowe. Kwantowa transformata Fourier.	2
Wy5	Algorytmy wykorzystywane w informatyce kwantowej. Algorytm Grovera. Algorytm Shora i inne.	2
Wy6	Co, to takiej informacja kwantowa?	2
Wy7	Przybliżenie idei teleportacji i kryptografii kwantowej.	2
Wy8	Kolokwium I	2
Wy9	Czy jest możliwa fizyczna realizacja komputera kwantowego?	2
Wy10	Qubity – pułapki jonowe.	2
Wy11	Qubity – nadprzewodniki.	2
Wy12	Qubity – półprzewodzące kropki kwantowe.	2
Wy13	Qubity – nanodrut topologiczne.	2
Wy14	Qubity – defekty, luki w ciele stałym.	2
Wy15	Kolokwium I	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne	1,5
La2	Zobrazowanie i przybliżenie prawa Malusa.	4
La3	Polaryzacja światła (a może fotonu?), jako przykład Qubitu.	4
La4	Ewa podsłuchuje Boba i Alicję. Czy to już kryptografia kwantowa?	4
La5	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa	1,5
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć – seminarium		Liczba godzin
Se1	Zajęcia wprowadzające. Przydzielenie tematów, które będą prezentowane przez studentów.	2
Se2	Mechanika kwantowa. Postulaty mechaniki kwantowej. A po co nam ten formalizm matematyczny i fizyczny?	2
Se3	Od klasycznych do kwantowych bramek logicznych. Różnice, czy podobieństwa?	2
Se4	Co to takiego, ta kwantowa transformata Fouriera? Konfrontacja kwantowej transformaty Fourier z klasyczną.	2
Se5	Co z tymi algorytmami kwantowymi?	2
Se6	Czy będziemy się teleportować, czy też nie Panie „Scotty”?	2
Se7	Szyfrować, czy nie szyfrować? Kryptografia klasyczna, a kwantowa. Może to droga do nowej Enigmy?	2
Se8	Czy jest możliwa fizyczna realizacja komputera kwantowego?	2

Se9	A może pułapki jonowe?	2
Se10	Co z tymi nanodrutami topologicznymi?	2
Se11	Czy nadprzewodniki, to przyszłość komputerów kwantowych?	2
Se12	Półprzewodzące nanokropki kwantowe i defekty w ciele stałym, jako źródło qubitów?	2
Se13	Pogadanka między Alicją i Bobem. Czy Ewa zawsze będzie podsłuchiwać bez konsekwencji?	2
Se14	Zagrożenia, a korzyści związane z budową komputera kwantowego.	2
Se15	Podsumowanie. Dyskusja.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Sprawdzian przygotowania do zajęć laboratoryjnych przeprowadzony w formie kartkówki, interaktywnego testu, bądź rozmowy.
- N2. Konsultacje dotyczące uzyskanych wyników pomiarowych i czynników wpływających na dokładność przeprowadzonych pomiarów.
- N3. Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
- N4. Wspomaganie wykładu metodami e-learningu
- N5. Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie
- N6. Praca własna – przygotowanie do wykładu wybranych zagadnień
- N7. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
- N8. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
- N9. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do seminarium i wystąpienia
- N10. 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(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
F2(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – średnia arytmetyczna ocen z kolokwiów lub ocena z egzaminu		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	kartkówki przed zajęciami laboratoryjnymi, dyskusje w trakcie prowadzonych pomiarów, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
P(La) – średnia arytmetyczna poszczególnych ocen F1(La)		
F1(Se)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U03	aktywność na zajęciach, udział w dyskusji, prezentacja
P(Se) – średnia arytmetyczna poszczególnych ocen F1(Se)		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Feynmana Wykłady z Fizyki, Tom 3, Mechanika Kwantowa, ISBN 978-83-01-17786-7 t. .3, Wydanie 6 poprawione, Warszawa 2014.
- [2] Lew D. Landau, Jewgienij M. Lifszyc, Mechanika Kwantowa, Teoria nierelatywistyczna, ISBN 978-83-01-16780-6, PWN 2012, Warszawa.
- [3] Witold Jacak, Wojciech Donderowicz, Janusz Jacak, pod redakcją Lucjan Jacak, Wstęp do informatyki i kryptografii kwantowej, ISBN 978-83-7493-604-0, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- [4] Colin P. Williams, Explorations in Quantum Computing, Springer, 2nd edition 2011, ISBN 978-1-84628-886-9
- [5] Artykuły naukowo-badawczo-rozwojowe odnośnie możliwości fizycznej realizacji komputera kwantowego.
- [6] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "Podstawy fizyki", PWN, Warszawa 2007.
- [7] Leszek Adamowicz, Mechanika Kwantowa Formalizm i Zastosowania, ISBN 837207-526-3, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.



- [8] Mika Hirvensalo, Algorytmy Kwantowe, ISBN 83-02-09155-3, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna, Warszawa 2004.
- [9] G. Alber, T. Beth, M. Horodecki, P. Horodecki, R. Horodecki, M. Rotteler, H. Weinfurter, R. Werner, Z. Zeilinger, Quantum Information An Introduction to Basic Theoretical Concepts and Experiments, Springer ISBN 3-540-41666-8.
- [10] Edward L. Wolf, Quantum Nanoelectronics An Introduction to Electronic Nanotechnology and Quantum Computing, Wiley ISBN 978-3-527-40749-1.

**LITERATURA UZUPELNIAJACA:**

- [1] Michel Le Bellac, Wstęp do informatyki kwantowej, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2011, ISBN 978-83-01-16570-3.
- [2] Vladimir V. Mitin, Cmitry I. Sementsov and Nizami Z. Vagidov, Quantum Mechanics for Nanostructures, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-76366-0.
- [3] Eric R. Johnston i inni, Komputer kwantowy Programowanie, algorytm kod, Helion SA, ISBN 978-83-283-6778-4.
- [4] Yuli V. Nazarov and Jeroen Danon, Advanced Quantum Mechanics, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-76150-5
- [5] Eduard Prugovecki, Quantum Mechanics in Hilbert Space, Academic Press, ISBN 0-12-566060-X
- [6] F.C. Crawford, "Fale", PWN, Warszawa 1975.

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

dr inż. Marcin Palewicz, e-mail: marcin.palewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Technika światłowodowa

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki

**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d

**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna

**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy

**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0006

**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,6		

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

1. Podstawowe wiadomości z fizyki i optyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z najważniejszymi właściwościami i parametrami światłowodów
- C2 Zdobywanie wiedzy o podstawowych technikach wytwarzania światłowodów i elementów światłowodowych
- C3 Zdobywanie podstawowych umiejętności pomiaru i wytwarzania elementów światłowodowych
- C4 Udział studentów w badaniach prowadzonych na Wydziale w zakresie techniki światłowodowej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie techniki światłowodowej, w tym zagadnienia dotyczące fizycznych podstaw działania światłowodów i systemów telekomunikacji optycznej

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracy z laserami i włóknami światłowodowymi

PEU\_U02 obsługuje aparaturę pomiarową i montuje systemy pomiarowe w zakresie techniki światłowodowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 wykazuje gotowość do samodzielnego zdobywania wiedzy w zakresie techniki światłowodowej

PEU\_K02 dba o przestrzeganie zasad BHP przy pracy z laserami i włóknami światłowodowymi i instruuje inne osoby w tym zakresie

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie – klasyfikacja i zastosowania światłowodów	2
Wy2	Podstawowe właściwości światłowodów	2

Wy3	Analiza propagacji fali świetlnej w światłowodzie	2
Wy4	Wytwarzanie światłowodów planarnych	2
Wy5	Wytwarzanie światłowodów włóknistych	2
Wy6	Montaż elementów światłowodowych i optoelektronicznych	2
Wy7	Łączność światłowodowa	1
Wy8	Test - kolokwium	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne / Pomiar apertury numerycznej światłowodów jedno- i wielomodowych.	3
La2	Pomiar tłumienia światłowodów plastikowych	3
La3	Przygotowanie światłowodów i pomiar różnych złączy światłowodowych	3
La4	Pomiar linii wykonanych na bazie jedno- i wielomodowych światłowodach za pomocą reflektometru optycznego	3
La5	Podsumowanie zajęć, możliwość uzupełnienia zaległości i ewaluacja końcowa	3
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Wspomaganie wykładu metodami e-learningu
N3.	Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie
N4.	Praca własna – przygotowanie do wykładu wybranych zagadnień
N5.	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
N7.	Konsultacje

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	kartkówki, dyskusje, wykonanie ćwiczenia
P(La) – średnia arytmetyczna ocen F1(La)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Skrypt, S. Patela, Podstawy Techniki Światłowodowej.
[2] R.S. Romaniuk, Miernictwo światłowodowe, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2001, ISBN: 978-83-916022-2-5.
[3] J. Siuzdak, Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1997.
[4] A. Smoliński, Optoelektronika światłowodowa, WKŁ, 1985.
[5] M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej, WNT, 1992.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] Gang-Ding Peng Redaktor, Handbook of optical fibers. Vol. 1/ Vol. 2/ Vol. 3, Springer 2019, ISBN: 9789811070853;ISBN: 9789811070877;ISBN: 9789811070860.
[2] Moh Yasin Redaktor; Sulaiman W Harun Redaktor; Hamzah Arof Redaktor, Optical fiber communications and devices, Rijeka : InTech, 2012, ISBN 9789533079547.
[3] B. Ziętek,, Optoelektronika, UMK, 2004
[4] J. E. Midwinder , Y. L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ, 1995

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
opiekun wykładu: dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni, e-mail: sergiusz.patela@pwr.edu.pl
opiekun laboratorium: dr inż. Marcin Palewicz, e-mail: marcin.palewicz@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Mikrosystemy i mikronapędy  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Micromachines and Microactuators  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d  
**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy  
**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0007  
**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		0,7		

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

1. Zalecane wysłuchanie kursów na temat podstaw techniki mikrosystemów. Możliwe jest przyswojenie materiału na podstawie ogólnej wiedzy technicznej, pod warunkiem wzmoczonej pracy własnej z odpowiednią literaturą przedmiotu (podręczniki wprowadzające w technikę mikrosystemów)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Głównym celem przedmiotu jest przyswojenie przez słuchacza wiedzy na temat nowo rozwijanej grupy mikrosystemów których główną funkcją jest wytwarzanie i przenoszenie sił i ruchu, tak, aby nastąpiło zrozumienie podstaw materiałowo-konstrukcyjnych, zasad działania, wytwarzania i wykorzystania technicznego mikromechanizmów i mikronapędów (z zaznaczeniem roli i rozwoju nanomechanizmów)
- C2 Celem dodatkowym jest umiejętność prawidłowego doboru mikromaszyn i mikronapędów wykorzystywanych w praktyce
- C3 Udział studentów w prowadzonych badaniach naukowych nad mikromaszynami i mikronapędami

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 wyjaśnia zasady wykorzystania mikromechanizmów i mikronapędów w technice i życiu codziennym

PEU\_W02 wyjaśnia zjawiska fizyczne istotne z punktu widzenia działania i wytwarzania mikromechanizmów i mikronapędów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 dokonuje prawidłowego doboru mikromaszyn i mikronapędów do zastosowań praktycznych

PEU\_U02 potrafi zaplanować eksperyment pomiarowy, posłużyć się właściwie dobranymi przyrządami i systemami pomiarowymi, oszacować niepewność pomiarów i opracować wyniki pomiarów

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawy: techniki mikro inżynieryjne, najważniejsze mikromechanizmy i mikronapędy	2
Wy2	Wytwarzanie i wykorzystanie ruchu w mikrouządzeniach	2
Wy3	Statyczne i dynamiczne mikromaszyny objętościowe; czujniki i akulatory	2
Wy4	Mikromaszyny powierzchniowe; czujniki, akulatory, mikronapędy	2
Wy5	Mikromaszyny LIGA: mikrosilniki, mikronapędy, narzędzia	2
Wy6	Mikro-urządzenia do wytwarzania energii elektrycznej (energy harvesting), mikrosystemy zero-energetyczne	2
Wy7	Zarządzanie przepływem płynów w mikro i nano skali; wstęp do techniki lab-chipów; mikromaszyny fluidyczne	2
Wy8	Mikrosamochody, mikro samoloty i inne mikromechanizmy zdolne do ruchu	2
Wy9	RF MEMSY	2
Wy10	Mikrooptyka; części i złożone instrumenty optyczne	2
Wy11	Mikromaszynowe czujniki dla pojazdów	2
Wy12	Mikromaszyny dla bio-medycyny	2
Wy13	Mikromaszyny i mikrosystemy kosmiczne	2
Wy14	Perspektywy rozwoju mikrouządzeń do 2020 rok; autonomiczne systemy mikromaszynowe	2
Wy15	Nanomaszyny; terażniejszość i spodziewany rozwój	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Mikrosilniki i mikroprzekładnie	3
La2	Filtry i przełączniki mikroelektromechaniczne RF	3
La3	Platforma wieloparametryczna MEMS dla awioniki	3
La4	Mikropompy, mikrozawory; sterowanie mikrofluidyczne	3
La5	Układy wibrujące; czujniki wybranych wielkości mechanicznych	3
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład
N2.	Laboratorium

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02	wykonanie poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych; sprawozdanie
P(La) – średnia arytmetyczna ocen cząstkowych		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[1]	Jan A Dziuban; Bonding in microsystem technology, Springer 2007
[2]	Nadim Maluf, Kirt Williams, An introduction to Microelectromechanical Systems Engineering, Artech House, 2004
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[1]	Wolfgang Menz and others, Microsystem Technology, Wiley-VCH 2001

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
prof. dr hab. inż. Rafał Walczak, e-mail: rafal.walczak@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Projektowanie układów przetwarzania sygnałów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Design of signal processing systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0008**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Wiedza z zakresu układów logiki cyfrowej
2. Umiejętność programowania w języku C
3. Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki i przyrządów półprzewodnikowych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studenta z ideą mikroprocesorów sygnałowych oraz technikami programistycznymi umożliwiającymi analizę i przetwarzanie sygnałów w czasie rzeczywistym
- C2 Nauczenie umiejętności implementacji podstawowych algorytmów przetwarzania sygnałów w układach mikroprocesorów sygnałowych (przetwarzanie online)
- C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi liniowymi i nieliniowymi układami elektronicznymi
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C5 Udział studentów w prowadzonych badaniach w dziedzinach powiązanych z przetwarzaniem sygnałów pochodzących z układów MEMS/NEMS

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zagadnienia z zakresu analogowych liniowych i nieliniowych układów elektronicznych

PEU\_W02 opisuje zagadnienia z zakresu architektury procesorów sygnałowych, technik programistycznych i wsparcia sprzętowego dla algorytmów przetwarzania sygnałów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zaimplementować algorytmy cyfrowej filtracji i syntezy sygnałów z wykorzystaniem buforów kołowych.

PEU\_U02 potrafi zaimplementować efektywną akwizycję sygnałów z wykorzystaniem układu kontroli przerwań i układu bezpośredniego dostępu do pamięci

PEU_U03	potrafi zaproponować architekturę liniowego i nieliniowego układ elektronicznego tak aby spełniał założenia projektowe
---------	--

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Projektowanie układów na bazie wzmacniaczy operacyjnych - podstawowe układy	2
Wy2	Przetworniki AC i CA-klasyfikacja, właściwości i zastosowania	2
Wy3	Konstrukcje układów różnicowych i podstawowych układów akwizycji danych	2
Wy4	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 – układy, konstrukcje i zastosowania	1
Wy5	Projektowanie systemów przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem układów mikroprocesorów sygnałowych – od problemu do rozwiązania	1
Wy6	Akwizycja sygnałów, obsługa urządzeń zewnętrznych, popularne rozwiązania techniczne	2
Wy7	Optymalizacja procesu akwizycji sygnałów – metody buforowania danych	2
Wy8	Metody analizy i przetwarzania sygnałów – algorytmy, złożoność obliczeniowa i wsparcie sprzętowe	2
Wy9	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 – sygnały	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzeni do środowiska programistycznego Code Composer Studio, organizacja grup projektowych i omówienie tematów projektów	3
La2	Konstrukcja układów ze wzmacniaczami operacyjnymi	3
La3	Zastosowania i charakterystyka układów wzmacniacze mocy	3
La4	Projekt filtrów sygnałowych	3
La5	Zastosowania układów z pętla synchronizacji fazowej PLL	3
La6	Dyskusja i uzgodnienie koncepcji akwizycji sygnałów	3
La7	Dyskusja i uzgodnienie koncepcji algorytmów przetwarzania i analizy sygnałów	3
La8	Testy opracowanego rozwiązania, weryfikacja założeń lub optymalizacja	3
La9	Prezentacja i ocena opracowanego rozwiązania.	3
La10	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Prezentacja ustna z użyciem środków audiowizualnych
N2.	Zajęcia laboratoryjne z wykorzystaniem zestawu dydaktycznego do programowania procesorów sygnałowych na bazie makiety dydaktycznej firmy Texas Instruments oraz urządzeń do generacji i obserwacji sygnałów
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N5.	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium nr 1
F2(Wy)	PEU_W02	kolokwium nr 2
P(Wy) – średnia arytmetyczna ocen z kolokwium nr 1 oraz kolokwium nr 2; przy czym obydwa kolokwia muszą być ocenione na ocenę pozytywną		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Ocena opracowanego projektu systemu przetwarzania sygnałów

F2(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Ocena opracowanego projektu układu elektronicznego
P(La) – średnia arytmetyczna ocen składowych F1(La) oraz F2(La)		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Kuta: Układy elektroniczne, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- [2] J. Baranowski, G. Czajkowski: Układy analogowe nieliniowe i impulsowe, WNT, Warszawa
- [3] TMS320C67x/C67x+ DSP CPU and Instruction Set Reference Guide, Texas Instruments 2006
- [4] TMS320C6000 Programmer's Guide, Texas Instruments 2011
- [5] TMS320C6000 Peripherals Reference Guide, Texas Instruments 2001

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Dokumentacja techniczna procesorów DSP dostępna na stronach producentów

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

dr hab. inż. Tomasz Piasecki, prof. uczelni, e-mail: tomasz.piasecki@pwr.edu.pl



**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Elementy układów przetwarzania sygnałów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Elements of signal processing systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0009**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Wiedza z zakresu układów logiki cyfrowej
2. Umiejętność programowania w języku C
3. Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki i przyrządów półprzewodnikowych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studenta z ideą mikroprocesorów sygnałowych oraz technikami programistycznymi umożliwiającymi analizę i przetwarzanie sygnałów w czasie rzeczywistym
- C2 Nauczenie umiejętności implementacji podstawowych algorytmów przetwarzania sygnałów w układach mikroprocesorów sygnałowych (przetwarzanie online)
- C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi liniowymi i nieliniowymi układami elektronicznymi
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C5 Udział studentów w prowadzonych badaniach w dziedzinach powiązanych z przetwarzaniem sygnałów pochodzących z układów MEMS/NEMS

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zagadnienia z zakresu analogowych liniowych i nieliniowych układów elektronicznych

PEU\_W02 opisuje zagadnienia z zakresu architektury procesorów sygnałowych, technik programistycznych i wsparcia sprzętowego dla algorytmów przetwarzania sygnałów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zaimplementować algorytmy cyfrowej filtracji i syntezy sygnałów z wykorzystaniem buforów kołowych.

PEU\_U02 potrafi zaimplementować efektywną akwizycję sygnałów z wykorzystaniem układu kontroli przerwań i układu bezpośredniego dostępu do pamięci

PEU_U03	potrafi zaproponować architekturę liniowego i nieliniowego układ elektronicznego tak aby spełniał założenia projektowe
---------	--

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wzmacniacz operacyjny - układy	2
Wy2	Przetworniki AC i CA-klasyfikacja i właściwości	2
Wy3	Układy różnicowe i układy akwizycji danych	2
Wy4	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 - układy	1
Wy5	Mikroprocesorowe układy akwizycji danych – aspekty programistyczne, system przerwań, układ DMA	2
Wy6	Buforowanie danych – bufory kołowe i bufory „ping-pong”	2
Wy7	Filtracja sygnałów – przetwarzanie w czasie rzeczywistym	2
Wy8	Cyfrowa synteza sygnałów – przetwarzanie w czasie rzeczywistym	1
Wy9	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 - sygnały	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia wprowadzające, wprowadzenie do środowiska programistycznego Code Composer Studio firmy Texas Instruments	3
La2	Wzmacniacze operacyjne	3
La3	Wzmacniacze mocy	3
La4	Filtry sygnałowe	3
La5	Pętla synchronizacji fazowej PLL	3
La6	Algorytmy przetwarzania i analizy sygnałów	3
La7	Akwizycja danych - układ kontroli przerwań, układ DMA	3
La8	Filtracja sygnałów w czasie rzeczywistym	3
La9	Cyfrowa synteza sygnałów – przetwarzanie w czasie rzeczywistym	3
La10	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Prezentacja ustna z użyciem środków audiowizualnych
N2.	Zajęcia laboratoryjne z wykorzystaniem zestawu dydaktycznego do programowania procesorów sygnałowych na bazie makiety dydaktycznej firmy Texas Instruments oraz urządzeń do generacji i obserwacji sygnałów
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N5.	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium nr 1
F2(Wy)	PEU_W02	kolokwium nr 2
P(Wy) – średnia arytmetyczna ocen z kolokwium nr 1 oraz kolokwium nr 2; przy czym obydwa kolokwia muszą być ocenione na ocenę pozytywną		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	ocena przygotowania do laboratoriów
F2(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	ocena realizacji zadań laboratoryjnych
P(La) – średnia arytmetyczna ocen składowych F1(La) oraz F2(La)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
--------------------------------------

- |  |
|--|
| [1] Kuta: Układy elektroniczne, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.  |
| [2] J. Baranowski, G. Czajkowski: Układy analogowe nieliniowe i impulsowe, WNT, Warszawa |
| [3] TMS320C67x/C67x+ DSP CPU and Instruction Set Reference Guide, Texas Instruments 2006 |
| [4] TMS320C6000 Programmer's Guide, Texas Instruments 2011                               |
| [5] TMS320C6000 Peripherals Reference Guide, Texas Instruments 2001                      |

<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
---

- |   |
|---|
| [1] Dokumentacja techniczna procesorów DSP dostępna na stronach producentów |
|---|

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

dr hab. inż. Tomasz Piasecki, prof. uczelni, e-mail: tomasz.piasecki@pwr.edu.pl
---

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Cyfrowa wymiana danych**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Digital data exchange**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0010**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5			1,2	

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

1. Podstawy informatyki lub technologii informacyjnej i znajomość podstaw programowania w języku C
2. Podstawowa znajomość zagadnień związanych z funkcjonowaniem i projektowaniem cyfrowych układów elektronicznych
3. Elementarna wiedza z zakresu budowy i funkcjonowania sieci komputerowych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobyć wiedzę o interfejsach cyfrowych stosowanych w mechatronice
- C2 Umiejętność doboru, skonfigurowania i uruchomienia cyfrowego interfejsu komunikacyjnego w projekcie mechatronicznym
- C3 Umiejętność użycia stosów protokołów oraz wykonania dedykowanego oprogramowania w celu realizacji komunikacji cyfrowej
- C4 Umiejętność syntetycznego opracowania i przedstawienia efektów pracy, w tym dokumentacji projektu zawierającego podsystem komunikacji cyfrowej
- C5 Przygotowanie studentów do udziału w badaniach w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności protokołów i interfejsów telekomunikacyjnych w elektronice

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zasadę działania, kluczowe cechy i kryteria doboru cyfrowego interfejsu komunikacyjnego

PEU\_W02 opisuje budowę i sposoby użycia stosów protokołów dla zaawansowanych interfejsów cyfrowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zaprojektować i wykonać układ elektroniczny realizujący komunikację przy użyciu odpowiedniego do tego celu interfejsu cyfrowego

PEU\_U02 potrafi wykonać oprogramowanie realizujące komunikację cyfrową

PEU\_U03 potrafi przygotować sprawozdanie ze zrealizowanych zadań praktycznych lub dokumentację projektu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Szeregowa, asynchroniczna transmisja danych RS232/RS485/UART	2
Wy2	Kontrola przepływu i weryfikacja spójności danych w interfejsach znakowych asynchronicznych	2
Wy3	Znakowo zorientowane szeregowo magistrale synchroniczne	2
Wy4	Bezprzewodowe, cyfrowe interfejsy komunikacyjne małej mocy	2
Wy5	Interfejsy cyfrowe o zwiększonym zasięgu i podwyższonej odporności na zakłócenia	2
Wy6	Interfejsy rodziny IEEE 802.3 zorientowane pakietowo – warstwa 1 i 2 modelu ISO/OSI	2
Wy7	Szeregowa magistrala USB - specyfikacja, tryby pracy, klasy urządzeń	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>Forma zajęć – projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zajęcia organizacyjne. Konfiguracja środowiska programistycznego i zestawów ewaluacyjnych	2
Pr2	Konfiguracja portów GPIO oraz wejść analogowych	4
Pr3	Komunikacja z wykorzystaniem interfejsu szeregowego (UART lub USB)	4
Pr4	Wprowadzenie do praktycznego zastosowania magistrali SPI i I <sup>2</sup> C	4
Pr5	Praktyczne zastosowanie wybranego interfejsu bezprzewodowego (RF lub Ir lub Bluetooth)	8
Pr6	Wprowadzenie do tworzenia prostych sieci czujników – IoT (ang. Internet of Things). Projekt końcowy	8
Suma godzin		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Konsultacje
N3.	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
N4.	Oprogramowanie komputerowe
N5.	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
N6.	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	realizacja projektu
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	dokumentacja projektu (sprawozdania)
F3(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	terminowość realizacji projektu
P(Pr) – średnia ważona ocen cząstkowych $0,5 \cdot F1(Pr) + 0,3 \cdot F2(Pr) + 0,2 \cdot F3(Pr)$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
[1] W. Mielczarek; Szeregowe interfejsy cyfrowe, 1994

- [2] M. Chruściel; Programowalne moduły Ethernetowe w przykładach, 2012
- [3] W. Mielczarek; USB: uniwersalny interfejs szeregowy, 2005
- [4] M. Peczarski; Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet w przykładach, 2011

**LITERATURA UZUPELNIAJACA:**

- [1] K. Wojtuszkiewicz; Urządzenia techniki komputerowej [Dokument elektroniczny]. Cz. 2, Urządzenia peryferyjne i interfejsy
- [2] R. Chromik; RS 232 w przykładach na PC i AVR, 2010
- [3] T. Bilski; Interfejsy i urządzenia zewnętrzne; Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007

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

dr inż. Mirosław Gierczak, e-mail: [miroslaw.gierczak@pwr.edu.pl](mailto:miroslaw.gierczak@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Interfejsy cyfrowe</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	<b>Digital interfaces</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Elektroniczne systemy mechatroniki</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>n/d</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>II stopień / stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>wybieralny</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>W12ESM-SM0011</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>NIE</b>

	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)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5			1,2	

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

1. Podstawy informatyki lub technologii informacyjnej i znajomość podstaw programowania w języku C
2. Podstawowa znajomość zagadnień związanych z funkcjonowaniem i projektowaniem cyfrowych układów elektronicznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobyć wiedzę o interfejsach cyfrowych stosowanych w mechatronice
- C2 Umiejętność doboru, skonfigurowania i uruchomienia cyfrowego interfejsu komunikacyjnego w projekcie mechatronicznym
- C3 Umiejętność użycia stosów protokołów oraz wykonania dedykowanego oprogramowania w celu realizacji komunikacji cyfrowej
- C4 Przygotowanie studentów do udziału w badaniach w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności protokołów i interfejsów telekomunikacyjnych w elektronice

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zasadę działania, kluczowe cechy i kryteria doboru cyfrowego interfejsu komunikacyjnego

PEU\_W02 opisuje budowę i sposoby użycia stosów protokołów dla zaawansowanych interfejsów cyfrowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi wybrać, skonfigurować i przetestować cyfrowy interfejs komunikacyjny na potrzeby realizowanego projektu mechatronicznego

PEU\_U02 potrafi wykonać oprogramowanie realizujące komunikację cyfrową

PEU\_U03 potrafi przygotować sprawozdanie ze zrealizowanych zadań praktycznych lub dokumentację projektu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Szeregowa, asynchroniczna transmisja danych RS232 / RS485 / UART	2
Wy2	Komendy AT. Zastosowanie modemów GSM/GPRS w telemetrii	2
Wy3	Magistrale SPI oraz I2C	2
Wy4	Cyfrowa komunikacja bezprzewodowa krótkiego zasięgu	2
Wy5	LIN i CAN w motoryzacji i automatyce	2
Wy6	Ethernet w automatyce domowej	2
Wy7	Magistrala USB. Klasy HID, CDC i MSD	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zajęcia organizacyjne. Konfiguracja środowiska programistycznego i zestawów ewaluacyjnych	4
Pr2	Wykonanie oprogramowania klienta oraz serwera terminala znakowego	4
Pr3	Moduł GSM/GPRS/Bluetooth: zastosowanie komend AT	4
Pr4	I2C w komunikacji mikrokontrolera z układami peryferyjnymi	4
Pr5	SPI w komunikacji mikrokontrolera z układami peryferyjnymi	4
Pr6	Implementacja algorytmów dekodera sygnałów podczuwieni RC5 oraz odbiornika OOK	4
Pr7	Realizacja bezprzewodowej sieci czujników w topologii gwiazdy	4
Pr8	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Konsultacje
N3.	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
N4.	Oprogramowanie komputerowe
N5.	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
N6.	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	realizacja projektu
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	dokumentacja projektu (sprawozdania)
F3(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	terminowość realizacji projektu
P(Pr) – średnia ważona ocen cząstkowych $0,5 \cdot F1(Pr) + 0,3 \cdot F2(Pr) + 0,2 \cdot F3(Pr)$		



<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
--------------------------------------

- |  |
|--|
| [1] W. Mielczarek; Szeregowe interfejsy cyfrowe, 1994                        |
| [2] M. Chruściel; Programowalne moduły Ethernetowe w przykładach, 2012       |
| [3] W. Mielczarek; USB: uniwersalny interfejs szeregowy, 2005                |
| [4] M. Peczarski; Mikrokontrolery STM32 w sieci Ethernet w przykładach, 2011 |

<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
---

- |  |
|--|
| [1] K. Wojtuszkiewicz; Urządzenia techniki komputerowej [Dokument elektroniczny]. Cz. 2, Urządzenia peryferyjne i interfejsy |
| [2] R. Chromik; RS 232 w przykładach na PC i AVR, 2010   |
| [3] T. Bilski; Interfejsy i urządzenia zewnętrzne; Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007                                |

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

dr inż. Mirosław Gierczak, e-mail: <a href="mailto:miroslaw.gierczak@pwr.edu.pl">miroslaw.gierczak@pwr.edu.pl</a>
---

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Laboratorium otwarte – projekt zespołowy**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Open Laboratory – team project**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0012**Grupa kursów:** NIE

	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)				2	

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

1. Zalecana jest znajomość zagadnień z zakresu przyrządów półprzewodnikowych, techniki analogowej, metrologii, układów elektronicznych, optoelektroniki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przygotowanie do prowadzenia samodzielnych prac projektowych i konstrukcyjnych w zakresie analogowych układów elektronicznych
- C2 Zdobycie umiejętności samodzielnego zaprojektowania, wykonania i pomiarów analogowych układów elektronicznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 wyjaśnia zagadnienia teoretyczne związane z działaniem oraz eksploatacją projektowanego układu elektronicznego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi projektować, uruchamiać i testować układy elektroniczne z zachowaniem zasad BHP oraz sporządzić kosztorys projektu

PEU\_U02 potrafi zastosować karty charakterystyk elementów elektronicznych oraz opracować dokumentację projektową

PEU\_U03 potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 organizuje własną pracę oraz ustala podział obowiązków w ramach zespołu

PEU\_K02 planuje swoje działania w sposób kreatywny, określa priorytety i kolejność działań, bierze odpowiedzialność za wykonane zadania

PEU\_K03 zachowuje się w sposób profesjonalny i przestrzega zasady etyki zawodu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Symulacja komputerowa układu wybranego do realizacji (program: LT SPICE)	7
La2	Projekt obwodu drukowanego - PCB (program: EAGLE)	5
La3	Wykonanie płytki PCB (druk, trawienie, wiercenie otworów)	3
La4	Montaż układu (powierzchniowy lub przewlekany)	3
La5	Uruchomienie i pomiary układu	9
La6	Opracowanie i oddanie sprawozdania	3
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Praca własna – przygotowanie do zajęć
N2.	Konsultacje

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(La)	PEU_W01	odpowiedź - wiedza z zakresu tematu projektu w kontekście wymagań wstępnych przedmiotu
F2(La)	PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	ocena umiejętności wykonania – staranność montażu
F3(La)	PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K03	sprawozdanie (dokumentacja techniczna) – opis działania układu, przedstawienie przeprowadzonych testów
P(La) – średnia ocen F1(La), F2(La) oraz F3(La)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[1]	J. Izydorzyczyk, PSPICE, komputerowa symulacja układów elektronicznych, Helion, 1993
[2]	H. Wieczorek, Eagle, pierwsze kroki, BTC, 2007
[3]	S. Bolkowski, Elektrotechnika, WSiP, 2005
[4]	A. Chwaleba, B. Moeschke, G. Płoszajski, Układy Elektroniczne, część I, układy analogowe liniowe, WNT, 2003
[5]	S. Kuta, Elementy i układy elektroniczne, AGH, 2000
[6]	P. Górecki, wzmacniacze operacyjne, BTC, 2004
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[1]	Forum dyskusyjne LTSpice, <a href="http://tech.groups.yahoo.com/group/LTspice/">http://tech.groups.yahoo.com/group/LTspice/</a> , Internet
[2]	P. Horowitz, W. Hill, Sztuka Elektroniki, WKiŁ, 2018

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr hab. inż. Artur Wiatrowski, prof. uczelni, e-mail: <a href="mailto:artur.wiatrowski@pwr.edu.pl">artur.wiatrowski@pwr.edu.pl</a>

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Programowanie systemów wbudowanych w mechatronice**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Programming of embedded systems in mechatronics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0013**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5			1,2	

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

1. Podstawy informatyki lub technologii informacyjnej i znajomość podstaw programowania w języku C
2. Podstawowa znajomość zagadnień związanych z funkcjonowaniem i projektowaniem cyfrowych układów elektronicznych
3. Elementarna wiedza z zakresu budowy i funkcjonowania sieci komputerowych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobycie wiedzy o budowie, zastosowaniach i sposobach użycia systemów wbudowanych w mechatronice i elektronice
- C2 Znajomość zasad tworzenia i testowania oprogramowania o wysokiej niezawodności
- C3 Umiejętność zaprojektowania i oprogramowania systemu wbudowanego w celu uzyskania założonej funkcjonalności końcowego układu
- C4 Umiejętność syntetycznego opracowania i przedstawienia efektów pracy, w tym dokumentacji projektu

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 opisuje metodykę projektowania i oprogramowania elektronicznych systemów wbudowanych w mechatronice i elektronice
- PEU\_W02 wyjaśnia zasadę działania i celowość stosowania systemów wbudowanych w mechatronice i elektronice

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 potrafi zaprojektować, wykonać i uruchomić system wbudowany
- PEU\_U02 potrafi zaprojektować system wbudowany spełniający podwyższone wymogi niezawodności

PEU_U03	potrafi przygotować sprawozdanie ze zrealizowanych zadań praktycznych lub dokumentację projektu
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach
PEU_K02	potrafi pracować w grupie, realizując zadania zawarte w programie przedmiotu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie. Zastosowania i implementacje systemów wbudowanych	2
Wy2	Mikrokontrolery i mikroprocesory w systemach wbudowanych	2
Wy3	Metodyka tworzenia oprogramowania w systemach wbudowanych	2
Wy4	Programowanie sterowane zdarzeniami	2
Wy5	Implementacja maszyny stanów w mikrokontrolerze oraz w FPGA	2
Wy6	Zastosowania i metody programowania układów peryferyjnych	2
Wy7	Wbudowany system plików FAT	2
Wy8	Mikroprocesorowa realizacja kontrolera PID	3
Wy9	Wbudowany stos TCP/IP i serwer WWW	2
Wy10	Protokół HTTP w systemach wbudowanych	2
Wy11	Implementacja serwisu sieciowego typu RESTful	2
Wy12	Zastosowania systemów operacyjnych czasu rzeczywistego	2
Wy13	System Linuks na komputerze jednopłytkowym	3
Wy14	Programowanie GUI w systemie Linuks	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wybór tematu projektu i zdefiniowanie wstępnych założeń	4
Pr2	Opracowanie koncepcji rozwiązania: dobór sprzętu, systemu operacyjnego, oprogramowania	8
Pr3	Przygotowanie części sprzętowej systemu	10
Pr4	Wykonanie oprogramowania i uruchomienie systemu wbudowanego	8
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Konsultacje
N3.	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
N4.	Oprogramowanie komputerowe
N5.	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
N6.	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Terminowość realizacji etapów projektu
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena realizacji projektów

F3(Pr)	PEU_U03	Ocena dokumentacji projektów (sprawozdań)
średnia ważona ocen liczona ze wzoru: $P(Pr) = 0,2 \cdot F1(Pr) + 0,5 \cdot F2(Pr) + 0,3 \cdot F3(Pr)$		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Ł. Skalski, Linux : podstawy i aplikacje dla systemów embedded, 2012
- [2] M. Bis, Linux w systemach embedded, 2011
- [3] R. Dubey, Introduction to Embedded System Design Using Field Programmable Gate Arrays, 2010
- [4] B.P. Douglass, Design patterns for embedded systems in C [Dokument elektroniczny]: an embedded software engineering toolkit, 2011
- [5] R. Zurawski, Embedded systems handbook. [vol. 1], Embedded systems design and verification, 2009
- [6] R. Zurawski, Embedded systems handbook. [vol. 2], Networked embedded systems, 2009

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] M. Riley, Inteligentny dom : automatyzacja mieszkania za pomocą platformy Arduino, systemu Android i zwykłego komputera, 2013
- [2] G. Stringham, Hardware/firmware interface design: best practices for improving embedded systems development, 2010
- [3] R. Sass, Embedded systems design with platform FPGAs: principles and practices [Dokument elektroniczny], 2010

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

dr inż. Bartłomiej Paszkiewicz, e-mail: bartlomiej.paszkiewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Techniki druku 3D</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	<b>3D printing techniques</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Elektroniczne systemy mechatroniki</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>n/d</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>II stopień / stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>W12ESM-SM0014</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>NIE</b>

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Dostarczenie wiedzy na temat wybranych technik wytwarzania addytywnego elementów mechanicznych i elektronicznych, w tym zasady działania, przygotowywania projektów komputerowych, wady i zalety, ograniczenia i możliwości wykorzystania do wytwarzania prototypowych i niskoseryjnych komponentów.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zagadnienia na temat różnych technik addytywnych (druk 3D) stosowanych w przemyśle, elektronice, mechatronice oraz laboratoriach badawczych

PEU\_W02 wymienia zasady stosowania, zalety i wady oraz ograniczenia różnych technik addytywnych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi dobrać technikę druku 3D do zadanego zastosowania w mechatronice i elektronice

PEU\_U02 potrafi przygotować dokumentację elektroniczną (CAD) modelu do druku oraz przeprowadzić wydruk prototypu wybraną techniką druku 3D

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 wykazuje dbałość o wykonanie powierzonych zadań

PEU\_K02 wykazuje gotowość do samodzielnego pogłębiania wiedzy w zakresie nowoczesnych technik druku 3D

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do technik addytywnych, definicje, wpływ społeczny i ekonomiczny	2

Wy2	Zasady projektowania i przygotowania dokumentacji CAD	2
Wy3	Stereolitografia.	2
Wy4	Druk strumieniowy	2
Wy5	FDM	2
Wy6	Druk warstw i materiałów funkcjonalnych	2
Wy7	Elektronika drukowana	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne, przepisy BHP, zasady pracy w laboratorium.	2
La2	Projekt elementów mechatronicznych	4
La3	Drukowanie techniką FDM	6
La4	Drukowanie techniką STL	6
La5	Drukowanie techniką strumieniową	6
La6	Druk obwodów elektronicznych	6
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Prezentacja multimedialna - wykład
N2.	Laboratorium i krytyczna analiza rezultatów laboratoriów (praca własna)
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(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	Ocena końcowa z pisemnego kolokwium zaliczeniowego. Aby zaliczyć wykład należy uzyskać ponad połowę punktów z podstaw teoretycznych. Jeśli powyższe jest spełnione, to skala ocen jest następująca: P - Suma punktów w procentach. Zakres P : Ocena 100 – 91% : 5,0 (bardzo dobry) 90 – 81% : 4,5 (dobry plus) 80 – 71% : 4,0 (dobry) 70 – 61% : 3,5 (dostateczny plus) 60 – 51% : 3,0 (dostateczny) 50 - 0% : 2.0 (niedostateczny)
P(Wy) = F1(Wy)		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena z raportów przygotowywanych po każdym etapie prac laboratoryjnych (4 etapy, oceny w skali 2.0 - 5.0)
P(La) – pozytywne oceny z kolejnych sprawozdań opracowanych na podstawie zajęć laboratoryjnych; średnia arytmetyczna poszczególnych ocen F1(La).		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Helena Dodziuk, Druk 3D - zastosowania oraz skutki społeczne i gospodarcze, WD PWN, 2019
- [2] G. Budzik, P. Siemiński, Techniki przyrostowe. Druk 3D. Drukarki 3D, Politechnika Warszawska 2015
- [3] Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker, Additive Manufacturing Technologies, 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, Springer 2015



**LITERATURA UZUPELNIAJACA:**

- [1] Czasopisma w języku angielskim: Sensors and Actuators, Journal of Micromechanics and Microengineering, Microsystem Technology, Additive Manufacturing i podobne.

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

prof. dr hab. inż. Rafał Walczak, e-mail: rafal.walczak@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Niezawodność w mechatronice</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	<b>Reliability in mechatronics</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Elektroniczne systemy mechatroniki</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>n/d</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>II stopień / stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>W12ESM-SM0015</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>NIE</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)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,6		

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

1. Znajomość podstaw matematyki z zakresu analizy matematycznej, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z zagadnieniami z zakresu diagnostyki i niezawodności elementów i urządzeń wchodzących w skład złożonych systemów mechatronicznych
- C2 Nabycie umiejętności analizy problemów związanych z uszkodzeniami i niezawodnością systemów mechatronicznych.
- C3 Wstępne przygotowanie do prowadzenia badań naukowych wykorzystujących analizę niezawodności elementów stosowanych w mechatronice

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zagadnienia dotyczące teorii niezawodności, testowania i diagnostyki oraz modeli uszkodzeń systemów mechatronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi samodzielnie rozwiązywać problemy dotyczące zagadnień związanych z niezawodnością, diagnostyką uszkodzeń, analizą danych pomiarowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę wykorzystania wiedzy matematycznej do analizy zagadnień technicznych

PEU\_K02 jest świadomy potrzeby wprowadzania regularnych testów i analiz niezawodności w przedsiębiorstwach produkcyjnych w celu poprawy jakości produkowanych elementów/podzespołów mechatronicznych

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Zakres wykładu, literatura, warunki zaliczenia	1
Wy2	Wprowadzenie do zagadnień związanych z teorią niezawodności i eksploatacji systemów mechatronicznych	2
Wy3	Podstawowe wskaźniki opisujące niezawodność. Modele matematyczne obiektów nieodnawialnych	2
Wy4	Niezawodność systemów prostych i złożonych	3
Wy5	Metody testowania niezawodności systemów oraz analiza charakterystyk doświadczalnych	3
Wy6	Klasyfikacja uszkodzeń, zjawiska fizyczne wpływające na uszkodzenia. Wpływ warunków pracy na niezawodność	3
Wy7	Sprawdzian pisemny	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do zajęć, zasady zaliczenia.	1
La2	Analiza podstawowych modeli stosowanych do rozwiązywania problemów niezawodnościowych występujących w zagadnieniach technicznych	2
La3	Analiza niezawodności systemów prostych i złożonych	2
La4	Analiza niezawodności na podstawie danych doświadczalnych dla wybranych przypadków	6
La5	Test kompetencji: analiza wybranego problemu w złożonym systemie mechatronicznym	2
La6	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej i z dyskusją
N2.	Laboratorium – samodzielne rozwiązywanie zadań z zakresu niezawodności
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna studenta: opracowanie raportu z samodzielnie wykonanej analizy niezawodnościowej

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	dyskusje, rozwiązywanie wybranych zadań samodzielne i w grupie
F2(La)	PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	samodzielna analiza niezawodnościowa na podstawie danych doświadczalnych
Średnia ocen uzyskanych w trakcie semestru za zadania cząstkowe oraz za projekt indywidualny $P(La) = 0,5 \cdot F1(La) + 0,5 \cdot F2(La)$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] F. Grabski, J. Jaźwiński, Funkcje o losowych argumentach w zagadnieniach niezawodności, bezpieczeństwa i logistyki, WKŁ, W-wa 2009
[2] H. Gładysz, E. Peciakowski, Niezawodność elementów elektronicznych, WKŁ, W-wa 1984
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] F. Grabski, J. Jaźwiński, Metody bayesowskie w niezawodności i diagnostyce, WKŁ, W-wa 2001
[2] S. Firkowicz, Statystyczne badanie wyrobów, WNT, W-wa

- |     |  |
|-----|--|
| [3] | Godfrey Onwubolu, Mechatronics Principles and Applications, Elsevier Science, 2005 |
| [4] | Realibility assessments, F.R. Nash, CRC Press, 2016                                |

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

prof. dr hab. inż. Jarosław Domaradzki, e-mail: jaroslaw.domaradzki@pwr.edu.pl
--

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Czujniki chemiczne i światłowodowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Chemical and optoelectronic sensors**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0016**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Znajomość podstaw chemii
2. Znajomość podstaw optyki geometrycznej i falowej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobyć wiedzy o konstrukcjach i czujnikach chemicznych, biochemicznych i nosach elektrochemicznych
- C2 Zdobyć wiedzy o elektrolitach, a w szczególności o elektrolitach stałych i czujnikach elektrochemicznych do pomiaru stężenia gazów
- C3 Zdobyć wiedzy o specyficznych właściwościach wody i metoda określania wilgotności
- C4 Zdobyć wiedzy o światłowodowych systemach czujnikowych stosowanych w pomiarach wybranych wielkości fizycznych i chemicznych
- C5 Uczestniczenie w badaniach czujników opracowywanych na Wydziale

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 opisuje i wyjaśnia metody detekcji lotnych substancji oraz gazów, zjawiska wykorzystywane w pracy czujników wilgotności, elektrochemicznych, biosensorach oraz nosach elektronicznych
- PEU\_W02 opisuje i wyjaśnia zagadnienia w zakresie optyki geometrycznej i falowej, zjawisk wykorzystywanych w pracy czujników światłowodowych takich jak odbicie, absorpcja, rozpraszanie, interferencja

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 potrafi określić odpowiedni rodzaj czujnika i za jego pomocą określić stężenia różnych substancji chemicznych oraz przeprowadzić dyskusję wyników pomiarowych podając czułość i dokładność pomiarową

PEU_U02	potrafi przeprowadzić dyskusję wyników pomiarowych pozwalających określić czułość i dokładność pomiarową światłowodowych układów czujnikowych oraz zaproponować usprawnienia konstrukcji badanych głowic światłowodowych
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie potrzebę pogłębiania wiedzy w zakresie stosowania czujników do pomiarów różnych substancji chemicznych i biochemicznych w celu ochrony środowiska i w medycynie
PEU_K02	jest otwarty na innowacyjne rozwiązania służące realizacji pomiarów parametrów fizycznych i chemicznych ważnych dla współczesnej techniki, medycyny

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Czujniki chemiczne definicja, rodzaje, techniki wytwarzania, obszary zastosowań	1
Wy2	Procesy fizykochemiczne zachodzące w chemicznych czujnikach gazu i parametry czujników	2
Wy3	Właściwości fizykochemiczne wody i metody detekcji wilgotności	2
Wy4	Nosy elektroniczne i biosensory	2
Wy5	Charakterystyka światłowodowych systemów pomiarowych	2
Wy6	Sposoby modulacji parametrów fali świetlnej stosowane w czujnikach światłowodowych	2
Wy7	Zastosowania światłowodowych siatek Bragga w układach czujnikowych	1
Wy8	Światłowodowe systemy czujnikowe stosowane w przemyśle chemicznym, energetyce, medycynie i ochronie naturalnego środowiska	2
Wy9	Kolokwium zaliczeniowe	1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do laboratorium	3
La2	Charakteryzacja rezystancyjnych czujników gazu	3
La3	Charakteryzacja czujników wilgotności	3
La4	Charakteryzacja czujników elektrochemicznych ze stałym elektrolitem	3
La5	Charakteryzacja czujnika konduktometrycznego cieczy	3
La6	Odbiciowy czujnik przemieszczeń liniowych	3
La7	Światłowodowy czujnik przemieszczeń kątowych	3
La8	Pomiar charakterystyki przetwarzania czujnika mikrougięciowego	3
La9	Zastosowania siatek Bragga w układach czujnikowych	3
La10	Termin odrębny	3
Suma godzin		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami
N2.	Konsultacje dotyczące treści prezentowanych na wykładzie
N3.	Praca własna - samodzielne studia przygotowujące do egzaminu.
N4.	Kartkówki przed laboratorium
N5.	Konsultacje dotyczące wyników pomiarowych uzyskanych w czasie ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna - przygotowanie do zajęć laboratoryjnych w tym pozytywnego napisania kartkówki i sprawnego przeprowadzenia pomiarów pod kierunkiem prowadzącego zajęcia

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	dyskusje i kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	kartkówki z laboratorium, sprawozdania
P(La) – średnia ocen F1(La)		

## **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] L. Hozer, Półprzewodnikowe materiały ceramiczne z aktywnymi granicami ziaren, PWN, 1998
- [2] Okada, Christopher T., Humidity Sensors : Types, Nanomaterials, and Environmental Monitoring, 2011
- [3] W. Jakubowski, Przewodniki superjonowe, Właściwości fizyczne i zastosowania, WNT 1988
- [4] W. Gopel, J. Hesse, J. N. Zemel, Sensors, VCH Publ. INC, New York 1989
- [5] Francis T. S. Yu, Shizhuo Yin, Marcel Dekker, Fiber Optic Sensors, Inc. 2002
- [6] J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: principles and components, vol. 1, Artech House 1988
- [7] J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: systems and applications, vol. 2, Artech House 1988
- [8] Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Agenda Wydawnicza PAK, Warszawa 2006
- [9] Helena Teterycz, Grubowarstwowe chemiczne czujniki gazów na bazie dwutlenku cyny, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Materiały konferencyjne z międzynarodowej konferencji Eurosensors
- [2] Materiały konferencyjne z krajowej konferencji Czujniki optoelektroniczne i elektroniczne

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

prof. dr hab. inż. Helena Teterycz, e-mail: [helena.teterycz@pwr.edu.pl](mailto:helena.teterycz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: MOEMSy

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: MOEMS

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektroniczne systemy mechatroniki

Specjalność (jeśli dotyczy): n/d

Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu: W12ESM-SM0017

Grupa kursów: NIE

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

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

1. Podstawowa wiedza na temat techniki mikrosystemów

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Celem wykładu jest zapoznanie studentów z rodziną podzespołów i instrumentów mikrosystemowych, w których wprowadzone są funkcje optyczne, noszące wspólną nazwę urządzeń mikro-elektrycznych-mechaniczno-optycznych MEOMS. Student, po wysłuchaniu wykładu, będzie rozumiał jak zbudowane i wytwarzane są MEOMS'y, będzie rozumiał działanie i zastosowanie MEOMS'ów w nowoczesnej technice
- C2 Udział w prowadzonych badaniach naukowych nad MOEMSy'ami

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje konstrukcję, technologię i możliwości wykorzystanie w nowoczesnej technice urządzeń mikro-elektrycznych-mechaniczno-optycznych (MOEMS)

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 dokonuje prawidłowego doboru MOEMSy'ów do zastosowań praktycznych

PEU\_U02 potrafi zaplanować eksperyment pomiarowy, posłużyć się właściwie dobranymi przyrządami i systemami pomiarowymi, oszacować niepewność pomiarów i opracować wyniki pomiarów

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 samodzielnie rozszerza wiedzę na temat budowy i działania MOEMSy'ów

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Zbieżność konstrukcji i technologii MEMS-MEOMS, klasyfikacja MEOMS-ów, pole zastosowania, rynek i producenci, rys historyczny i przewidywany rozwój	2



Wy2	Nieruchome komponenty mikro optyczne: sprzęgacze i mikrosoczewki, siatki dyfrakcyjne 1-D i 2-D, mikro-ławy optyczne i inne	2
Wy3	Modulatory i filtry, mikro-spektrofotometry LIGA. Ruchome komponenty mikro optyczne: lustra, elementy mikro-optyki adaptatywnej., Rzutniki DMD, mikroskopy konfokalne i SNOM on-chip, pamięć optyczno-mechaniczna	2
Wy4	Mikro-czujniki wielkości fizycznych i chemicznych typu MEOMS, mikroczujniki w mikro-analityce. Mikro-czujniki fotometryczne VIS i NIR w chemii, biologii i medycynie.	2
Wy5	Mikro-czujniki fluorymetryczne: czynnik skali, chromofory, źródła światła wzbudzającego i detektory. Zastosowanie w DNA-chipach i innych instrumentach	2
Wy6	Zintegrowany mikro zegar atomowy z wykorzystaniem zjawiska CPT	2
Wy7	Magnetometry optyczne i interferometry zintegrowane on-chip.	2
Wy8	Podsumowanie wykładu	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie, specyfika eksperymentów	3
La2	Przełącznik MOEMS światłowodowy	3
La3	Mikroprojektor matrycowy DMD	3
La4	Mikrospektrometr zintegrowany VIS/NIR	3
La5	Analizator MOEMS absorbancyjny cieczowy VIS I VIS/NIR	3
La6	Analizator MOEMS fluorymetryczny	3
La7	Optyczna komórka cezowa MOEMS dla mikrozegara atomowego	3
La8	Detektor MOEMS ciśnienia/promieniowania	3
La9	Mikrosystem DNA z optyczną detekcją CCD	3
La10	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład  
N2. Laboratorium

### 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(Wy)	PEU_W01	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	kartkówka, dyskusja na zajęciach, sprawozdanie
P(La) – średnia arytmetyczna ocen cząstkowych z poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Manouchehr E. Motamedi; MOEMS, SPIE Press, 2005

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Stephen A. Campbell; The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication, Oxford University Press, 2001

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

prof. dr hab. inż. Jan Dziuban, e-mail: jan.dziuban@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Programowalne układy logiczne**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Programmable Logic Devices**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0018**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki
2. Znajomość VHDL oraz podstawowa umiejętność programowania układów FPGA
3. Wiedza z zakresu podstawy techniki cyfrowej, protokołów, interfejsów i projektowania VLSI
4. Umiejętność opisu działania układów cyfrowych kombinacyjnych i sekwencyjnych
5. Umiejętność korzystania z dokumentacji technicznej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Rozszerzenie wiadomości na temat projektowania specjalizowanych układów cyfrowych, języka VHDL, techniki programowania układów FPGA
- C2 Przygotowanie do samodzielnego projektowania nowoczesnych układów cyfrowych
- C3 Przygotowanie do samodzielnego uruchamiania i testów rozwiązań układowych na bazie FPGA

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 przedstawia zagadnienia na temat projektowania specjalizowanych układów cyfrowych i programowalnych układów logicznych FPGA

PEU\_W02 opisuje metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu programowalnych układów logicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Posiada umiejętność kodowania w języku VHDL i programowania nowoczesnych cyfrowych układów FPGA na potrzeby inteligentnych urządzeń elektronicznych

PEU\_U02 Potrafi zaprojektować oraz zrealizować nowoczesny układ cyfrowy, używając właściwych metod, technik i narzędzi

PEU_U03	Potrafi przeprowadzić podstawowe testy zaimplementowanego rozwiązania układowego i potwierdzić uzyskanie planowanych funkcjonalności
---------	--

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do platformy FPGA	2
Wy2	Implementacja transmisji danych w układach FPGA	2
Wy3	Analiza czasowa, analiza mocy i optymalizacja	2
Wy4	Implementacja przetwarzania sygnałów w strukturach FPGA	2
Wy5	Implementacja procesorów osadzonych w strukturach FPGA	2
Wy6	Biblioteki wspomagające wybrane procesy	2
Wy7	Wybrane zastosowania układów FPGA	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne, omówienie środowiska projektowego oraz platformy sprzętowej. Rozdanie tematów projektów indywidualnych.	4
La2	Implementacja obsługi przetworników A/C i C/A	4
La3	Implementacja przetwarzania sygnałów	4
La4	Realizacja sterowania z wykorzystaniem PWM	4
La5	Weryfikacja postępów i konsultacje projektu indywidualnego.	4
La6	Weryfikacja postępów i konsultacje projektu indywidualnego.	4
La7	Weryfikacja postępów i konsultacje projektu indywidualnego.	4
La8	Projekt indywidualny – ewaluacja końcowa.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład z dyskusją
N2.	Praca własna - przygotowanie do kolokwium
N3.	Praca własna - projekt indywidualny

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	sprawdziany przygotowania do zajęć
F2(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	oceny wykonania zadań
F3(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	ocena projektu indywidualnego

$P(La) = 0,2 \cdot F1(La) + 0,2 \cdot F2(La) + 0,6 \cdot F3(La)$ , przy czym wszystkie oceny formujące muszą być pozytywne

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
--------------------------------------

- |   |
|---|
| [1] M. Zwoliński, Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języka VHDL, WKŁ, 2007             |
| [2] J. Majewski, P. Zbysiński, Układy FPGA w przykładach, Wydawnictwo BTC, 2007                       |
| [3] Kevin Skahill, Język VHDL : projektowanie programowalnych układów logicznych, WNT, Warszawa, 2004 |
| [4] Andrzej Pawluczuk, Układy programowalne dla początkujących, Wydawnictwo BTC, 2010                 |

<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
---

- |  |
|--|
| [1] Sanjay Churiwala, Designing with Xilinx® FPGAs: Using Vivado, Springer |
| [2] Andrew Rushton, VHDL for logic synthesis, John Wiley & Sons, 2011      |

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

dr inż. Piotr Smagowski, e-mail: piotr.smagowski@pwr.edu.pl
---

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Programowanie mikrokontrolerów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Microcontrollers programming**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0019**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Wiedza w zakresie podstawy techniki cyfrowej
2. Podstawowa wiedza na temat elementów i układów elektronicznych
3. Podstawowa wiedza z zakresu budowy i działania oraz umiejętność programowania mikrokontrolerów ARM

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Pogłębienie wiedzy o budowie i działaniu mikrokontrolerów
- C2 Utrwalenie wiedzy na temat urządzeń peryferyjnych mikrokontrolerów
- C3 Doskonalenie umiejętności programowania mikrokontrolerów i ich wykorzystania do celów inżynierskich
- C4 Zdobywanie wiedzy na organizowanie współpracy mikrokontrolerów z układami zewnętrznymi
- C5 Przygotowanie do prowadzenia badań przy wsparciu mikrokontrolerów
- C6 Zdobywanie umiejętności wykorzystania zaawansowanych funkcjonalności mikrokontrolerów ARM

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 wyjaśnia zagadnienia związane z architekturą procesora ARM oraz z zakresu techniki procesorów osadzonych

PEU\_W02 opisuje metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu procesorów ARM

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zaprogramować mikrokontroler ARM i ocenić jego możliwości funkcjonalne

PEU\_U02 potrafi uruchomić i przetestować opracowany system sterowany mikrokontrolerem

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Architektura procesora ARM – zaawansowane funkcjonalności	2
Wy2	Przerwania i ich priorytety	2
Wy3	Zarządzanie poborem energii w mikrokontrolerze	2
Wy4	Optymalizacja wydajności mikrokontrolera	2
Wy5	Wykorzystanie DMA	2
Wy6	Wykorzystanie zewnętrznych układów pamięci	2
Wy7	Praca mikrokontrolera z RTOS	2
Wy8	Kolokwium	1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie	2
La2	Definiowanie i wykorzystanie priorytetów przerw	2
La3	Konfigurowanie i aktywacja trybów oszczędzania energii	2
La4	Wybór źródła taktowania mikrokontrolera	2
La5	Implementacja obsługi wybranych poleceń kodu RC5	2
La6	Konfigurowanie i wykorzystanie RTC	2
La7	Zdefiniowanie tematów indywidualnych zadań	2
La8	Opracowanie założeń realizacji funkcjonalności kodu	2
La9	Przygotowanie komunikacji z peryferiami i testy skuteczności	2
La10	Opracowanie głównej struktury kodu sterującego	2
La11	Implementacja obsługi błędów i awarii warstwy sprzętowej	2
La12	Maksymalizacja efektywności energetycznej mikrokontrolera	2
La13	Testy i optymalizacja opracowanych kodów	2
La14	Przygotowanie dokumentacji opracowanego kodu	2
La15	Termin podsumowujący i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
Suma godzin		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład z dyskusją
N2. Praca własna - literatura i przygotowanie do kolokwium
N3. Praca zespołowa – realizacja zadania laboratoryjnego w małej grupie

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02	ocena za przygotowanie do laboratorium i pracę podczas realizacji zadań
P(La) = średnia arytmetyczna ocen F1(La); pod warunkiem, że wszystkie oceny F1(L) są pozytywne		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
[1] S. Furber, ARM System-on-Chip Architecture, Addison-Wesley Professional, 2000
[2] M. Galewski, STM32 Aplikacje i ćwiczenia w języku C z biblioteką HAL, Wydawnictwo BTC, 2019
[3] K. Paprocki, Mikrokontrolery STM32 w praktyce, Wydawnictwo BTC, 2011
[4] A. Kureczyk, Mikrokontrolery STM32 dla początkujących, Wydawnictwo BTC, 2019

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] S. Furber, ARM System Architecture, Addison-Wesley Longman, 1996

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

dr hab. inż. Andrzej Sikora, prof. uczelni, e-mail: andrzej.sikora@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Virtual Instruments Programming

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki

**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d

**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna

**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny

**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0020

**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Podstawowa wiedza z metrologii elektrycznej
2. Zalecana znajomość języka angielskiego na poziomie umożliwiającym czytanie tekstów technicznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z nowoczesną aparaturą pomiarową współpracującą w systemie pomiarowym z komputerem i zasadami tworzenia z nich wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C2 Przedstawienie najpopularniejszych sposobów oprogramowania wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C3 Utrwalenie wiedzy teoretycznej poprzez praktyczne ćwiczenia w tworzeniu i oprogramowaniu wirtualnych systemów pomiarowych
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C5 Udział studentów w badaniach naukowych wymagających zestawienia i/lub oprogramowania zautomatyzowanego stanowiska pomiarowego

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące konstrukcji i działania nowoczesnych przyrządów pomiarowych, sposobów wymiany informacji i sterowania nimi przez komputer oraz zasad tworzenia i oprogramowywania przyrządów wirtualnych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi oprogramować wirtualny przyrząd pomiarowy

PEU\_U02 potrafi współpracować w grupie laboratoryjnej w trakcie realizacji zadań



<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wirtualne przyrządy pomiarowe – zestawianie, zasady wymiany informacji z elementami składowymi oraz oprogramowanie	3
Wy2	Standardy IEEE 488 i SCPI w wymianie informacji pomiędzy komputerem a elementami wirtualnego przyrządu pomiarowego	3
Wy3	Podstawy środowiska LabVIEW i zasady programowania wirtualnych przyrządów pomiarowych w tym środowisku.	3
Wy4	Przetwarzanie danych i sygnałów w LabVIEW	3
Wy5	Obsługa elementów składowych wirtualnych przyrządów pomiarowych w programach w C, C++ i C# za pośrednictwem bibliotek VISA	2
Wy6	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne, podstawy LabVIEW	3
La2	Obsługa podstawowych elementów składowych przyrządu wirtualnego	3
La3	Interfejs użytkownika i obsługa błędów w programach w LabVIEW	3
La4	Oprogramowanie przyrządu wirtualnego w LabVIEW	6
La5	Podstawy obsługi przyrządów wirtualnych w C# za pośrednictwem bibliotek VISA	3
La6	Interfejs użytkownika i obsługa błędów w oprogramowaniu przyrządów wirtualnych tworzonych w C#	3
La7	Oprogramowanie przyrządu wirtualnego w C# z wykorzystaniem bibliotek VISA	9
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład z prezentacjami i dyskusją
N2.	Materiały do wykładu i laboratorium
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna
N5.	Ocena postępów realizacji zadań w trakcie projektu

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02	ocena zadań realizowanych podczas zajęć
F2(La)	PEU_U01 PEU_U02	praca podczas zajęć
P(La) = 0,5·F1(La) + 0,5·F2(La)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[1]	Wiesław Winiecki, Wirtualne przyrządy pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (2003)
[2]	Chruściel Marcin, LabVIEW w praktyce, Wydawnictwo BTC 2008
[3]	Dariusz Świsulski, Komputerowa technika pomiarowa: oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW, Agenda Wydawnicza PAK 2005
[4]	Augustyn Chwaleba, Metrologia Elektryczna, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 2010
[5]	Thomas J. Bress, Effective LabVIEW Programming, NTS Press 2013
[6]	VISA COM Online Reference, Agilent Technologies
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[1]	Agilent 34401A 6½ Digit Multimeter Users Guide, Agilent Technologies

- |     |   |
|-----|---|
| [2] | Agilent 33220A 20 MHz Function / Arbitrary Waveform Generator Users Guide, Agilent Technologies |
| [3] | Agilent E364xA Dual Output DC Power Supplies Users Guide, Agilent Technologies                  |
| [4] | Agilent 3000 Series Oscilloscopes Programmer's Reference, Agilent Technologies                  |

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

dr hab. inż. Tomasz Piasecki, prof. uczelni, e-mail: <a href="mailto:tomasz.piasecki@pwr.edu.pl">tomasz.piasecki@pwr.edu.pl</a>
---

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Wirtualne przyrządy pomiarowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Virtual Instruments**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0020**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Podstawowa wiedza z metrologii elektrycznej
2. Zalecana znajomość języka angielskiego na poziomie umożliwiającym czytanie tekstów technicznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z nowoczesną aparaturą pomiarową współpracującą w systemie pomiarowym z komputerem i zasadami tworzenia z nich wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C2 Przedstawienie najpopularniejszych sposobów oprogramowania wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C3 Utrwalenie wiedzy teoretycznej poprzez praktyczne ćwiczenia w tworzeniu i oprogramowaniu wirtualnych systemów pomiarowych
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C5 Udział studentów w badaniach naukowych wymagających zestawienia i/lub oprogramowania zautomatyzowanego stanowiska pomiarowego

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące konstrukcji i działania nowoczesnych przyrządów pomiarowych, sposobów wymiany informacji i sterowania nimi przez komputer oraz zasad tworzenia i oprogramowywania przyrządów wirtualnych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zaprojektować, zestawić oraz oprogramować wirtualny przyrząd pomiarowy

PEU\_U02 potrafi współpracować w grupie laboratoryjnej w trakcie realizacji zadań

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Budowa i użytkowanie nowoczesnej aparatury pomiarowej i wirtualnych przyrządów pomiarowych.	3
Wy2	Interfejsy, magistrale i protokoły w wirtualnych przyrządach pomiarowych	3
Wy3	Standardy IEEE 488 i SCPI	3
Wy4	Wirtualne przyrządy pomiarowe i LabVIEW	3
Wy5	Inne interfejsy programistyczne do komunikacji z przyrządami pomiarowymi	2
Wy6	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne, podstawy LabVIEW	3
La2	Zestawianie systemu pomiarowego, podstawowa konfiguracja urządzeń oraz wymiana danych pomiędzy komputerem	3
La3	Interfejs użytkownika i obsługa błędów w programach tworzonych w LabVIEW	3
La4	Projekt, zestawienie i oprogramowanie prostego wirtualnego przyrządu pomiarowego	9
La5	Projekt, zestawienie i oprogramowanie zaawansowanego wirtualnego przyrządu pomiarowego	12
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład z prezentacjami i dyskusją
N2.	Materiały do wykładu i laboratorium
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna
N5.	Ocena postępów realizacji zadań w trakcie projektu

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02	ocena zadań realizowanych podczas zajęć
F2(La)	PEU_U01 PEU_U02	praca podczas zajęć
P(La) = 0,5·F1(La) + 0,5·F2(La)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[1]	Wiesław Winiecki, Wirtualne przyrządy pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (2003)
[2]	Chruściel Marcin, LabVIEW w praktyce, Wydawnictwo BTC 2008
[3]	Dariusz Świsulski, Komputerowa technika pomiarowa: oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW, Agenda Wydawnicza PAK 2005
[4]	Augustyn Chwaleba, Metrologia Elektryczna, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 2010
[5]	Thomas J. Bress, Effective LabVIEW Programming, NTS Press 2013
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[1]	Agilent 34401A 6½ Digit Multimeter Users Guide, Agilent Technologies
[2]	Agilent 33220A 20 MHz Function / Arbitrary Waveform Generator Users Guide, Agilent Technologies
[3]	Agilent E364xA Dual Output DC Power Supplies Users Guide, Agilent Technologies
[4]	Agilent 3000 Series Oscilloscopes Programmer's Reference, Agilent Technologies

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

dr hab. inż. Tomasz Piasecki, prof. uczelni, e-mail: <a href="mailto:tomasz.piasecki@pwr.edu.pl">tomasz.piasecki@pwr.edu.pl</a>
---

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Systemy bezbateryjne i bezprzewodowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Battery-less and wireless systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0022**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5			1,2	

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

1. Podstawy informatyki lub technologii informacyjnej i znajomość podstaw programowania w języku C
2. Podstawowa znajomość zagadnień związanych z funkcjonowaniem i projektowaniem cyfrowych układów elektronicznych
3. Elementarna wiedza z zakresu budowy i funkcjonowania sieci komputerowych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobyć wiedzę o bezprzewodowych, bezbateryjnych systemach elektronicznych
- C2 Znajomość zasad projektowania i programowania układów elektronicznych o bardzo małym poborze prądu
- C3 Umiejętność zaprojektowania i wykonania systemu bezbaterijnego realizującego komunikację bezprzewodową
- C4 Umiejętność syntetycznego opracowania i przedstawienia efektów pracy, w tym dokumentacji projektu systemu bezprzewodowego
- C5 Udział studentów w prowadzonych badaniach w zakresie projektowania energooszczędnych systemów elektronicznych, w tym mikrosystemów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zasady projektowania i specyfikę opracowania oprogramowania dla systemów bezbateryjnych

PEU\_W02 opisuje zasadę działania i kryteria doboru energooszczędnych podzespołów elektronicznych modułów komunikacyjnych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zaprojektować, dobrać komponenty i wykonać prototyp bezprzewodowego, bezbaterijnego układu elektronicznego

PEU_U02	potrafi zaprojektować i wykonać oprogramowanie układowe bezprzewodowego systemu bezbaterijnego
PEU_U03	potrafi przedstawiać wyniki własnych badań, pozyskiwać i analizować informację z literatury przedmiotu, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach
PEU_K02	potrafi pracować w grupie, realizując zadania określone w programie kursu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie. Porównanie źródeł energii dla systemów zasilanych bezbateryjnie	1
Wy2	Charakterystyka podzespołów elektronicznych o ultra-niskim zużyciu energii (ULP)	1
Wy3	Projektowanie pasywnych i półpasywnych układów bezbateryjnych	1
Wy4	Pozyskiwanie energii z otoczenia: światło, wibracje, ciepło	1
Wy5	Pozyskiwanie energii fal radiowych w pasmie UHF	1
Wy6	Przekazywanie energii przez sprzężenie indukcyjne (LF i HF RFID)	1
Wy7	Charakterystyka mikrokontrolerów ULP	1
Wy8	Tryby oszczędzania energii w mikrokontrolerach ULP	1
Wy9	Zarządzanie energią, przetwornice napięcia i superkondensatory	1
Wy10	Zegary czasu rzeczywistego (RTC) i oscylatory RC	1
Wy11	Energooszczędne pamięci SRAM, FRAM, EEPROM i Flash	1
Wy12	Oprogramowanie układowe (firmware) w układach bezbateryjnych	1
Wy13	Energooszczędna komunikacja bezprzewodowa	1
Wy14	Pomiar zużycia energii w układach ULP	1
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>Forma zajęć – projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Przedstawienie referencyjnych zestawów ewaluacyjnych ULP i przykładowych projektów	4
Pr2	Wybór tematów projektów do realizacji i określenie ich założeń funkcjonalnych	4
Pr3	Raport z realizacji podsystemu zasilania	4
Pr4	Raport z realizacji oprogramowania mikrokontrolera ULP	4
Pr5	Raport z realizacji komunikacji bezprzewodowej	4
Pr6	Uruchomienie i testy kompletnego układu w warunkach laboratoryjnych	10
Suma godzin		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Konsultacje
N3.	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
N4.	Oprogramowanie komputerowe
N5.	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
N6.	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	realizacja projektu

F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	dokumentacja projektu (sprawozdania)
F3(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	terminowość realizacji projektu
P(Pr) – średnia ważona ocen częściowych $0,5 \cdot F1(Pr) + 0,3 \cdot F2(Pr) + 0,2 \cdot F3(Pr)$		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] K. Holger; Protocols and architectures for wireless sensor networks, 2007
- [2] M. Kuorilehto; Ultra-low energy wireless sensor networks in practice: theory, realization and deployment, 2007
- [3] N. Zaman; Wireless sensor networks and energy efficiency : protocols, routing, and management, 2012
- [4] Y. Zhang; RFID and sensor networks: architectures, protocols, security, and integrations, 2010

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. Rida; RFID-enabled sensor design and applications, 2010
- [2] H. Lehpamer; RFID design principles, 2012

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

dr inż. Mateusz Czok, e-mail: mateusz.czok@pwr.edu.pl



**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Systemy sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Control systems of technological and measuring equipment

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki

**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d

**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna

**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy

**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0023

**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				60
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5				0,6

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

1. Znajomość podstaw elektroniki, elektrotechniki i metrologii

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Opanowanie wiedzy w zakresie określonym w Wy1-Wy6  
 C2 Zdobycie umiejętności doboru elementów w systemach sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej  
 C3 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej  
 C4 Utrwalenie umiejętności prezentacji wyników

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Opisuje systemy sterowania aparatury pomiarowej i technologicznej określone w Wy1-Wy7

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi dokonać analizy działania systemów sterowania aparatury pomiarowej i technologicznej

PEU\_U02 Potrafi zastosować elementy wykonawcze, pomiarowe i regulujące w systemach sterowania

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Wykazuje gotowość do proponowania właściwych rozwiązań i ulepszeń systemów sterowania

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Podstawowe pojęcia z dziedziny automatyki i sterowania	2
Wy2	Elementy układów sterowania	2

Wy3	Układy regulacji	2
Wy4	Sterowniki PLC	2
Wy5	Systemy sterowania układów manipulacyjnych	2
Wy6	Praktyczne rozwiązania systemów sterowania w aparaturze pomiarowej	2
Wy7	Praktyczne rozwiązania systemów sterowania w aparaturze technologicznej	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Wprowadzenie do zajęć. Wybór tematów prezentacji indywidualnych	2
Se2	Omówienie zasad tworzenia dokumentacji technicznej systemów sterowania	2
Se3	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se4	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se5	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se6	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se7	Realizacje praktycznych systemów sterowania aparatury technologicznej i pomiarowej - prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se8	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	1
	Suma godzin	<b>15</b>

#### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład z prezentacjami i dyskusją  
N2. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium  
N3. Praca własna - prezentacja multimedialna podczas seminarium  
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(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) = F1(Wy)		
F1(Se)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	prezentacja multimedialna
F2(Se)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	udział w dyskusji
P(Se) = 0,8·F1(Se) + 0,2·F2(Se)		

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

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

- [1] Andrzej Dębowski, Automatyka podstawy teorii, Wydawnictwo Naukowe PWN, WNT  
[2] Kabziński Jacek, Teoria sterowania - Projektowanie układów regulacji, Wydawnictwo Naukowe PWN  
[3] Janusz Kowal, Podstawy automatyki, Wydawnictwa AGH

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Cezary Orlikowski, Edmund Wittbrodt, Podstawy automatyki i sterowania, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej

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

dr hab. inż. Adam Szyszka, prof. uczelni, e-mail: adam.szyszka@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Modelowanie mikrosystemów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Modelling of microsystems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0024**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Znajomość podstaw matematyki i fizyki
2. Znajomość podstaw programowanie
3. Znajomość podstaw obsługi komputera

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi numerycznego projektowania struktur mikroelektronicznych
- C2 Zdobywanie umiejętności posługiwania się programami do modelowania numerycznego metodą MES
- C3 Zapoznanie studentów z typowymi problemami dotyczącymi projektowania numerycznego jak optymalizacja, planowanie eksperymentów, itp.
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi
- C5 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu modelowania mikrosystemów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zagadnienia w zakresie technik, metod i narzędzi numerycznych typu MES do wspomaganie pracy inżyniera na etapie projektowania, a w szczególności do modelowania mikrosystem

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi dobrać odpowiednie narzędzia do wspomaganie prac inżynierskich i zastosować w sposób praktyczny do typowych zagadnień z dziedziny projektowania numerycznego w inżynierii, np. typu CAD i MES

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 samodzielnie poszukuje źródeł informacji i uzupełnia wiedzę w zakresie metod numerycznych oraz modelowania mikrosystemów

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do modelowania i symulacji mikrosystemów i programu FlexPDE	2
Wy2	Modelowanie i symulacje numeryczne	2
Wy3	Modelowanie zagadnień z dziedziny mechaniki i termodynamiki	2
Wy4	Modelowanie zagadnień z dziedziny elektromagnetyzmu i dynamiki płynów	2
Wy5	Modelowanie pól sprzężonych	2
Wy6	Metody i algorytmy projektowania numerycznego	2
Wy7	Inżynieria materiałowa w mikrosystemach	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do modelowania numerycznego i programu FlexPDE	2
La2	Równanie dyfuzji i analiza w 2D	2
La3	Równanie Laplace'a i analiza w 3D	2
La4	Analiza transportu energii cieplnej i rozkładu temperatury	2
La5	Analiza stanu naprężenia i odkształcenia	2
La6	Analiza rozkładu naprężeń i odkształceń termomechanicznych	2
La7	Analiza przepływów laminarnych i turbulentnych	2
La8	Analiza elektro-termo-mechaniczna	2
La9	Analiza pojemności elektrycznej	2
La10	Analiza pola magnetycznego	2
La11	Analiza aktuatora mikromechanicznego	2
La12	Projekt indywidualny - wybór tematu i jego analiza	2
La13	Projekt indywidualny - dyskusja, prezentacja i jego analiza	2
La14	Projekt indywidualny - zaliczenie	2
La15	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi i dyskusją
N2.	Laboratorium: 5-minutowe wprowadzenie i 5-minutowe sprawdzian na początku zajęć
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna: przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N5.	Praca własna: przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna: samodzielne studia i przygotowanie do testu zaliczeniowego
N7.	Praca własna: przygotowanie sprawozdań z laboratorium

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01	kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
P(La) – średnia ocen F1(La)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Kreyszig E., Advanced Engineering Mathematics, John Wiley and Sons, 2006
[2] Thompson E., Introduction To The Finite Element Method, John Wiley and Sons, 2005
[3] Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., The Finite Element Method: Volumes 1-3, Butterworth-Heinemann, London, 2000
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] Montgomery D., Design And Analysis Of Experiments, John Wiley and Sons, 2005

- |     |   |
|-----|---|
| [2] | Montgomery D., Runger G., Applied Statistics And Probability For Engineers, John Wiley and Sons, 2007   |
| [3] | William D., Callister Jr., Materials Science and Engineering an Introduction, John Wiley and Sons, 2007 |

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

dr hab. inż. Tomasz Grzebyk, prof. uczelni, e-mail: tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl
---

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Modelowanie nanosystemów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Modelling of nanosystems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0025**Grupa kursów:** NIE

	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)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,2		

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

1. Znajomość podstaw matematyki i fizyki
2. Znajomość podstaw metod numerycznych
3. Znajomość podstaw obsługi komputera

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z numerycznym projektowaniem nanosystemów z wykorzystaniem technik modelowania kwantowego i molekularnego
- C2 Zdobywanie umiejętności posługiwania się programami do modelowania na poziomie kwantowym i molekularnym, np. Material Studio, itp.
- C3 Zapoznanie studentów z typowymi problemami dotyczącymi projektowania numerycznego w skali nano i meso, np. optymalizacja, itp.
- C4 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje zagadnienia w zakresie technik, metod i narzędzi numerycznych stosowanych do modelowania numerycznego na poziomie kwantowym i molekularnym oraz w skali meso

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi dobrać odpowiednie narzędzia do wspomagania prac inżynierskich i zastosować w sposób praktyczny oraz korzystać z programów takich jak: Material Studio, itp. do w typowych zagadnień z dziedziny kwantowo-molekularnej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 samodzielnie poszukuje źródeł informacji i uzupełnia wiedzę w zakresie metod numerycznych oraz modelowania nanosystemów

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Modelowanie numeryczne na poziomie kwantowym i molekularnym	2
Wy2	Mechanika kwantowa a systemy elektroniczne	2
Wy3	Przykłady i zastosowanie metod numerycznych w mechanice kwantowej do systemów elektronicznych	2
Wy4	Mechanika molekularna a systemy elektroniczne	2
Wy5	Przykłady i zastosowanie metod numerycznych w mechanice molekularnej do systemów elektronicznych	2
Wy6	Metody numeryczne w skali meso a systemy elektroniczne	2
Wy7	Przykłady i zastosowanie modelowania w skali meso do systemów elektronicznych	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do modelowania w molekularnym programie Lammps	2
La2	Równanie Schroedingera	2
La3	Atom wodoru	2
La4	Poziomy energetyczne	2
La5	Mechanika molekularna – statyka	2
La6	Mechanika molekularna - dynamika	2
La7	Cząsteczka wody	2
La8	Materiały polimerowe	2
La9	Analiza właściwości elektrycznych	2
La10	Analiza właściwości mechanicznych	2
La11	Analiza właściwości termicznych	2
La12	Modelowanie w skali meso	2
La13	Projekt własny - 1	2
La14	Projekt własny - 2	2
La15	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi i dyskusją
N2.	Laboratorium: 5-minutowe wprowadzenie i 5-minutowe sprawdzian na początku zajęć
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna: przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N5.	Praca własna: przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna: samodzielne studia i przygotowanie do testu zaliczeniowego
N7.	Praca własna: przygotowanie sprawozdań z laboratorium

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01	kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
P(La) – średnia ocen F1(La)		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>	
[1]	Kittel C. "Wstęp do fizyki ciała stałego", PWN, 1976
[2]	Pang T. "An Introduction to Computational Physics", Cambridge University Press, 2006
[3]	Kreyszig E., „Advanced Engineering Mathematics”, John Wiley and Sons, 2006

**LITERATURA UZUPELNIAJACA:**

- [1] William D., Callister Jr., Materials Science and Engineering an Introduction, John Wiley and Sons, 2007
- [2] Montgomery D., Runger G., Applied Statistics And Probability For Engineers, John Wiley and Sons, 2007

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

dr hab. inż. Tomasz Grzebyk, prof. uczelni, e-mail: tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl



**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Seminiarium dyplomowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Diploma seminar**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0027**Grupa kursów:** NIE

	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)					1,2

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

- Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z Programu studiów

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobycie przez studenta umiejętności prezentacji własnych kwalifikacji z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych oraz zasad tworzenia poprawnych tekstów technicznych
- C2 Utrwalanie umiejętności pracy w grupie

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 wyjaśnia zagadnienia teoretyczne odpowiadające zakresowi egzaminu dyplomowego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi prezentować własne kwalifikacje z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych właściwych dla studiowanego kierunku oraz realizowanej pracy dyplomowej za pomocą prezentacji multimedialnej, a następnie wziąć udział w dyskusji na temat omawianych treści

PEU\_U02 potrafi zaplanować proces samokształcenia oraz wskazuje innym osobom możliwości uzupełniania wiedzy

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę krytycznej oceny poziomu własnej wiedzy, dalszego kształcenia i podnoszenia kwalifikacji zawodowych

PEU\_K02 jest przygotowany do pracy samodzielnej i zespołowej, biorąc odpowiedzialność za powierzone zadania

PEU\_K03 jest świadomy obowiązków absolwenta uczelni technicznej, w tym udziału w ważnych aspektach życia społecznego, podejmowanie działań na rzecz interesu publicznego, lokalnej społeczności oraz ochrony środowiska

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Wprowadzenie do zajęć	1
Se2	Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje ogólne, wymagania regulaminowe obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej, zasady edycji poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Se3	Praca dyplomowa – omówienie przez studentów tematyki i zakresu przewidywanych prac badawczych	3
Se4	Prezentacja multimedialna CV każdego z uczestników seminarium	4
Se5	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym	8
Se6	Praca dyplomowa – prezentacje multimedialne uzyskanych wyników	6
Se7	Praca dyplomowa – prezentacja przygotowana na egzamin dyplomowy	4
Se8	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja
N2. Praca własna – przygotowanie do prezentacji multimedialnej zadanych zagadnień
N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu dyplomowego
N4. Konsultacje

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(S)	PEU_W01 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Ocena aktywności w trakcie zajęć oraz udziału w dyskusji
F2(S)	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Ocena prezentacji zadanych zagadnień egzaminacyjnych
F3(S)	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K02	Ocena przedstawianych prezentacji multimedialnych
$P(S) = 0,4 \cdot F1(S) + 0,4 \cdot F2(S) + 0,2 \cdot F3(S)$ ; pod warunkiem, że oceny składowe są pozytywne		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
[1] Regulamin Studiów w Politechnice Wrocławskiej, Oficyna PWr
[2] Materiały z wykładów
[3] Publikacje z zakresu realizowanej pracy dyplomowej

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr hab. inż. Adam Szyszka, prof. uczelni, e-mail: adam.szyszka@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Praca dyplomowa magisterska**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** MSc diploma thesis**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12ESM-SM0028**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				480	
Forma zaliczenia				zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				16	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				16	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				10,5	

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

- Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z Programu studiów

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zrealizowanie przez studenta pracy dyplomowej na podstawie zdobytej w czasie studiów uporządkowanej, podbudowanej teoretycznie wiedzy ogólnej i szczegółowej z zakresu nauk inżyniersko-technicznych
- C2 Napisanie przez studenta Pracy dyplomowej (jako dzieła) i przedstawienie prezentacji ustnej dotyczącej zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów Elektroniczne systemy mechatroniki, na podstawie informacji literaturowych i wyników prac własnych
- C3 Utrwalanie umiejętności pracy samodzielnej i w zespole
- C4 Przygotowanie studentów do prowadzenia prac naukowo-badawczych, związanych ze studiowanym kierunkiem Elektroniczne systemy mechatroniki

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 wyjaśnia i opisuje zagadnienia powiązane z wybranym tematem pracy dyplomowej

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi wykonać pracę dyplomową z obszaru elektronicznych systemów mechatroniki i opracować stosowną dokumentację, w tym: potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł

PEU\_U02 potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne, ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technik i technologii

PEU\_U03 potrafi zaprezentować wyniki własnych prac oraz dzielić się zdobytą wiedzą, umiejętnościami oraz kwalifikacjami

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01	potrafi pracować samodzielnie oraz współdziałać z promotorem i grupą badawczą z zachowaniem zasad profesjonalnej i etycznej współpracy
PEU_K02	krytycznie ocenia poziom własnej wiedzy i rozumie konieczność dalszego rozwoju zawodowego i kształcenia (np. w ramach studiów III stopnia, studiów podyplomowych, szkoleń certyfikowanych itp.)

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Zgromadzenie literatury przedmiotu i zapoznanie się z nią	
Pr2	Prace własne – interpretacja oraz krytyczna ocena uzyskanych wyników	
Pr3	Napisanie pracy dyplomowej jako dzieła	
	Suma godzin	<b>480</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja
- N2. Praca własna – studia literaturowe z zakresu tematyki pracy dyplomowej oraz prowadzenie badań
- N3. Praca własna – pisanie tekstu naukowo-technicznego kontrolowanego przez promotora
- 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(Pr)	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	sprawdzenie stopnia zaawansowania realizacji pracy dyplomowej
F2(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01	opinia o Pracy dyplomowej jako dzieła
F3(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	kontrola osiągnięcia kolejnych celów badawczych realizowanych samodzielnie i/lub w zespołach badawczych

$P(\text{Pr}) = 0,4 \cdot F1(\text{Pr}) + 0,4 \cdot F2(\text{Pr}) + 0,2 \cdot F3(\text{Pr})$ ; pod warunkiem, że oceny składowe są pozytywne

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Literatura przedmiotu uzgodniona z promotorem

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

dr hab. inż. Adam Szyszka, prof. uczelni, e-mail: adam.szyszka@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Statistics and probability

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektroniczne systemy mechatroniki

**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d

**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna

**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy

**Kod przedmiotu:** W13ESM-SM1454

**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,6		

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

1. Zna rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej zmiennej
2. Ma podstawową wiedzę z teorii szeregów liczbowych i potęgowych
3. Potrafi obliczać całkę podwójną

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie podstawowych pojęć i metod rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej  
 C2 Poznanie klasycznych rozkładów probabilistycznych, ich własności i zastosowań

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 opisuje/wyjaśnia pojęcia i metody rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej

PEU\_W02 opisuje klasyczne rozkłady probabilistyczne i ich własności

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi stosować metody statystyki matematycznej w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe zagadnienia z rachunku prawdopodobieństwa. Zmienne losowe i ich charakterystyki.	4
Wy2	Metody opisowe prezentacji danych eksperymentalnych: szereg rozdzielczy, histogram i dystrybuanta empiryczna, kwantyle z próby, statystyki opisowe.	3

Wy3	Estymatory i metody ich konstrukcji - metoda momentów, metoda największej wiarygodności. Pożądane własności estymatorów. Regresja liniowa jednowymiarowa. Konstrukcja linii regresji. Estymacja przedziałowa.	4
Wy4	Testowanie hipotez statystycznych - wprowadzenie. Błąd I i II rodzaju. Poziom istotności testu i funkcja mocy testu. Testy parametryczne - wybrane modele.	3
Wy5	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Rozwiązywanie praktycznych zadań związanych z teorią przedstawioną na wykładzie.	15
	Suma godzin	<b>15</b>

### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład – metoda tradycyjna  
N2. Laboratorium komputerowe  
N3. Konsultacje  
N4. Praca własna studenta – przygotowanie do zajęć

### **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(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01	projekty komputerowe, rozwiązywanie zadań z wykorzystaniem pakietów statystycznych
P(La) – średnia arytmetyczna ocen F1(La)		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Pacut, *Prawdopodobieństwo. Teoria. Modelowanie probabilistyczne w technice*, WNT, Warszawa 1985  
[2] D. Bobrowski, *Probabilistyka w zastosowaniach technicznych*, Warszawa 1980  
[3] W. Krysicki i inni, *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach*, PWN, Warszawa 1995  
[4] W. Kordecki, *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. Definicje, twierdzenia, wzory*, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2003

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] H. Jasiulewicz, W. Kordecki, *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. Przykłady i zadania*, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2003  
[2] W. Feller, *Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa*, PWN, Warszawa 1980  
[3] Y. Viniotis, *Probability and Random Processes for Electrical Engineers*, McGraw-Hill, Boston 1998

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

dr hab. inż. Agnieszka Wyłomańska, prof. uczelni, e-mail: agnieszka.wylomanska@pwr.edu.pl